



**LANDSCAPE DIMENSIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT:
SCIENCE – PLANNING – GOVERNANCE**

**PROCEEDINGS
OF INTERNATIONAL CONFERENCE**

*Dedicated to the 70th Anniversary
of Professor Nikoloz (Niko) Beruchashvili*



4-6 OCTOBER 2017

TBILISI, GEORGIA

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
Alexandre Javakhishvili Geographical Society of Georgia
International Geographical Union (IGU) Commission on Landscape Analysis
and Landscape Planning

LANDSCAPE DIMENSIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: SCIENCE – PLANNING – GOVERNANCE

Proceedings of International Conference

*Dedicated to the 70th Anniversary
of Professor Nikoloz (Niko) Beruchashvili*

4-6 OCTOBER 2017
TBILISI, GEORGIA



საქართველოს გარემოსა
და ბუნებრივი რესურსების
დაცვის სამინისტრო



ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ალ. ჯავახიშვილის სახ. გეოგრაფიული საზოგადოება
საერთაშორისო გეოგრაფიული კავშირის (IGU),
ლანდშაფტური ანალიზისა და ლანდშაფტური დაგეგმარების კომისია

**მდგრადი განვითარების ლანდშაფტური განზომილება:
კვლევა - დაგეგმარება - მართვა**

საერთაშორისო კონფერენციის მასალები

*ემდგნება პროფესორ ნიკოლოზ (ნიკო) ბერუჩაშვილის
დაბადებიდან 70 წლისთავს იუბილეს*

4-6 ოქტომბერი 2017
თბილისი, საქართველო

Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили
Географическое Общество Грузии им. А. Джавахишвили
Комиссия «Ландшафтный анализ и планирование ландшафтов» Международного Географического
Союза (МГС)

**ЛАНДШАФТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ:
Исследование – Планирование – Управление**

Материалы Международной конференции

*Посвящается 70-летию со дня рождения
профессора Николая Левановича Беручашвили*

4-6 октября, 2017 г.
Тбилиси, Грузия

The international conference will consolidate and develop the innovative trends in the theory and practice of landscape geography in order to enhance the discipline's practical contributions to the achievement of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs).

The conference commemorates the 70th anniversary of Nikoloz Beruchashvili (1947-2006), internationally-renowned geographer and cartographer, author of the theory of spatiotemporal analysis and synthesis of landscapes, founding chair of the International Geographical Union (IGU) Commission on Landscape Analysis, professor at the Tbilisi State University.

EDITORIAL BOARD:

David Kereselidze	Dali Nikolaishvili
Neli Jamaspashvili	Andrey Kushlin
Tengiz Gordeziani	Nikoloz N. Beruchashvili
Nana Bolashvili	Levan Beruchashvili

საერთაშორისო კონფერენციის “მდგრადი განვითარების ლანდშაფტური განზომილება: კვლევა, დაგეგმარება, მართვა” თემატიკა უკავშირდება მდგრადი განვითარების, ლანდშაფტური გეოგრაფიის და ლანდშაფტური ეკოლოგიის, ლანდშაფტური დაგეგმარებისა და მართვის აქტუალურ საკითხებს.

საერთაშორისო კონფერენცია ეძღვნება გამოჩენილი ქართველი გეოგრაფისა და კარტოგრაფის, ლანდშაფტების სივრცე-დროითი ანალიზის და სინთეზის თეორიული კონცეფციის ავტორის, საერთაშორისო გეოგრაფიული კავშირის (IGU) „ლანდშაფტური ანალიზის“ კომისიის დამფუძნებელისა და პირველი ხელმძღვანელის (2002-2006), თსუ-ის კარტოგრაფია-გეოდეზიისა და გეოინფორმატიკის კათედრის გამგის (1982-2006), პროფესორის, ნიკოლოზ ბერუჩაშვილის (1947-2006) 70 წლის იუბილეს.

რედაქლეტორები:

დავით კერესელიძე	დალი ნიკოლაიშვილი
ნელი ჯამასპაშვილი	ანდრეი კუშლინი
ტენგიზ გორდეზიანი	ნიკოლოზ ნ. ბერუჩაშვილი
ნანა ბოლაშვილი	ლევან ბერუჩაშვილი

Международная конференция «ЛАНДШАФТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: Исследование, Планирование, Управление» направлена на укрепление и развитие инновационных тенденций в теории и практике ландшафтной географии, ландшафтной экологии, ландшафтного планирования и вопросов управления, в целях повышения практического вклада дисциплины в достижение Целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (SDG).

Конференция посвящается 70-летию юбилею, всемирно известного географа и картографа, автора теории пространственно-временного анализа и синтеза ландшафтов, основателя и первого президента Комиссии «Ландшафтный анализ» Международного географического Союза (МГС) (2004-2006), зав. кафедрой Картографии-Геодезии и Геоинформатики ТГУ (1982 -2006), профессора Николая Левановича Беручашвили (1947-2006).

Редколлегия:

Давид Кереселидзе	Дали Николаишвили
Нели Джамаспашвили	Андрей Кушлин
Тенгиз Гордезиани	Николоз Н. Беручашвили
Нана Болашвили	Леван Беручашвили

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили

Thank you for joining us to the International Conference

**“Landscape Dimensions of Sustainable Development:
Science – Planning – Governance”**

© ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
გამომცემლობა, 2017

© Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Press, 2017

ISBN 978-9941-13-639-9

ИДЕИ Н. БЕРУЧАШВИЛИ И КОНЦЕПЦИЯ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ

Исаченко Г.А.

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Россия

e-mail: greg.isachenko@gmail.com

Резюме

Рассмотрена преемственность идей Нико Беручашвили (1947-2006) и концепции динамики ландшафтов, разработанной в 1990-е гг. в Санкт-Петербургском университете. Н.Беручашвили создал оригинальную и непротиворечивую концепцию состояний ландшафтов, с классификацией их по длительности на кратко-, средне- и длительно-временные. Наибольшее внимание Н.Беручашвили уделил изучению внутригодовых (кратковременных) состояний ПТК, разработав для этого комплекс стационарных, экспедиционных и аэровизуальных методов исследований.

В исследованиях Лаборатории ландшафтоведения и тематического картографирования Санкт-Петербургского университета был сделан акцент на изучении длительно-временных (многолетних) состояний ПТК. Согласно разработанной концепции, любой ландшафт (геокомплекс) локального уровня можно рассмотреть как совокупность местоположения (относительно устойчивой, «низкочастотной» составляющей) и спектра состояний различной длительности, характеризующихся средними и высокими частотами изменения. Разработана типология местоположений таежных ландшафтов Северо-Запада Европейской России, включающая более 100 типов и видов местоположений, в том числе их модификации, связанные с длительным окультуриванием, осушением и другими воздействиями человека. На основе изучения многолетней динамики ландшафтов была разработана методика ландшафтно-динамического картографирования, которое включает в себя составление серии карт на единой основе ландшафтных местоположений: многолетних состояний ландшафтов, воздействий на ландшафты, современных процессов в ландшафтах и ландшафтно-динамических сценариев.

Результаты изучения динамики таежных ландшафтов находят применение в сфере лесного хозяйства, территориального планирования (в том числе городского), организации и управления особо охраняемыми природными территориями.

Ключевые слова: динамика ландшафтов, научное наследие Нико Беручашвили, местоположение, состояние ПТК.

Николай (Нико) Беручашвили (1947-2006) был яркой звездой на географическом небосклоне последней трети XX столетия. Его интересовали различные научные проблемы: от цветовых характеристик ландшафтов до геополитики стран Кавказа. Однако важнейшая научная заслуга Н.Беручашвили состоит в том, что ему удалось привлечь внимание к «четвертому измерению» ландшафта – времени.

Во второй половине 1970-х гг. в ландшафтоведении в СССР и странах Восточной Европы наметился своего рода кризис, связанный с тем, что господствовавшие установки морфологии («статики») ландшафта перестали удовлетворять многих исследователей. Ландшафты (природные территориальные комплексы) уже не рассматривались как статичные образования с постоянными (причем резко выделяющимися в пространстве) границами. Примерно в это же время на развитие

ландшафтоведения существенно повлияли идеи о разночастотности изменений компонентов и элементов геосистем, характерном времени процессов, самоорганизации геосистем [1, 2, 15, 16 и др.]. Эти представления, во многом исходившие из наблюдений за длительными процессами, существенно поколебали взгляд на ландшафт как гармоничное (и - по умолчанию - не изменяющееся со временем) единство всех его компонентов.

Усиление динамического аспекта ландшафтных исследований в 1970-е гг. связано с тремя основными факторами: 1) проникновением системной идеологии в физическую географию; 2) усилением внимания к антропогенным воздействиям на ландшафты и их многолетним последствиям; 3) деятельностью физико-географических стационаров.

Так получилось, что именно на период «вызревания» динамических идей в ландшафтоведении пришлось годы учебы Н. Беручашвили на географо-геологическом факультете Тбилисского университета. Другое «совпадение», которое можно считать не случайным - существование Марткопского физико-географического стационара, основанного в 1965 г. известным грузинским географом Мелитоном Санеблидзе в 30 км к северо-востоку от Тбилиси, на границе предгорно-степных и нижнегорно-лесных ландшафтов. Работа на стационаре увлекла Нико еще в ранние студенческие годы: ему захотелось разобраться в «механизмах» функционирования природных территориальных комплексов (ПТК).

По результатам исследований на стационаре Н. Беручашвили выполнил дипломную работу «Некоторые вопросы структуры и функционирования природных комплексов на примере ландшафтов хребта Ялно», которая, после защиты в ТГУ, была успешно защищена в 1971 г. на географическом факультете МГУ уже в качестве кандидатской диссертации. В этой работе были предложены модели функционирования предгорных и горных ПТК, основанные на изучении и измерении потоков трансформации солнечной энергии, влаги и живого вещества. При сравнении «потоковых» моделей одной и той же фации оказалось, что их вид сильно различается в разные дни одного и того же года: в зависимости от сезона, фенофаз растений, метеоусловий... Так сформировалась идея о суточных состояниях структуры и функционирования ПТК, связанных с сезонной ритмикой, погодными условиями и динамической тенденцией развития фаций. Эти состояния Н. Беручашвили предложил назвать стексами. Термин, несмотря на частые вопросы по поводу своей этимологии, к концу 1970-х гг. получил значительное распространение в сообществе ландшафтоведов СССР и ряда соседних стран.

Н. Беручашвили удалось связать стексы с моделями структуры ПТК, основанными на выделении геомасс - элементарных структурно-функциональных частей ПТК - и синтезе геомасс в геогоризонты. Каждый стекс в годовом цикле, соответственно, характеризовался специфичным набором геомасс и геогоризонтов. Такого рода модели позволяли выделять и картографировать стексы при полевых наземных и аэровизуальных исследованиях. Н. Беручашвили и его учениками были разработаны классификации стексов для различных регионов - от Кавказа и Предкавказья [4] до тайги Северо-Запада Европейской России [8], методы экспресс-диагностики стексов по характеристикам вертикальной структуры фаций. На основе моделей суточных состояний ландшафтов впоследствии созданы геоинформационные системы Грузии и всего Кавказа [7].

К научным достижениям Н. Беручашвили нужно отнести и классификацию состояний ПТК по длительности на кратко-, средне- и длительно-временные. В качестве узлового состояния ПТК ученый рассматривал стекс, который, с одной стороны, выступает как суточное состояние фации, а с другой - как «операциональная единица» при синтезе более длительных состояний фаций и переходе от суточных состояний фаций к суточным состояниям более крупных ландшафтных единиц. Попытки такого перехода сделаны, в частности, в монографии Н. Беручашвили «Этология ландшафта и картографирование состояний природной среды» [6]. К сожалению, ученый не успел далеко продвинуться на пути изучения длительно-временных состояний ландшафта, хотя примеры их моделирования приведены в итоговой монографии о ландшафтах Кавказа [7].

Во второй половине 1970-х гг. утвердилось наиболее распространенное ныне понимание динамики ландшафтов как их обратимых (колебательных) изменений в пределах одного инварианта. В такой трактовке динамика занимает срединное положение в описывающей изменения ландшафтов триаде: функционирование - динамика - развитие (эволюция). К наиболее существенным результатам применения системных представлений в ландшафтоведении, с одной стороны, и развития стационарных исследований - с другой, следует отнести концепцию динамики ландшафтов как смены их состояний.

Стационарные исследования, расцвет которых приходится на 1970-е - первую половину 1980-х гг., предоставили обширный материал по внутригодовой (суточной, сезонной) динамике ландшафтов. И лишь к концу 1980-х гг., когда период наблюдений самых «старых» стационаров едва достиг 25-30 лет, появилась возможность обобщений по длительным процессам в ландшафтах. Но, увы, в начале 1990-х гг. большинство физико-географических стационаров в странах бывшего СССР прекратило свою деятельность по экономическим причинам; некоторые из них продолжали использоваться в качестве учебных баз университетов.

Так случилось, что именно в «сложные» 1990-е гг. началась деятельность Приладожской ландшафтно-экологической полевой станции Санкт-Петербургского университета. Станция была организована Г.А.Исаченко в 1992 г. в 150 км к северу от Санкт-Петербурга, в сельгово-ложбинном южно-таежном ландшафте южной окраины Балтийского кристаллического щита. Здесь было заложено около 25 пробных площадей в различных типах ПТК, в том числе испытывавших разные антропогенные воздействия (рубки леса, пожары, сельскохозяйственное использование, осушение). Наблюдения на пробных площадях осуществляются с периодичностью от 1 раза в год до 1 раза в 4 года, в зависимости от характера исследуемых процессов многолетней динамики ландшафтов. Наблюдения на станции, вместе с маршрутными (экспедиционными) исследованиями в бассейне Ладожского озера, проводимыми в 1990-х гг. Лабораторией ландшафтоведения и тематического картографирования НИИ географии Санкт-Петербургского университета под руководством Г.А.Исаченко, позволили сформулировать основные положения концепции динамики ландшафтов, с акцентом на их многолетнюю динамику [10, 12]. Эта концепция развивает ландшафтно-динамические идеи Н. Беручашвили.

Согласно предложенной концепции, любой ПТК локального уровня можно рассмотреть как совокупность местоположения (относительно устойчивой, «низкочастотной» составляющей) и спектра состояний различной длительности, характеризующихся средними и высокими частотами изменения. Под состоянием ПТК (геосистемы) понимается пространственно-временная однородность, выделяемая по критериям сохранения состава и соотношения системообразующих элементов и ведущих процессов системы. Например, в зоне тайги системообразующими элементами лесных ПТК выступают популяции основных древесных пород (хвойных и некоторых мелколиственных), а ведущими процессами - формирование древостоев и их возрастные изменения. В ПТК олиготрофных болот системообразующими элементами являются сфагновые мхи и формируемая ими торфяная залежь.

Данное выше определение состояния применимо и к менее продолжительным (внутригодовым) состояниям ПТК. Например, зимой в зоне тайги системообразующими элементами выступают снежный покров и замерзшая влага в почве. Эти элементы затормаживают большинство процессов жизнедеятельности растений и беспозвоночных животных. Мерой любого состояния ПТК выступает его длительность (продолжительность).

Нами используется предложенная Н.Беручашвили дифференциация состояний на кратковременные (внутригодовые) (длительность $< 10^0$ лет), средневременные ($10^0 - 10^1$ лет) и длительновременные (многолетние) (длительность $> 10^1$ лет).

В качестве единицы измерения длительности удобно использовать период обращения Земли вокруг Солнца – год. ПТК (геокомплекс) в данной трактовке соответствует состоянию длительностью, как правило, не менее 1000 лет, связанному с фиксированной территорией (акваторией). Относительная

стабильность ПТК обеспечивается длительностью существования их неотъемлемых составляющих – местоположений.

Местоположение определяется формой (типом) рельефа и составом верхнего слоя почвообразующих (подстилающих) пород. В сходных климатических условиях (например, в умеренно-континентальном секторе таежной зоны Евразии) и при отсутствии радикальных антропогенных воздействий основные характеристики рельефа и верхнего слоя почвообразующих пород однозначно определяют характер и степень увлажнения (степень дренированности) местоположений и режим миграции вещества (элювиальный аккумулятивный, трансэлювиальный, супераккумулятивный и т.д.).

Длительность существования большинства естественных местоположений измеряется периодами $n \cdot 10^3$ – $n \cdot 10^4$ лет. Как правило, местоположения сохраняют свои основные характеристики при таких распространенных площадных антропогенных воздействиях, как рубки леса, пожары, атмосферные загрязнения, рекреационные нагрузки и т. д. В том случае, если антропогенное воздействие (или ряд воздействий) изменяют некоторые признаки местоположения, формируются модификации местоположений, время существования которых может быть сопоставимым с характерным временем их природных аналогов. В таежной зоне модификации местоположений формируются в основном при длительном сельскохозяйственном освоении (при этом образуется мощный гумусовый горизонт почвы) и осушении торфяников (когда изменяется режим увлажнения и микрорельеф). Кроме того, существуют техногенные местоположения, полностью созданные человеком (карьеры, насыпи, дамбы и т. п.), которые могут иметь либо не иметь аналоги среди природных геокомплексов.

При картографировании ландшафтов их границы проводятся по границам местоположений. В природных (слабоосвоенных) ландшафтах границы местоположений представляют собой переходные полосы разной ширины (иногда в десятки метров), гораздо реже встречаются почти линейные границы. Можно сказать, что между местоположениями характеристики среды изменяются сильнее, чем в пределах местоположений, причем эти характеристики обладают наибольшей устойчивостью во времени. У антропогенно-модифицированных и особенно техногенных местоположений границы более резкие и нередко линейные. Сеть местоположений представляет собой наиболее стабильный «каркас» территории - своего рода «систему отсчета».

Типология местоположений ландшафтов тайги Северо-Запада Европейской России, разработанная автором совместно с А.И. Резниковым [14], включает 36 типов и более 60 видов местоположений. С учетом антропогенных модификаций (в основном в результате окультуривания и/или осушения) это число превышает 100. При картографировании местоположения обозначаются латинскими индексами, составленными на основе терминологии английского языка. Например, в типе «плоские и слабовыпуклые равнины на торфяных отложениях мощностью более 0,5 м (торфяники)» (обозначение В - от английского bog) выделяются подтипы: водораздельных олиготрофных (верховых) гомогенных торфяников (Вh), мезоолиготрофных и мезотрофных (переходных) торфяников слабопроточных понижений (Вm), мезоевтрофных и евтрофных (низинных) торфяников (Ве), евтрофных и мезоевтрофных сильно обводненных топей (Вef) и др. Разработанная типология позволяет учесть иерархичность организации местоположений в зависимости от масштаба исследования и картографирования. Так, например, при картографировании в масштабах 1:100000 – 1:200000 и более мелких в ландшафтах южной окраины Балтийского кристаллического щита выделяются сочетания сельг (вытянутых гряд, сложенных кристаллическими породами и обработанных ледником) и ложбин (террас), подстилаемых озерными безвалунными глинами и суглинками. При картографировании в масштабах 1:25 000 – 1:50000 выделяются отдельными контурами местоположения сельг и террас на безвалунных глинах и суглинках. В более крупных масштабах (1:5000 – 1:10000) сельги подразделяются на: вершины с преобладанием выходов кристаллических пород; привершинные склоны с маломощным щебнистым элювием и мореной; склоны с моренным чехлом; пологие

склоны, перекрытые маломощными озерными отложениями; внутрисельговые ложбины с чередованием пород различного состава и др.

Смена многолетних состояний ландшафтов, связанная в основном с изменениями растительности, происходит на 1–3 порядка быстрее, чем изменения ландшафтных местоположений; именно поэтому местоположения можно рассматривать в качестве «системы отсчета» для изучения (в том числе картографирования) многолетних состояний.

Как показывают наши исследования и работы других авторов, в таежных ландшафтах смены растительности влекут за собой (обычно с некоторым запозданием) изменения таких характеристик почв, как мощность подстилочных, гумусового, подзолистого, торфянистого и других генетических горизонтов. Например, образование подзолистого горизонта в почвах, формирующихся на брустверах окопов времен Второй мировой войны, под лесной растительностью происходит за период не более 50 лет [9]. Поэтому названные характеристики также относятся к признакам многолетних состояний ландшафтов. Уже по этой причине многолетние состояния таежных ландшафтов неравнозначны растительным сообществам, классифицируемым по геоботаническим критериям. Отметим, что наиболее распространенный в бореальных регионах эдификаторно-доминантный подход к классификации растительности далеко не всегда применим для типологии многолетних состояний ландшафтов, поскольку выделяемые по преобладанию какого-либо вида (видов) растений в напочвенном покрове лесные сообщества (например, ельники мелкотравно-кисличные) часто весьма мозаичны в пространстве и могут иметь характер межгодичных флуктуаций растительности.

В таежных ландшафтах ЕТР наиболее распространены лесные многолетние состояния, типология которых разработана Г.Исаченко [17]. Основными критериями дифференциации данных многолетних состояний выступают: 1) этап развития древостоя, характеризующийся определенной тенденцией изменения фитомассы (запаса стволовой древесины), вертикальной и латеральной структуры: выделяются этапы формирования, постепенного наращивания, стабилизации и уменьшения фитомассы; 2) древесная порода (породы), преобладающая по запасу в древостое; 3) тенденция изменения состава древостоя (например, вытеснение осины елью). Так, состояния формирования древостоя (например, после сплошной рубки или прекращения использования сельскохозяйственного угодья) характеризуются быстрым нарастанием фитомассы, увеличением мощности вертикального профиля, постоянным изменением латеральной структуры с изменением состава видов напочвенного покрова. Каждое такое состояние подразделяется на стадии продолжительностью не более 20–25 лет каждая: формирование яруса подроста, переход подроста в древостой, стадия молодняка.

Под динамикой ПТК понимается совокупность всех состояний и переходов между состояниями, выделяемых в пределах одного длительновременного состояния, рассматриваемого как ПТК (геокомплекс). Иными словами, динамика ПТК не приводит к прекращению существования самого ПТК. В соответствии с приведенными выше градациями временной шкалы можно говорить о кратко-, средне- и длительновременной динамике ПТК. Необратимые изменения рельефа и субстрата (почвообразующих и верхнего слоя подстилающих пород) под действием процессов с характерным временем, как правило, более 10^3 лет рассматриваются как развитие (эволюция) ПТК: например, заболоченные равнины с маломощным торфом и лесной растительностью в течение сотен – первых тысяч лет переходят в торфяники. Динамика ландшафтов, как правило – результат наложения процессов различного происхождения. Многие процессы носят естественный (природный) характер, то есть происходят без участия человека, а иногда и без возможности такого участия. Естественные процессы могут быть обусловлены саморазвитием растительного покрова (например, смена сосны елью при отсутствии пожаров), действием экзогенных факторов (заболочивание и торфонакопление под влиянием избыточного увлажнения), эндогенных сил (интенсивный эрозионный врез при положительных неотектонических движениях) или их совместным проявлением.

Другая категория процессов связана с разнообразными воздействиями. Под воздействием понимается событие, обусловленное внешними по отношению к системе (природными и/или антропогенными) факторами и вызывающее сравнительно быстрое изменение состояния системы. По характеру локализации выделяются три основные группы воздействий на геокомплексы: очаговые, линейные и площадные.

Антропогенное воздействие может быть кратковременным, выступая в качестве первичного толчка с последующим «запуском» спонтанных процессов (естественное лесовозобновление после сплошной рубки), либо длительным (распашка территории и использование ее под сельскохозяйственное угодье). Характер и интенсивность антропогенных воздействий на ландшафт в каждый исторический период определяется совокупностью экономических, социальных, политических, этнокультурных факторов, интегрирующихся в региональной системе природопользования. Чтобы изучить современное состояние (состояния) и тенденции изменения любого ландшафта, необходимо проанализировать его динамику в предшествующие исторические периоды, и непременно учитывать роль природных процессов.

Так, в пределах Северо-Запада Европейской России на протяжении столетий периоды активного сельскохозяйственного освоения неоднократно сменялись периодами запустения, когда резко возрастала площадь лесов [9]. Значительная часть современных древостоев (включая типичные южно-таежные ельники) произрастают на местоположениях, которые были окультурены более 100 лет назад и имеют не свойственный таежным ПТК хорошо оструктуренный гумусовый горизонт мощностью более 20 см. Применение положений ландшафтно-динамического анализа для историко-географических исследований более подробно рассмотрено в работе [11].

Воздействия на ландшафт, как правило, изменяют его естественную динамическую траекторию, представляющую собой последовательность многолетних состояний. В большинстве природных (слабоосвоенных) и окультуренных ландшафтов число возможных динамических траекторий данного ландшафта в результате некоторого воздействия (или в ходе его осуществления) всегда более одной. Например, после сплошной рубки на дренированной равнине, сложенной валунными суглинками (мореной), лесовосстановительные сукцессии в южной тайге Европейской России могут привести к формированию: 1) чистых ельников; 2) смешанных древостоев с участием мелколиственных пород (в основном осины и березы); 3) мелколиственных лесов (в случае отсутствия вблизи источников семян ели).

Набор возможных ландшафтно-динамических траекторий тем меньше, чем более детерминированы связи в ПТК и чем более ограничен набор видов организмов (в первую очередь растений), которые могут занять освободившиеся в результате воздействия экологические ниши. В тайге Северо-Запада Европейской России наименьшее разнообразие динамических траекторий отличает ПТК «экстремальных» местоположений – вершин гранитных гряд (в пределах Балтийского щита) и верховых торфяников. Так, на вершинах гранитных гряд (сельг), почти лишенных рыхлых отложений, может произрастать только одна древесная порода – сосна, которая проникает корнями в трещины в кристаллических породах. При любых воздействиях, которые периодически захватывают скальные местоположения (пожары, ветровалы), на вершинах возобновляются редкостойные сосняки (напоминающие лесотундровые) с фрагментарным покровом из мхов и лишайников. Однако уже на склонах сельг, где залегает более или менее сплошной чехол валунной морены, набор древесных пород и видов напочвенного покрова существенно больше, что обуславливает значительное разнообразие возможных динамических траекторий.

Всякое наложение воздействий осложняет динамическую траекторию ПТК и вносит в нее разнообразные «боковые ответвления»: это происходит, например, когда осушенный торфяник с сосновым молодняком подвергается пожару. Исследования показывают, что число возникающих при таких ответвлениях дополнительных модификаций конечно, поскольку количество воздействующих факторов в природе превышает число возможных реакций на воздействия. Можно говорить о поле возможностей динамики геокомплекса, описываемом вероятностями перехода

между различными состояниями и длительностями последних. Если бы такого поля возможностей не существовало, то ландшафтные исследования ограничивались бы фиксацией «жестких» связей «местоположение - многолетнее состояние», и количество контуров на картах местоположений в одном масштабе было бы близко к количеству контуров многолетних состояний (или контуров на карте растительности).

Современная ландшафтная структура любой территории всегда более или менее мозаична. Это связано не только с неоднородностью «каркаса» как природных, так и антропогенно-модифицированных местоположений, но и с тем, что каждый тип (вид) местоположения одновременно представлен в пространстве различными состояниями, принадлежащими одной или нескольким динамическим траекториям. В таежных и подтаежных ландшафтах Европейской России местоположения с лесной растительностью представлены различными стадиями возобновления хвойного леса после одновременных рубок и пожаров, местоположения окультуренных равнин с сельскохозяйственными угодьями – обрабатываемыми участками и различными стадиями их зарастания и/или заболачивания. Соответственно, для большинства типов ПТК нельзя выделить одно «коренное состояние» – то есть состояние, к которому ландшафт возвращается при прекращении всех внешних (главным образом антропогенных) воздействий. Это следует хотя бы из того, что многие антропогенные воздействия имеют свои природные аналоги, периодически повторяющиеся вне зависимости от деятельности человека и являющиеся неотъемлемым фактором динамики ландшафтов (пожары, ветровалы и т.д.). О субъективности определения «коренной растительности» для многих типов местоположений (что с легкостью делают геоботаники) свидетельствуют данные о длительном произрастании в одном и том же местоположении (например, на дренированных равнинах на безвалунных песках) сосняков, ельников и смешанных лесов с участием мелколиственных пород.

На основе положений концепции ландшафтно-динамического анализа в Лаборатории ландшафтоведения и тематического картографирования Санкт-Петербургского университета¹ была разработана методика ландшафтно-динамического картографирования. Суть этой методики – создание серии карт на основе «базовой» карты ландшафтных местоположений: многолетних состояний ландшафтов, воздействий на ландшафты (за последние 50-100 лет), современных процессов в ландшафтах и ландшафтно-динамических сценариев [10]. Ландшафтно-динамический сценарий в картографической форме отвечает на вопрос: «Как изменится ландшафтная структура рассматриваемой территории спустя определенную время (как правило, до 50 лет), если осуществить заданное воздействие и исключить все прочие (особенно антропогенные) воздействия на ландшафты?» Карты ландшафтно-динамических сценариев, реализуемые с помощью ГИС-технологий, моделируют возможные будущие состояния ландшафтов определенной территории, с учетом сложившейся системы природопользования. Примеры наиболее типичных сценариев: полное исключений антропогенных воздействий, кроме рекреации (реализуется на особо охраняемых природных территориях); вырубка всех древостоев, достигших спелости; полное прекращение использования сельскохозяйственных угодий.

Дифференцированное («послойное») картографирование ландшафтных местоположений и многолетних состояний (причем вторые, как правило, «вписаны» в контуры первых) позволяет учесть разночастотность компонентов и элементов ландшафта и в некоторой степени преодолеть противоречие между континуальностью ландшафтов различного иерархического уровня и необходимостью проведения дискретных границ, особенно актуальных для прикладных целей.

Результаты изучения динамики ландшафтов на основе концепции местоположений и многолетних состояний находят применение в сфере лесного хозяйства (лесоустройство на ландшафтной основе), территориального планирования (в том числе городского), организации и

¹ Лаборатория существовала до 2006 г., когда в Санкт-Петербургском университете были ликвидированы почти все научные подразделения.

управления особо охраняемыми природными территориями. В последние годы ландшафтно-динамическая концепция была апробирована для изучения культурных ландшафтов, в том числе наиболее преобразованных человеком крупнейших городов [13]. Так, первая ландшафтная карта Санкт-Петербурга (масштаб 1:200 000), созданная на основе ландшафтно-динамического подхода, была опубликована в «Атласе особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» [3].

Сейчас уже трудно представить изучение ландшафтов без учета фактора времени. Все большее развитие приобретает изучение разнообразных «исторических ландшафтов» - фактически реконструкций многолетних состояний ПТК определенной территории в некоторый момент (период) времени. Использование «временных срезов» ландшафтов как в прошлом, так и в будущем стало широко применяться в территориальном планировании, проектах сохранения и реконструкции объектов природного и культурного наследия. И нельзя не воздать должное ученому, который вдохнул в ландшафтоведение «ветер времени» - Нико Беручашвили.

Список литературы:

- [1] Арманд А.Д. (1988). Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука.
- [2] Арманд А.Д., Таргульян В.О. (1974). Принцип дополнительности и характерное время в географии. В кн: Системные исследования 1974. М.: Наука. С. 146-153.
- [3] Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга (2016, 2-е изд.) Отв. ред. В.Н.Храмцов, Т.В. Ковалева, Н.Ю. Нацваладзе. С.-Петербург. 176 с. (<http://oopt.spb.ru/publications/>)
- [4] Беручашвили Н.Л. (1982) Вопросы классификации состояний природных территориальных комплексов. Вопросы географии. 121. М.: Мысль. С. 73-80.
- [5] Беручашвили Н.Л. (1986) Четыре измерения ландшафта. М.: Мысль. 182 с.
- [6] Беручашвили Н.Л. (1989). Этология ландшафта и картографирование состояний природной среды. Тбилиси: Изд. Тбил. ун-та. 198 с.
- [7] Беручашвили Н.Л. (1995) Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты. Тбилиси, 1995. 316 с.
- [8] Исаченко Г.А. (1988). Классификация суточных состояний природно-территориальных комплексов южной тайги Северо-Запада СССР // Изв. Всес. геогр. о-ва. Т. 120. Вып. 2. С. 125-133.
- [9] Исаченко Г.А. (1998) «Окно в Европу»: история и ландшафты. С.-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 476 с.
- [10] Исаченко Г.А. (1999). Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование. С.-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 112 с.
- [11] Исаченко Г.А. (2013). Динамика ландшафтов и историческая география. Вопросы географии. Вып. 136. М.: Изд. дом «Кодекс». С. 368-384.
- [12] Исаченко Г.А. (2014). Концепция многолетней динамики ландшафтов и вызовы времени. Вопросы географии. Вып. 138. М.: Изд. дом «Кодекс». С. 215-232.
- [13] Исаченко Г.А. (2017). Опыт интерпретации изменений культурного ландшафта с позиций динамического ландшафтоведения. Известия РАН. Серия геогр. № 1. С. 20-34.
- [14] Исаченко Г.А., Резников А.И (1996). Динамика ландшафтов тайги Северо-Запада Европейской России. С.-Петербург: Изд-во Русск. геогр. о-ва. 166 с.
- [15] Симонов Ю.Г. (1977). Пространственно-временной анализ в физической географии. Вестн. Моск. ун-та. Геогр. № 4. С. 22-29.
- [16] Солнцев В.Н. (1981). Системная организация ландшафтов. М.: Мысль. 239 с.
- [17] Isachenko G.A. (2007). Long-term conditions of taiga landscapes of European Russia. In: Landscape Analysis for Sustainable Development. Theory and Applications of Landscape Science in Russia. Eds.: K.N.Dyakov, N.S.Kasimov, A.V.Kushlin. Moscow, Alex Publisher, pp. 144-155.

ИДЕИ Н.Л. БЕРУЧАШВИЛИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ В БОЛГАРИИ

Стойчев Никола, Пенин Румен, Желев Димитър

*Кафедра ландшафтоведения и охраны окружающей среды Геолого-географический факультет
Софийского университета «Св. Климент Охридский», Болгария*

e-mail: nikola_todorov01@abv.bg rpenin@abv.bg dimitar.zhelev@gmail.com

Первое посещение Николаем Левановичем Беручашвили Болгарии произошло в 1983 г. в качестве участника Географического конгресса в Варне. Еще в ходе обсуждений открылись его знания и в известной степени любовь к дискуссиям и «провокациям» (в самом положительном смысле этого слова). В 1983 г. Н.Беручашвили побывал на Земенском ландшафтном стационаре и прилегающих к нему территориях. Он познакомился с научной программой стационара и оказал существенную помощь в усовершенствовании научной программы стационара тем, что включил в нее идеи пространственного анализа и синтеза ПТК. Это было время, когда разрабатывались идеи функционирования ландшафтов как совокупности потоков вещества и энергии. Состоялась научная дискуссия, и часть идей, высказанных Н. Беручашвили, легли в основу созданной позже ландшафтной карты Болгарии масштаба 1:500 000. Конкретно, был выделен тип горных семиаридных и семигумидных ландшафтов, представленных подтипом П.1 (горные, степные и лугово-степные и карстовые ландшафты), специфичным и характерным для Болгарии.

В ходе своего следующего посещения Болгарии в 1985 г. Н.Беручашвили участвовал в научных семинарах Болгарской академии наук (БАН) и кафедры „Ландшафтоведение и защита окружающей среды“ в Софийском университете. Во время этого визита проводились полевые ландшафтно-географические исследования горных массивов Рилы, обучались студенты, в результате чего появилась статья „Геофизика ландшафтов в Болгарии“, одним из соавторов которой был проф. Беручашвили. Во время следующего визита (1988 г.) состоялась экспедиция в различные районы Болгарии: горные массивы Витоша и Пирин, район Земенского ландшафтного стационара, горы Странджа. В горах Странджа выявлены колхидские (понтийские) ландшафты. Результаты этих полевых исследований были использованы в диссертации Николы Стойчева и трудах других болгарских географов: проф. Ангела Велчева, доц. Стояна Недкова и др.

Знакомство Н. Беручашвили с Болгарией и болгарскими ландшафтоведами можно определить как первый этап его влияния на развитие ландшафтной науки в Болгарии.

Второй этап этого влияния связан с восприятием в Болгарии идей пространственно-временного анализа и синтеза ПТК. Его можно датировать летом 1985 г., когда были восприняты идеи проф. Беручашвили о дальнейшем развитии программы комплексных стационарных исследований в Земене.

Научную программу Земенского ландшафтного стационара изменили в соответствии с программой Марткопского физико-географического стационара в Грузии, учитывая специфичные условия Болгарии и наличный исследовательский персонал Земенского стационара. Был собран эмпирический материал, который впоследствии был обработан и проанализирован. Основные результаты стационарных исследований были опубликованы в советских журналах «Известия ВГО», «География и природные ресурсы», «Вестник Белорусского университета», доложены на научных форумах в Болгарии: международных научных конференциях, конгрессе Болгарского географического общества. Часть собранной научной информации была включена в диссертационный труд Николы Стойчева (1990) и монографию «Физико-географические и ландшафтные исследования района Земенского стационара» (1993). Эти труды отразили идеи пространственно-временного анализа и синтеза ПТК. Эти идеи широко использовались в профессорской диссертации А. Велчева (1994). В ней в основном исследовались структурно-

функциональные особенности ландшафтов юго-западной Болгарии, были реализованы идеи проф. Н. Беручашвили об антропогенезе ландшафтов. Все это повлияло на развитие ландшафтоведения в Болгарии и подняло его на более высокий уровень.

В следующий период продолжительностью около 10 лет утверждались подходы к изучению структурно-функциональных особенностей ландшафтов, в том числе в прикладных исследованиях, что помогло превращению их в ведущий элемент комплексных исследований в Болгарии.

В начале XXI в. идеи Н. Беручашвили нашли отражение в диссертационных трудах молодых географов Болгарии. Стоян Недков из БАН развивает идеи о функционировании ландшафтов и создает полустационар, который просуществовал 5 лет, а результаты исследований были включены в его диссертацию. Галин Петров (2009) из Великотырновского университета (ВТУ) исследует центральные части гор Стара Планина и Предбалкан, и создает ландшафтную карту на основе классификации Н. Л. Беручашвили; характеристика ландшафтов в его работе выполнена на основе пространственно-временного анализа и синтеза ПТК. Мария Петрова (ВТУ, 2014) в своей работе также опирается на основные идеи Н. Беручашвили, и развивает их и включает в классификацию антропогенных изменений и деантропогенеза ландшафтов.

Работы отмеченных выше молодых авторов знаменуют третий этап влияния идей Н. Беручашвили на болгарское ландшафтоведение. Йоана Стоянова (БАН, 2013), кроме разработанной ландшафтной карты Разлогской котловины, дает пример сочетания дистанционных и наземных исследований «земного покрова». Димитър Желев (Софийский университет, 2014) составляет ландшафтную карту бассейна р. Сазлийка и характеризует современные ландшафты и степень их изменения. Он также успешно сочетает ландшафтно-геохимические исследования с ландшафтно-геофизическими (рис. 1). Атанас Китев (2017) в своем диссертационном исследовании выполнил крупномасштабную ландшафтную карту, основанную на идеях пространственно-временного анализа и синтеза ПТК. Упомянутые выше диссертации и научные публикации дали возможность создать научную монографию «Ландшафтная география Болгарии» (2011) с авторским коллективом в составе А. Велчева, Р. Пенина, Н. Стойчева Тодорова, М. Контевой. В то же время Н. Стойчевым и А. Велчевым был издан учебник «Ландшафты Болгарии - пространственная структура» (2014), в котором дан анализ структуры и функциональных особенностей ландшафтов Болгарии (рис. 2). Ангел Велчев (2016) опубликовал научный сборник «Карст и карстовые ландшафты», в котором рассматриваются структурные особенности карстовых ландшафтов.

Весьма значительно влияние Н. Беручашвили на методы составления ландшафтных карт Болгарии. Разработанная им классификационная система для ландшафтов Кавказа оказалась подходящей для территории Болгарии и доступной для усвоения студентами. На основе этой классификации была разработана единственная на сегодняшний день среднемасштабная ландшафтная карта Болгарии (1:500 000).

А.С. Велчев, Н. С. Тодоров и Н. Л. Беручашвили представляли ее на Географическом конгрессе Болгарии (1989) в городе Велико Търново. Классификационная система и ландшафтная карта Болгарии публиковались в ряде монографий: «Физико-географические и ландшафтные исследования Земенского стационара» (1993), «Атлас современных ландшафтов Родоп» (2008), «Ландшафтная география Болгарии» (2011), «Ландшафты Болгарии – пространственная структура» (2014) и др. Эта классификационная схема была использована упомянутыми авторами диссертационных трудов: С. Недковым (2002), Г. Петровым (2009), М. Петровой (2014), Е. Чорбаджийской (2013), Р. Ананиевой (2016). Также, классификационная система использована в ряде публикаций, посвященных ландшафтам отдельных районов Болгарии после 1992 г.

С 2008 г. группа ландшафтоведов Софийского университета проводит исследования ландшафтов горных массивов Западной Болгарии – Козница, Берковска, Осоговска, Влахина, Малешевска (рис. 3), Огражден, Беласица. В этих экспедициях не только выполняются фундаментальные исследования, но и проводится обучение студентов по магистерским

программам. Студенты принимают участие в полевых и в камеральных этапах исследований, тем самым способствуя популяризации ландшафтоведения среди молодых ученых.

Мы уже отметили, что идеи и методы исследований, разработанные Н. Беручашвили, легко воспринимаются студентами, и поэтому применяются при обучении в Софийском и Великотърновском университетах. Идеи пространственно-временного анализа и синтеза ПТК включены в образовательные программы бакалавриата в основных курсах «Ландшафтная экология» в Софийском университете и «Ландшафтоведение» в Великотърновском университете. В магистерскую программу «Физическая география и ландшафтная экология» включен обязательный курс «Геофизика ландшафтов». У этих идей есть широкое применение и в других программах магистратуры – «Прикладное ландшафтоведение» и «Антропогенное ландшафтоведение».

Николай Леванович Беручашвили давно не с нами, но его идеи открывают много новых дорог для исследующих ландшафты. В каждом своем труде он нам показывает новые исследовательские тропинки. Это очень ясно проявилось в диспуте с проф. Жаном-Робером Питтом «Единая география – как единство пространства, природы, культуры», опубликованном в посмертном сборнике «Четыре измерения ландшафта – 20 лет спустя» (2006): «Если ты хорошо знаешь геосистему, ты можешь понять и людей и все остальное...» (с. 156). Эта фраза дает нам напутствие для последующих новых и смелых поисков в географии. Все сказанное здесь дает нам основание признать, что идеи профессора Н.Л. Беручашвили существенно повлияли на развитие болгарского ландшафтоведения и подняли его на более высокую научную ступень.

Этой публикацией мы хотим выразить свою дань памяти Великому Географу – Николаю Левановичу Беручашвили.

Литература:

- [1] Ананиева, Р. (2016). Концепция за устойчиво развитие на туризма на Витоша, дисс. СУ, София.
- [2] Велчев, А., Стойчев, Н., Беручашвили, Н. (1989). Ландшафтна карта на България в М 1:500 000, конгрес на географите в НРБ, Велико Търново.
- [3] Велчев, А. (1994). Формиране и еволюция на съвременните ландшафти в Югозападна България, СУ, професорска теза, София.
- [4] Велчев, А, Пенин, Р., Тодоров, Н., Контева, М. (2011). Ландшафтна география на България, изд. „Булвест 2000“, София.
- [5] Велчев, А. (2016). Карст и карстови ландшафти, сборник, издателство „Ивис“, Велико Търново.
- [6] Желев, Д. (2016). Съвременни ландшафти и антропогензация в басейна на р. Сазлийка, дисс. СУ, София.
- [7] Китев, А. (2017). Картографиране и оценка на ландшафтите с природозащитна стойност в Южен и Пирин и Славянка с използване на данни от дистанционни изследвания, дисс. НИГГГ, БАН, София.
- [8] Недков, С. (2002). Особенности на структурата и динамиката на нископланинските ландшафти в Западна Средна България, дисс. ГИ, БАН, София
- [9] Петров, Г. (2009). Ландшафтни особености на източната част на Средния Предбалкан и северните склонове на Елено-Твърдишка планина, дисс. ВТУ, Велико Търново.
- [10] Петрова, М. (2014). Проблеми на съвременните ландшафти по северните склонове на Шипченска и Тревненска Стара планина и прилежащите им земи от Предбалкана, дисс. ВТУ, Велико Търново.
- [11] Стойчев, Н. (1990). Сравнителен ландшафтно-геофизически анализ горных ландшафтов Юго-Западной Болгарии и Восточной Грузии, дисс. ТГУ, Тбилиси.
- [12] Стойчев, Н., Велчев, А. (2016). Ландшафти на България – пространствена структура, издателство „Ивис“, Велико Търново.
- [13] Стоянова Й. (2013). Антропогенни изменения на ландшафтите в община Банско, дисс. НИГГГ, БАН, София.
- [14] Чорбаджийска, Е. (2013). Пространствен анализ на ландшафтите с консервационна значимост на територията на ПП „Странджа“, дисс. НИГГГ, БАН, София.

ПРИЛОЖЕНИЕ. Рис.1, Рис.2, Рис.3.

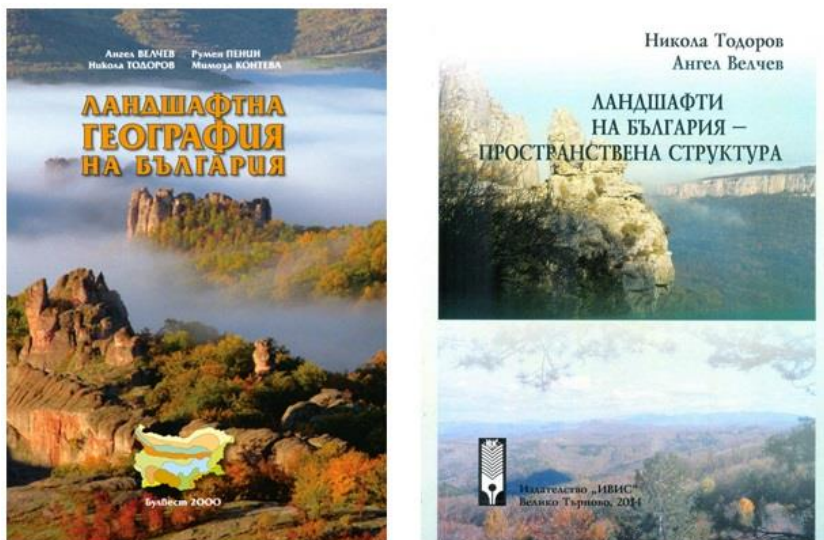


Рис. 2. Монографии о ландшафтах Болгарии последних лет издания

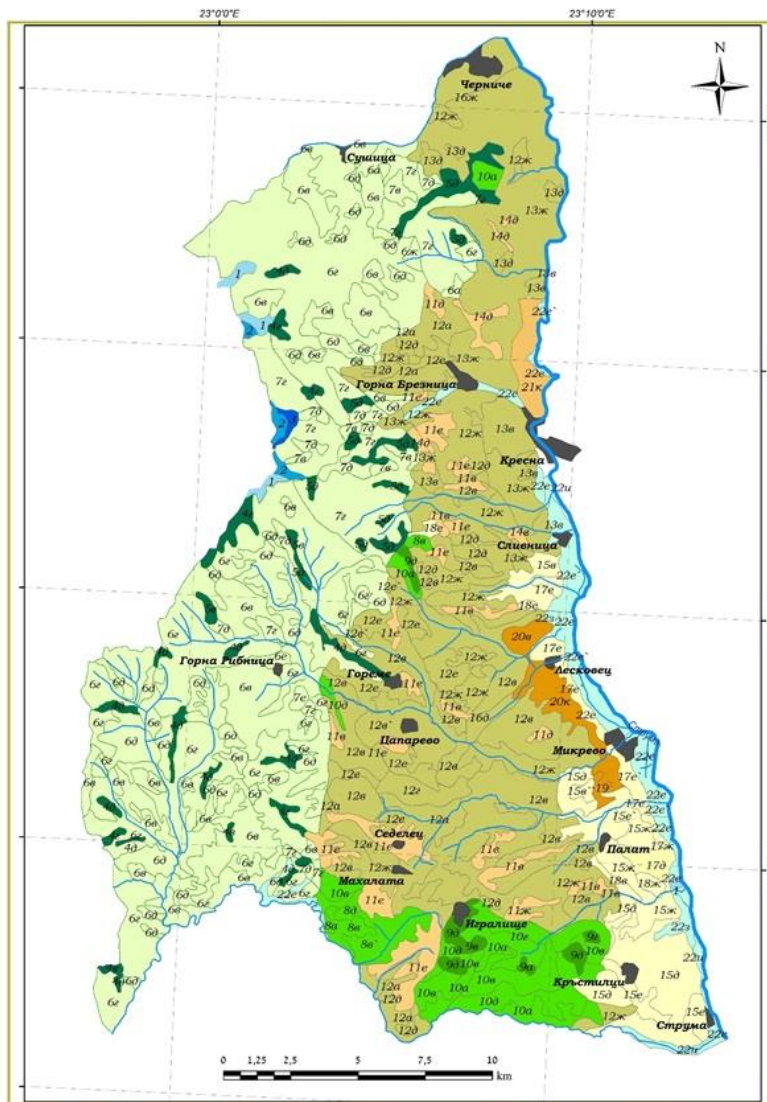


Рис. 3. Ландшафты горного массива Малешевска (Н. Стойчев, М. Контева)

К ИСТОКАМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ГЕОГРАФИИ НИКО БЕРУЧАШВИЛИ

Гордезиани Тенгиз

Ассоц. профессор Тбилисского Государственного Университета им. И. Джавахишвили, Тбилиси Грузия

e-mail: tengizgordeziani@gmail.com

С 70-х годов прошлого века начинается новый этап в развитии географической науки, в котором одно из центральных мест занимают ученые – географы бывшего Советского Союза. В сферу исследования географии попадают элементарные структурно-функциональные части природно-территориальных и социально-экономических систем, с учётом временного фактора. С этого времени в сложном процессе исследования и картографирования кроме трёх географических координат (f , y , H) появляется четвертая координата (t - время): начинается пространственно-временное исследование и картографирование географических комплексов. На этом основана пространственно-временная парадигма в географической науке, которая прямо связывается с именем выдающегося Грузинского географа и картографа, путешественника и экспериментатора профессора Николая (Нико) Левановича Беручашвили.

Он основал новое направление в современной географии – пространственно-временной анализ и синтез природно-территориальных комплексов (ПТК). Этому направлению посвящены кандидатская и докторская диссертации ученого, которые были признаны известными учеными-географами ряда стран мира. Четвертую координату в географии, о которой писал в своих работах известный теоретик географии и картографии Александр Федорович Асланикашвили, ещё в 60-х годах прошлого века, его достойный ученик – Нико Беручашвили превратил в реальность своими экспериментальными полевыми исследованиями, в различных регионах Земного шара. На основе целого цикла научных исследований в этом направлении он создал в академической географии беспрецедентную по своему масштабу научную школу под названием «Интерстекс».

Научные интересы и идеи Н.Л. Беручашвили можно объединить в три направления:

1. Ландшафтоведение и общая физическая география;
2. Картография и геоинформатика;
3. Региональная география.

Исследования по этим направлениям были проведены как им лично, так и его учениками и соратниками в разных уголках Земного шара.

Ландшафтоведение и общая физическая география. В 60-70-ых годах прошлого века проводились активные исследования в области ландшафтоведения, одной из растущих и динамических отраслей географии. В середине 60-ых годов были определены основные понятия, проблемы и задачи ландшафтоведения. В этот период во всех научных исследованиях внедряется системный подход. Именно таким объектом исследования и оказался ландшафт. На развитие и расширение научных интересов Н.Л. Беручашвили повлияло то обстоятельство, что по инициативе грузинских географов под руководством академика А.Н. Джавахишвили, Грузия стала научным центром по исследованию горных стран. Именно из этого вытекает то, что Н.Л. Беручашвили в качестве главной сферы своих исследований наметил ландшафтоведение. В 1965 году под руководством зав. Кафедрой физической географии Тбилисского государственного университета М. Санеблидзе был основан Марткопский физико-географический стационар. Основной целью этого стационара были экспериментальные исследования ландшафтов. На стационаре была установлена аппаратура для исследования структуры и функционирования ландшафтов. К началу

70-х годов прошлого столетия Марткопский стационар превратился в один из главных центров экспериментальных исследований ландшафтов в мировом масштабе. С этим периодом связывается фундаментальные научно-экспериментальные исследования Н.Л. Беручашвили, которые отразились в его дипломной работе, а затем в кандидатской диссертации (1971 г). В 1975-1976 годах он был направлен на стажировку в Парижский университет, где работал в лаборатории президента Международного Географического Союза проф. Ж. Дреша. Здесь Н.Л. Беручашвили ознакомился с богатыми традициями и опытом географических и геологических исследований Альп и Пиренеев. Вернувшись из Франции, он продолжает экспериментальные исследования на Марткопском стационаре и в различных регионах Кавказа. После обобщения результатов этих исследований Н.Л. Беручашвили публикует Ландшафтную карту Кавказа в масштабе 1: 1 000 000 (1979 г). В этом же году он основал научно-исследовательскую лабораторию по изучению состояний природной среды аэрокосмическими методами в Тбилисском государственном университете, в недрах которого выросло несколько поколений ученых. Целью лаборатории при её основании было исследование и картографирование состояний ландшафтов горных регионов бывшего Советского Союза. На следующем этапе исследования в лаборатории под руководством Н.Л. Беручашвили были созданы геоинформационные системы Грузии и Кавказа.

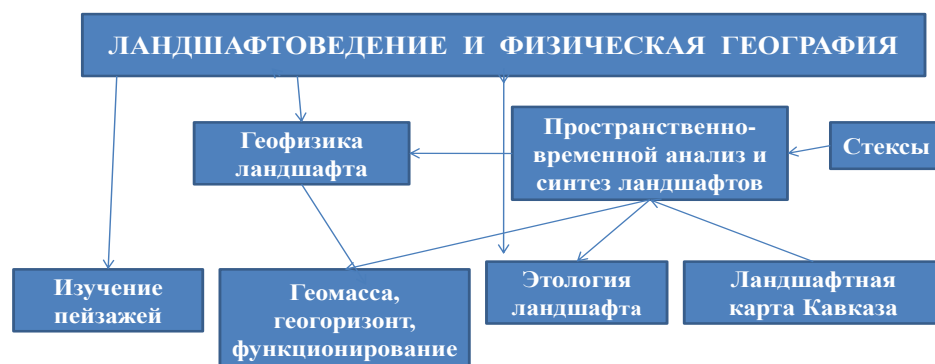


Рис. 1. Основные исследования в ландшафтоведении и физической географии, проведенные Н.Л. Беручашвили

В 1981 году в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова Н.Л. Беручашвили блестяще защитил докторскую диссертацию на тему: «Пространственно-временной анализ и синтез природно-территориальных комплексов (на примере Кавказа)», которая была признана всемирно известными учеными как новое направление в ландшафтоведении. С этим ученый положил основу новую концепцию под этим же названием – пространственно-временной анализ и синтез природно-территориальных комплексов. Издательство «Мысль» 1986 году в переработанном варианте опубликовало эту работу в виде монографии под названием «Четыре измерения ландшафта». За эти годы ежемесячно с борта вертолёта проводились аэровизуальные наблюдения и среднемасштабное картографирование состояний природно-территориальных комплексов территории Грузии, что способствовало созданию нового направления в географии – этология ландшафта. В 1989 году Н.Л. Беручашвили опубликовал монографию – «Этология ландшафта и картографирование состояний природной среды». А в 1990 году издательство «Высшая школа» публикует учебное пособие – «Геофизика ландшафта».

Под руководством Н.Л. Беручашвили было защищено более 30 кандидатских и 5 докторских диссертаций. Среди диссертантов были не только ученые из Грузии, но и из Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, Львова, Грозного, Еревана, Владивостока, Томска, Ставрополя, Саратова, Швейцарии, Болгарии, Германии, Франции.

В формировании Нико Беручашвили как ученого-географа, картографа и экспериментатора основной вклад внесли ученые педагогов четырех университетов: в Тбилисском университете – М. Санеблидзе, Х. Джакели, Т. Сахокия, А. Асланикашвили; в Московском университете – М. Гвоздецкий, В. Солнцев, А. Капица; в Санкт-петербургском университете – А. Исаченко. Из Французской географической школы на его идеи повлияли работы Ж. Дреша. В результате

сотрудничества с французскими географами его единомышленниками стали: Ж. Радвани, Ж.-Ф. Ришар, Г. Ружери, П. Торез, Р. Пит. Еще одно направление ландшафтоведения, в котором работал Н.Л. Беручашвили – это геосистемы и пейзажи. В результате этих исследований, которые проводились на Кавказе и в Альпах, в соавторстве с французским профессором Г. Ружери, в Париже было опубликовано учебное пособие на французском языке – «Геосистемы и пейзажи» для вузов Франции (1991 г).

Картография и геоинформатика. С картографией Нико Беручашвили был связан еще с ранних лет, что вытекает из семейных традиций. Его отец – известный грузинский художник Леван Беручашвили тесно дружил с выдающимся грузинским картографом А.Ф. Асланикашвили. Они вместе учились в художественном училище им. М. Тоидзе.

С 1982 года Н.Л. Беручашвили руководил кафедрой картографии-геодезии и геоинформатики Тбилисского государственного университета, этим он достойно продолжил дело его великого учителя А.Ф. Асланикашвили. На этой кафедре Н.Л. Беручашвили основал синтетическое направление картографии – ландшафтное картографирование. Практически все региональные ландшафтные исследования, проводящиеся под его руководством, заканчивались составлением крупномасштабных ландшафтных карт. Н.Л. Беручашвили является автором ландшафтной карты Кавказа (1979 г) и ландшафтно-этологической карты Мира (1991 г). Он разработал электронную версию ландшафтной карты Грузии в масштабе 1:500 000. Он же является основоположником нового направления на кафедре – динамической картографии.



Рис. 2. Деятельность Н.Л. Беручашвили в картографии и геоинформатике

Второе крупное направление, в которое внес огромный вклад Н.Л. Беручашвили, это геоинформатика и компьютерное моделирование. В 1995 году вышла его монография «Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты», в которой сосредоточены и обобщены все теоретические положения и практические результаты научных исследований ученого. Под его авторством в 1993 году вышло учебное пособие «Персональные компьютеры в географии». В сфере геоинформационного картографирования Н.Л. Беручашвили составил геоинформационные атласы для двух регионов Грузии: Аджарии и Рача-Лечхуми-Нижней Сванети. Во Франции была издана его публикация с цветными компьютерными иллюстрациями. Эти исследования дали ему возможность провести ряд научных экспериментов: в локальном, региональном и глобальном масштабах. В соавторстве с русскими, армянскими, азербайджанскими и французскими географами Н.Л. Беручашвили создал уникальное картографическое произведение – Кавказский геополитический атлас. Это картографическое произведение было опубликовано в 1996 году в Париже на французском языке, а в 2011 году в Тбилиси на грузинском языке. Геополитический

атлас Кавказа состоит из пяти частей, в которых обсуждаются общие географические особенности, население и этнический состав населения Кавказа и др.

В научной деятельности Н.Л. Беручашвили особое место занимает проблема моделирования сезонной динамики ландшафтов Земного шара. Эти работы сопровождались полевыми экспедиционными исследованиями, проводящимися в различных горных регионах нашей планеты. Н.Л. Беручашвили является автором применения т.н. «картографического фильма» при демонстрации ежедневной динамики ландшафтов Грузии, что внедрилось в динамическую картографию с 1985 года. Первые эксперименты в этом направлении под его руководством проводились в Тбилисском государственном университете.

В учебном процессе кафедры картографии-геодезии и геоинформатики, Н.Л. Беручашвили внедрил учебные дисциплины геоинформационного цикла, как в бакалавриате, так и в магистратуре. В своих работах он исследовал вопросы масштаба времени и картографическую форму пространственно-временного синтеза. Он является основоположником видео-компьютерной картографии в Тбилисском университете. В своих работах Н.Л. Беручашвили значительно продвинул новую концепцию - геоинформационное картографирование. На базе кафедры картографии-геодезии и геоинформатики в рамках междуниверситетского договора с Сорбонским университетом, под личным руководством Н.Л. Беручашвили была создана программа грузинско-французской магистратуры по специальности «Динамика среды». По его инициативе осенью 2005 года в Тбилисский университет для подписания договора был приглашен ректор Сорбонского университета, проф. Роберт Пит. Ежегодно на кафедре картографии-геодезии и геоинформатики выполнялись дипломные работы магистрантов по специальной тематике, разработанной Н.Л. Беручашвили.

Региональная география. Исходя из того, что Н.Л. Беручашвили был известным путешественником, одной из кардинальных задач своей научной деятельности он наметил проведение полевых экспедиционных исследований в различных горных регионах Земного шара. С этим и связываются все его региональные исследования в физической географии. Эти исследования по своему значению и масштабу можно разделить на три группы (рис. 3.):



Рис. 3. Деятельность Н.Л. Беручашвили в региональной географии

Стационарные исследования. Детальные исследования были проведены на Марткопском физико-географическом стационаре. Кроме того, синхронно велись полевые полустационарные

исследования: в Лагодехском, Вашлованском, Мюсерском заповедниках, а также в Казбекском районе, в Бакуриани и в Беврети (в окрестностях г. Тбилиси).

Региональные исследования. В 1986 году вместе с армянскими и азербайджанскими коллегами было опубликовано учебное пособие – «Физическая география Закавказья». Под руководством Н.Л. Беручашвили в 1996 году в Париже был напечатан «Геополитический атлас Кавказа», который на грузинском языке был издан в Тбилиси в 2011 году. Н.Л. Беручашвили создал рабочую геоинформационную систему Грузии и Кавказа, а также первую экспертную систему на примере Онского административного района в 1986 году. Он разработал методику составления ландшафтно-экологического каркаса для проведения лесоустроительных работ на территории Грузии.

Глобальные исследования. В этом направлении можно отметить составление ландшафтно-экологической карты Земного шара в масштабе 1:15 000 000. Ученый такого масштаба и эрудиции, каким был Нико Беручашвили, конечно намечал большие научные задачи в географии XXI века. Из них можно выделить несколько кардинальных направлений, по которым он работал последние годы:

- Н.Л. Беручашвили вместе с русскими коллегами готовил монографическую работу «Ландшафты горных систем Евразии». Эту работу он хотел выполнить на основе того огромного полевого материала, который был накоплен в экспедициях, проведенных под его руководством в разных горных системах Евразии. Эта монография задумывалась им в том же научном стиле, каким и является работа – «Кавказ: Ландшафты, Модели, Эксперименты».
- В сотрудничестве с французскими и испанскими коллегами Н.Л. Беручашвили намечал составление ландшафтной карты стран Средиземноморского бассейна в масштабе 1:5 000 000. На основе этой карты он планировал составить геоинформационную систему этого региона.
- В месте с французскими коллегами Н.Л. Беручашвили намечал составление глобальной геоинформационной системы по ландшафтам Земного шара.
- Перед Н.Л. Беручашвили стояла достойная миссия, которую в грузинской географии оставил ему в наследстве известный теоретик – картограф А.Ф. Асланикашвили. Это – создание фундаментального направления, на основе обобщения накопленного в течение многих лет географического знания и эмпирического материала в виде теоретической географии (Метагеографии).

Нико Беручашвили – как педагог. Педагогическая деятельность Н.Л. Беручашвили начинается на географо-геологическом факультете Тбилисского государственного университета. После защиты кандидатской диссертации он читает лекции на кафедре физической географии, проводит полевые практики на Марткопском стационаре. С 1979 года под его руководством на территории Кавказа проводятся всесоюзные полевые учебные практики для студентов-географов: Тбилисского, Московского, Ленинградского, Киевского, Львовского, Симферопольского, Саратовского, Ростовского, Тартуского, Рижского, Харьковского, Томского, Ереванского, Владикавказского, Грозненского, Краснодарского, Минского, Вильнюсского университетов. Эти практики проводились на основе методики ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний природно-территориальных комплексов, разработанной Н.Л. Беручашвили и изданной издательством ТГУ в 1983 году.

В 1980 году по его инициативе между Тбилисским, Московским, Ленинградским и Львовским университетами был подписан договор о проведении зимних студенческих экспедиций. Целью этих экспедиции было исследование и крупномасштабное картографирование зимних состояний ландшафтов разных горных регионов бывшего Советского Союза. Регионами экспедиционных исследований были: Ковалукская возвышенность (Грузия), 1980; Алазанская долина (Грузия), 1981; Карпаты (Украина), 1982; Горный Крым (Украина), 1983; Копет-Даг

(Туркменистан), 1984 ; Бассейн р. Каферниган (Таджикистан), 1985; Окрестности учебной базы Грозненского университета «Харачой» (Россия), 1986; Окрестности г. Туапсе (Россия), 1987; Онский Район (Грузия), 1988; Крым (Украина), 1989; Окрестности Марткопского стационара (Грузия), 1990 г. В результате проведения каждой из перечисленных экспедиций накапливался огромный полевой материал, на основе которого, по очередности, на географических факультетах университетов, участвующих в этих экспедициях, проводились научные студенческие конференции. Такие конференции проводились: в Тбилисском, Ленинградском, Львовском, Московском и Симферопольском университетах. В 1989 году издательство Ленинградского университета напечатало сборник статей студентов-участников этих экспедиции и конференций. Вдохновителем и организатором выше перечисленных мероприятий был Н.Л. Беручашвили. Он руководил в Тбилисском университете многими аспирантами и соискателями, которые под его руководством защитили кандидатские диссертации. В ТГУ под его руководством кандидатские диссертации защитили: Р. Маглакелидзе, Г. Элизбарашвили, Г. Тедиашвили, Т. Джибладзе, Т. Зиракашвили, Н. Элизбарашвили, Т. Гордезиани, Г. Софадзе, Р. Бешидзе, Д. Николаишвили, Ц. Жоржолиани, Т. Деканоидзе. Кроме грузинских географов под руководством Н.Л. Беручашвили кандидатские диссертации защитили: Н. Тодоров (Болгария), М.-К. Жежер (Франция), Х. Месен (Германия), В. Халатов (Армения), М. Елбакидзе (Украина), Г. Исаченко (Россия), П. Ромин (Россия), Н. Марченко (Россия), В. Братков (Россия), А. Кушлин (Россия), А. Гуня (Россия). На основе интеграции результатов исследований вышеперечисленных ученых была основана Международная научная школа «Интерстекс», которая занималась исследованием и картографированием состояний ландшафтов горных регионов Земного шара. Диссертационные работы, выполненные под руководством Н.Л. Беручашвили, переданные в ВАК для обсуждения, были выполнены на высоком научном уровне.

Отдельно надо отметить деятельность Н.Л. Беручашвили со студентами. У него был своеобразный подход в этом отношении. Однажды во время практики на Марткопском стационаре он отметил: «Педагог, полностью должен исчерпать себя при работе со студентами, нельзя оставлять до конца непонятым ничего в процессе учебы, а то затем где-то себя будешь винить, если у твоего студента что-то не хватает до завоевания определенной высоты в науке». Его любили все студенты, они осознавали то, что посещают лекции всемирно известного ученого географа. Вторая научная школа, с которой связывается формирование Н.Л. Беручашвили как ученого и педагога – это Московский университет. Здесь он часто читал лекции для студентов физико-географов и руководил полевыми практиками. Н.Л. Беручашвили для чтения лекции и проведения полевых практик был приглашен: в Парижский, Тулузский, Ницский, Страсбургский, Пражский, Софийский, Анкарский, Барселонский, Венский, Римский, Рио-де-Жанейрский, Сантьягский, Тунисский университеты. Его лекции слушали также студенты почти всех ведущих университетов бывшего Советского Союза. Н.Л. Беручашвили передавал свои знания студентам, аспирантам и соискателям не только с помощью живого слова – лекции, но и путем издания многих учебных пособий, монографий, карт и методических изданий.

Его первое учебное пособие – «Методика ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний природно-территориальных комплексов» вышло в 1983 году, оно до сих пор является настольной книгой для всех географов-ландшафтоведов и картографов, занимающихся исследованием и картографированием динамики ландшафтов. Эта методика была апробирована во многих горных системах Земного шара. В 1997 году в соавторстве с М. Жучковой в Москве вышло учебное пособие «Методы комплексных физико-географических исследований». В 1992 году на грузинском языке в Тбилиси публикуется лекционный курс «Ландшафтоведение», а в 1993 году – пособие «Ландшафтная практика на Марткопском стационаре».

Отдельно можно отметить деятельность Н.Л. Беручашвили в школьной географии. В результате своих путешествий и поездок в разные страны Европы он знакомился со многими школьными учебными пособиями по географии для разных классов. На основе накопленного опыта в 1996

году Н.Л. Беручашвили создал оригинальное школьное учебное пособие нового типа по Географии Грузии в двух частях (с 1998 г. - в соавторстве с Н. Элизбарашвили и З. Давиташвили). Эти книги насыщены картами и цветными иллюстрациями. Н.Л. Беручашвили руководил также ежегодными олимпиадами по географии для учащихся средних школ Грузии. Надо отметить, что учебные пособия по географии, созданные Н.Л. Беручашвили, дали своеобразное новое дыхание школьной географии Грузии. Он является автором новой концепции школьной географии в Грузии, которая была опубликована в пятом номере «Кавказского географического журнала».

Нико Беручашвили – как организатор. Для каждого ученого одним из значительных свойств является его организационная способность. Н.Л. Беручашвили был щедро одарен этим свойством, что и послужило его формированию как известного, выдающегося ученого. Его интеллектуальные способности, безупречная интуиция, сила воли и трудолюбие, организационные способности и четкое определение рабочего времени, являются характерными свойствами Н.Л. Беручашвили. На основе всех вышеперечисленных свойств в 1971 году он в возрасте 23 лет защитил кандидатскую диссертацию и стал самым молодым кандидатом наук, а затем и доцентом, среди географов бывшего Советского Союза. А в 1981 году в возрасте 33-х лет он стал доктором географических наук и профессором. Беспредельная организационная способность и особенная внутренняя дисциплина дали ему возможность создать независимую научную школу, представители которой работают в географических учреждениях разных стран Мира. Работая рядом с Н.Л. Беручашвили, тебя всегда звала наука, ты находился в постоянной готовности искать новое и созидать новые идеи. Становится ясным, что по - другому невозможно, и что ты принадлежишь науке, осознаешь то, что все это не искусственное, а естественное явление.

Н.Л. Беручашвили с 1967 года был научным руководителем, а с 1985 года стал заведующим Марткопским физико-географическим стационаром (после кончины основателя стационара М.С. Санеблидзе). Стационар стал научным центром в исследовании функционирования и динамики ландшафтов. Н.Л. Беручашвили является организатором и вдохновителем многих дальних экспедиций в различные горные регионы бывшего СССР. Эти экспедиции были примерами организационной способности и отваги ученого. Автор этих строк лично принимал участие во многих этих экспедиционных исследованиях.

Отдельно можно отметить те научные **семинары и конференции**, которые устраивал Н.Л. Беручашвили, где решались многие проблемные вопросы современной географии. На базе Марткопского стационара в 1983 году он организовал школу-семинар, в работе которого участвовали все выдающиеся ландшафтоведы и картографы бывшего Советского Союза. Аналогичные семинары на Марткопском стационаре проводились в 1985, 1987 и 1989 и т.д. годах.

В 1986 году Н.Л. Беручашвили в Тбилисском государственном университете организовал международную научную конференцию, посвященную 70-летию его учителя А.Ф. Асланикашвили. В этой конференции кроме ученых-картографов бывшего СССР участвовали коллеги из Германии, Франции, Польши и Болгарии. Аналогичную конференцию, уже посвященную 75-летию А.Ф. Асланикашвили, Н.Л. Беручашвили организовал и в 1991 году. В 1996 году состоялся очередной съезд Географического Общества Грузии, где Н.Л. Беручашвили был избран вице-президентом и председателем Национального Комитета Грузинских Географов этого Общества по линии Международных научных отношений. Зимой 1997 года по его инициативе в ТГУ был приглашен известный французский географ и путешественник Ж.Ф. Ришар и на базе кафедры картографии-геодезии и геоинформатики, географо-геологического факультета состоялась конференция – «География в Грузии», где с докладами выступили все видные ученые-географы Грузии. В 1998 году в Париже был напечатан сборник материалов упомянутой конференции, редактором которого с грузинской стороны был Н.Л. Беручашвили. В этой работе излагается состояние географической науки в Грузии конца XX века. В 1999 году он руководил работой конференции, которая посвящалась одной из важных междисциплинарных проблем – биоразнообразию. Он же является научным редактором сборника материалов этой конференции – «Биологическое и

ландшафтное разнообразие Грузии». В 1999 году Н.Л. Беручашвили участвовал в работе конференции, состоявшейся на корабле, курсирующем по маршруту: Батуми – Стамбул – страны Черного моря. На этой конференции он выступил с докладом на тему «Божественное в ландшафте». В работе конференции участвовал Католикос-Патриарх Всея Грузии, святейший и блаженнейший Илия II.

С 1997 года по инициативе Н.Л. Беручашвили в Географическом Обществе Грузии 19 декабря ежегодно проводится научная конференция – «Актуальные вопросы современной географии», где обсуждаются как теоретические, так и практические проблемы географии.

В 2002 году под руководством Н.Л. Беручашвили в Тбилиси проводилась Международная конференция, посвященная 150-летию основания Географического Общества Грузии. В работе конференции принимали участие: президент Международного Географического Союза (МГС) профессор А. Батимер (Ирландия), вице-президент МГС, профессор Н. Глазовский, член-корр. РАН, профессор А. Капица, профессор Ж. Радвани и профессор П. Торез (Франция), профессор А. Хоецян (Армения), профессор М. Мусейбов (Азербайджан) и др. На конференции были обсуждены основные проблемы современной географии. На этой конференции состоялась презентация первого номера, нового международного периодического издания – «Кавказский географический журнал», основателем которого стал Н.Л. Беручашвили. Он являлся главным редактором редколлегии этого журнала.

В 2004 году Н.Л. Беручашвили участвовал в работе конгресса МГС в г. Глазго. В этом же году он был избран председателем комиссии МГС «Ландшафтный анализ», основателем которой является он. Под эгидой этой комиссии в 2005 году в Тбилиси состоялась Международная научная конференция на тему – «Критические территории в ландшафте». В работе этой конференции принимали участие ученые-географы из более 20 стран Мира. В 2004-2005 гг. Н.Л. Беручашвили принимал участие в Международном научном проекте, в результате которого он провел полевые исследования в Тунисе, в Бразилии и в Патагонских Андах (Чили), где он апробировал свою методику ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний ландшафтов. В 1984-1992 и 2001-2004 годах Н.Л. Беручашвили руководил диссертационным советом в Тбилисском университете. Марткопский стационар и кафедра картографии-геодезии и геоинформатики под его руководством стали научными центрами международного масштаба и очень многого достигли как в учебном процессе, так и в научных исследованиях.

Научно-географическое и картографическое наследие, которое вмещает в себя огромный объем: научных статей, монографий, сборников, учебных и методических пособий, карт, атласов и т.п. поставил на особенный путь современную – новую по своей сущности – пространственно-временную географию, у истоков которой всегда стоял выдающийся ученый и экспериментатор современности, профессор Нико Беручашвили.

SUMMARY

TO SOURCES OF EXISTENTIAL GEOGRAPHY - NIKO BERUCHASHVILI

Gordeziani Tengiz

Assoc. Professor of I. Javakishvili Tbilisi State University, Tbilisi Georgia

E-mail: tengizgordeziani@gmail.com

Scientific interests and N.L. Beruchashvili's ideas can be united in three directions: 1) Landscape and general physical geography; 2) Cartography and geoinformatics; 3) Regional geography. Researches on these directions have been conducted as him personally, and his pupils and colleagues in different corners of the Globe as under his management, and individually. In the 60-70th years of

the last century active researches in the field of a landscape, were conducted by one of the growing and dynamic branches of geography. In the middle of the 60th years the basic concepts, problems and problems of a landscape have been defined. The landscape was such object of a research also. In 1965 under the leadership of the department chair of physical geography of the Tbilisi state universitet M. Saneblidze the Martkopy physiographic stationary has been based. Pilot studies of landscapes were a main objective of this hospital. By the beginning of the 70th years of last century the Martkopy stationary has turned into one of the main pilot studies of landscapes by the center on a global scale. Contacts this period fundamental scientific pilot studies of N.L. Beruchashvili which were reflected in his thesis, and then in candidate and doctor's theses. As a result of these researches the scientist has put a basis the new concept under the name – the existential analysis and synthesis of natural and territorial complexes. Since 1982 N.L. Beruchashvili directed department of cartography geodesy and geoinformatics of the Tbilisi State University. Has based the synthetic direction of cartography on this department of N.L. Beruchashvili – landscape mapping. N.L. Beruchashvili is the author of the landscape map of the Caucasus (1979) and the landscape and ethological world map (1991). He has developed the electronic version of the landscape map of Georgia in scale 1:500 000. He is a founder of the new direction at department – dynamic cartography. The second large direction in which I have made a huge contribution of N.L. Beruchashvili - geoinformatics and a computers modeling. In 1995 there was his monograph "the Caucasus: landscapes, models, experiments" in which all theoretical provisions and practical results of scientific research of the scientist are concentrated and generalized. Proceeding from the fact that N.L. Beruchashvili was the famous traveler one of cardinal problems of the scientific activity he has planned carrying out field forwarding researches in the mountain regions of the Globe. All his regional researches in physical geography also contact it. These researches on the value and scale can be divided into three groups: 1) Stationary researches; 2) Regional researches; 3) Global researches. The scientist of such scale and erudition, what was Nicko Beruchashvili, of course planned big scientific tasks in geography of the 21st century.

From them it is possible to allocate several cardinal directions in which he worked posledny years: A) N.L. Beruchashvili in the place with the Russian colleagues prepared monographic work "Landscapes of the mountain systems of Eurasia"; B) In cooperation with the French and Spanish colleagues of N.L. Beruchashvili drawing up the landscape map of the countries of the Mediterranean Basin in scale 1:5 000 000. On the basis of this card he planned to make a geographic information system of this region; also, he make a geographic information system of Black Sea region 1:500 000; C) In the place with the French colleagues of N.L. Beruchashvili planned drawing up a global geographic information system on Globe landscapes; D) N.L. Beruchashvili was faced by a worthy mission which in the Georgian geography was left to him in inheritance by the famous theorist – the cartographer A.F. Aslanikashvili. It is creation of the fundamental direction, on the basis of generalization of the geographical knowledge and empirical material accumulated for many years in the form of theoretical geography.

სივრცე-დროითი სინთეზის კარტოგრაფიული ფორმა ბუნებრივ
ტერიტორიული კომპლექსების მდგომარეობათა
კარტოგრაფირების პროცესში

გორდეზიანი თენგიზ

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო

e-mail: tengizgordeziani@gmail.com

**ВРЕМЕННОЙ СИНТЕЗ В КАРТОГРАФИИ НА ПРИМЕРЕ СУТОЧНЫХ СОСТОЯНИЙ
ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ (ПТК)**

Гордезиани Т.П.

Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, Грузия

e-mail: tengizgordeziani@gmail.com

Картографическая генерализация делится на две части: 1. Картографическая форма абстрагирования; 2. Картографическая форма обобщения. Абстрагирование касается конкретного пространства объективной реальности, а обобщение – содержательных аспектов явлений природы и общества. В работе рассмотрены взгляды о генерализации трех научно-картографических школ: русской, грузинской и западноевропейской. При картографировании динамики явлений функционирует новая форма генерализации – пространственно-временная генерализация, которая является результатом временного синтеза разновременных карт. Поставленный вопрос решается на примере карт суточных состояний ПТК. Временной синтез осуществляется для одного месяца, сезона и года. Аналогичная форма синтеза приемлема для более значительных отрезков времени. В процессе пространственно-временной генерации нарушается т.н. «железный закон» картографического отображения, который заключается в изменении масштаба пространства при генерализации. Пространственно-временная генерализация сопровождается функционированием масштабов пространства, содержания и времени. Масштаб времени в работе трактуется как степень перехода от высокочастотной шкалы времени на разреженную шкалу.

Ключевые слова: временной синтез, динамическая генерализация, масштаб времени

კარტოგრაფიული სინთეზი და გენერალიზაცია კარტოგრაფიის საკვანძო საკითხებს განეკუთვნება. სახვის ეს ფორმები მონაწილეობენ რეალობის ბუნებრივი და სოციალური ეკონომიკური მოვლენების კარტოგრაფირების პროცესში. წინამდებარე სტატიის ამოცანას შეადგენს ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსების (ბტკ) დღლელამურ მდგომარეობათა (სტექსების) კარტოგრაფირებისა და მისი შედეგის - რუკათა სერიის სივრცულ-დროითი სინთეზის განხორციელება, რომელიც უშუალოდ დაკავშირებულია სივრცულ-დროითი გენერალიზაციის პროცესთან.

კარტოგრაფიული გენერალიზაციის საკითხი შეიძლება მივაკუთვნოთ კარტოგრაფიაში მუდმივი კლვევის პროცესში მყოფ საკითხთა ჯგუფს. რუსული კარტოგრაფიის ცნობილმა მკვლევარმა კ. სალიშჩევმა ამ საკითხს მთელი რიგი ნაშრომები მიუძღვნა [15; 16]. ეკონომიკური გეოგრაფიის რუსული სკოლის მამამთავრის ნ. ბარანსკის შრომებში კარტოგრაფიული გენერალიზაციის საკითხებს ერთ-ერთი ცენტრალური ადგილი უკავია. სწორედ მან დაამკვიდრა კარტოგრაფიაში “რუკის ინფორმაციატევადობის” ცნება. რამაც უარყო შეხედულება იმის შესახებ, რომ თითქოს კარტოგრაფიული გენერალიზაციის განხორციელების შედეგად ვერ ვღებულობთ ახალ ინფორმაციას [5]. ამ მიმართულებით საყურადღებო შრომები აქვთ ასევე სხვა მკვლევარებსაც [6; 7;

12; 14]. სწორედ ზემოთ დასახელებული შრომების შედეგად დამკვიდრდა კარტოგრაფიული გენერალიზაციის ცნების მეცნიერული გაგება. კარტოგრაფიაში გენერალიზაცია ეწოდება რუკაზე ასახული კონკრეტული შინაარსის მეცნიერულად ზუსტ, სინამდვილესთან მიახლოებულ, განზოგადებას. გენერალიზაცია თან ახლავს რუკის შექმნის მთელს პროცესს ადგილის აგეგმვიდან დაწყებული, ყველაზე წვრილმასშტაბიანი რუკის შედგენით დამთავრებული. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ გენერალიზაცია, როგორც სპეციფიკური მეთოდი, არ არის დამახასიათებელი მხოლოდ კარტოგრაფიისათვის [13]. იგი ახასიათებს სხვა დარგებსაც და ფუნქციონირებს კარტოგრაფიული გამოსახულებების საბოლოო სახის მიღებამდე. რუკის შედგენისას კი ადგილი აქვს საკუთრივ კარტოგრაფიულ გენერალიზაციას. კარტოგრაფიული გენერალიზაცია მეცნიერული განზოგადების გამოვლინების კერძო სახეა, ამ ცნების ფართო გაგებით [14]. გენერალიზაციის, ანუ განზოგადების გარეშე არ სრულდება არც ერთი კარტოგრაფიული გამოსახულება. მეცნიერული განზოგადება შეადგენს არსებით რგოლს საერთოდ შემეცნების პროცესში. მას მივყავართ კერძოდან ზოგადისაკენ, საგნებისა და მოვლენების განვითარების ზოგადი კანონებისა და კანონზომიერებებისაკენ. გენერალიზაციის ელემენტებს შეიცავს ნებისმიერი მეცნიერული აღწერილობა კარტოგრაფიაში, რომელიც თავისებური, სპეციფიკური `ენით` – სახვით საშუალებათა სისტემით სარგებლობს და გენერალიზაციას განსაკუთრებულ ხარისხსა და ხასიათს ანიჭებს.

კარტოგრაფიული გენერალიზაციის შედეგი - რუკა ძირფესვიანად განსხვავდება პერსპექტიული სურათისაგან, აეროსურათისაგან და კოსმოსური სურათისაგან. აეროსურათები აღბეჭდავენ ყველაფერს, არსებით ნიშნებს და შემთხვევით მეორეხარისხოვან დეტალებსაც კი, რომელთა სიმრავლე, სულაც არ უშლის ხელს მთავარი ნიშნების მოძებნას იგივე სურათზე. კარტოგრაფიული გენერალიზაციის პროცესის განხორციელებას გააჩნია თავისი ეტაპები და საფეხურები, რომლებიც თანდათანობით ხორციელდება და საბოლოოდ ვღებულობთ მაქსიმალურად გენერალიზებულ კარტოგრაფიულ გამოსახულებას ან გენერალიზებულ რუკას იმ დონემდე, რა დონეც ჩვენ გვინტერესებს. ყოველივე ამისათვის არსებობს საშუალებათა სისტემა, რომელზედაც დაყრდნობით ხორციელდება ეს საკმაოდ რთული პროცესი. ამ სქემათა მიხედვით ყველა კარტოგრაფირებადი ობიექტის გენერალიზაცია ხორციელდება ცალ-ცალკე, რაც საბოლოო ჯამში ქმნის კარტოგრაფირებად კონკრეტულ სივრცესა და შინაარსს.

საკუთრივ კარტოგრაფიულ გენერალიზაციამდე ადგილი აქვს ლოგიკურ გენერალიზაციას, რომელიც კარტოგრაფიის კომპეტენციაში არ შედის. გენერალიზაციის სახეების კლასიფიკაციას იძლევა ა. ბერლიანტი - ყველა სახის გეოგამოსახულების აუცილებელ თვისებად ითვლება მათი გენერალიზებადობა. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივია არსებობს გენერალიზაციის სხვადასხვა სახეები, კარტოგრაფიული გენერალიზაცია გულისხმობს კარტოგრაფირებადი ობიექტის მთავარი, ტიპური ნიშნების შერჩევას, განზოგადებასა და გამოყოფას. გენერალიზაციის ეს სახე ეხება ობიექტების სივრცობრივ გეომეტრიულ ფორმებს, მათ ხარისხობრივ და ოდენობრივ შემეცნებით ასპექტებს (მარტივი ცნებებიდან უფრო რთულისაკენ გადასვლა) [16]. კარტოგრაფიული გენერალიზაცია ხშირად განმარტებულია როგორც მეცნიერული აბსტრაქციების პროცესი, რომელშიც მნიშვნელოვან როლს მიზნობრივი გადაწყვეტილებები ასრულებს, იგი განისაზღვრება რუკის დანიშნულებით, მასშტაბითა და მოვლენათა ასახვის თავისებურებებით [8]. ავტორი გამოჰყოფს ასევე გენერალიზაციის არაკარტოგრაფიულ ფორმებსაც: დისტანციურს, დინამიკურს, ლოგიკურ-მათემატიკურს და დიალოგურ-კარტოგრაფიულს. უკვე ნათელი ხდება, რომ გენერალიზაცია ხორციელდება სივრცესა (გეგმური და ვერტიკალური) და დროში, ასევე, შინაარსეული პარამეტრებითაც [6].

გენერალიზაციის ზემოთჩამოთვლილ სახეობათა შორის ჩვენს შემთხვევაში განსაკუთრებით საინტერესოა დინამიკური ანუ სივრცულ-დროითი კარტოგრაფიული გენერალიზაცია, რომელსაც ადგილი აქვს მხოლოდდამხოლოდ მოვლენათა დინამიკის კარტოგრაფირების დროს. გენერალიზაციის კვლევისას ახალ ეტაპად ითვლება კარტოგრაფიული გენერალიზაციის ახალი

კუთხით გაშუქება. იმაზე დამოკიდებულებით, თუ ობიექტური სინამდვილის რა მხარეებს ასახავს რუკა, ან სხვა კარტოგრაფიული გამოსახულება.

კარტოგრაფიული გენერალიზაციის შესახებ არსებულ შეხედულებათა შეფასებისა და ღრმა ანალიზის შემდეგ ალ. ასლანიკაშვილმა ეს პრობლემა სულ სხვა პრიზმაში გამოიკვლია და ახალ ეტაპზე აიყვანა [1; 4]. ავტორი იმოწმებს ცნობილ მკვლევართა შრომებს და გენერალიზაციის პროცესში შეაქვს ორი ძირითადი მომენტი, ორი მხარე, უკავშირებს რა კარტოგრაფიული გენერალიზაციის საკითხებს აბსტრაქციებისა და განზოგადების ლოგიკურ ხერხებს. იმის გამო, რომ ყოველი რუკა, თუ სხვა კარტოგრაფიული გამოსახულება, ასახავს ობიექტური რეალობის ორ მხარეს - კონკრეტული სივრცისა და მასში კოდირებულ შინაარსს, კარტოგრაფიული გენერალიზაციაც აუცილებლად ორი ნაწილისაგან უნდა შედგებოდეს. ესენია: ა) აბსტრაქციებისა და განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა პირდაპირ კავშირშია აბსტრაქციის ლოგიკურ ფორმასთან და გულისხმობს კონკრეტული სივრცის აბსტრაქციებას (გამარტივებას, სქემატიზაციას). ბ) განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა კი გულისხმობს კარტოგრაფირებადი შინაარსის საჭირო ელემენტების შერჩევას განზოგადების მომდევნო ეტაპისათვის. აქვე არ შეიძლება არ აღინიშნოს, რომ ავტორი არ ახდენს გენერალიზაციის ეტიმოლოგიური მნიშვნელობის იგნორირებას, არამედ მას ჰყოფს ორ ფორმად თავიანთი საგნების შესაბამისად.

სივრცითი სტრუქტურის გამარტივებული, აბსტრაქტიზებული ანასახი ანუ მოდელი არის რუკა, რომელიც სპეციფიკური ნიშნობრივი სისტემით - რუკის ენით არის შესრულებული. ამიტომ კარტოგრაფიული აბსტრაქტიზების პირველი სპეციფიკური მხარე, რასაც თვით აბსტრაქტიზების საგანი აპირობებს, არის ის, რომ იგი რუკის ენით სრულდება, ე.ი. კარტოგრაფიული აბსტრაქტიზება ლოგიკური აბსტრაქტიზების ისეთი სპეციფიკური ფორმაა, რომელიც არა ბუნებრივი, არამედ რუკის ენით მოდის სისრულეში. მთავარი ფაქტორი, რომელიც ზემოქმედებს აბსტრაქტიზების კარტოგრაფიულ ფორმაზე, ეს არის აბსტრაქტიზების ხარისხი (გამოსახულების სივრცის მასშტაბი) [1]. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ აბსტრაქტიზების კარტოგრაფიული ფორმა განზოგადების ელემენტებსაც შეიცავს, რომელსაც ანასახი კერძოს ფარგლებს გარეთ არ გამოჰყავს. კარტოგრაფიულად აბსტრაქტიზებულში, არსება მოვლენაში, ზოგადი კი კერძოშია ხაზგასმული. ამიტომ რუკაში აბსტრაქტიზებული სივრცე ცალკეულისა და ზოგადის სპეციფიკური ერთიანობაა. ეს არის კარტოგრაფიული აბსტრაქციის კიდევ ერთი სპეციფიკური მხარე. საგნის კონკრეტული სივრცის სტრუქტურა, რომელიც აისახება რუკაზე, თუ იგი ნამდვილად სტრუქტურაა, რომელიც კარტოგრაფიის კვლევის საგანს წარმოადგენს, აუცილებლად შეიცავს შემდეგი სამი კატეგორიის ელემენტებს: 1) ათვლის სივრცით სისტემას, 2) კვლევის საგანთა სივრცით ფორმებს და 3) იმ საგანთა სივრცით ფორმებს რომელთა მიმართ თანაარსებობის ფორმა (ურთიერთგანლაგების წესრიგი) წარმოადგენს კვლევის ინტერესს.

აბსტრაქტიზების პროცესის სტრუქტურაში გამოიყოფა ოთხი ძირითადი ეტაპი: პირველი ეტაპი გულისხმობს კვლევის საგნის სივრცისა და შინაარსის წინასწარ აზრისეულ აბსტრაქტიზებას, ე.ი. რუკის ყოველ ელემენტში იმ ობიექტის შერჩევასა და გამოყოფას, რომლებზედაც უნდა მოხდეს შემდგომი აზრისეულ-გრაფიკული ზემოქმედება.

მეორე ეტაპი არის აზრისეულ-გრაფიკული აბსტრაქტიზება პირველ ეტაპზე შერჩეული და გამოყოფილი ობიექტების სივრცისა, რასაც ქმედითობის ყოველ მომენტში “შედეგლობაში აქვს” მათი შინაარსი. მესამე ეტაპი არის ამავე ობიექტების შინაარსის განზოგადება. ამ ეტაპზე განზოგადებულმა შინაარსმა უნდა “შეავსოს” მეორე ეტაპზე აბსტრაქტიზებული სივრცე. მეოთხე ეტაპი არის აბსტრაქტიზებულ-განზოგადებული ობიექტების პროცესის საბოლოო სახე მრავალმხრიობის აზრისეული ერთიანობის კარტოგრაფიული გამოსახულება ანუ რუკა [4].

როგორც ვხედავთ, სინთეზის კარტოგრაფიული ფორმა, თან ახლავს კარტოგრაფიული გენერალიზაციის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს - კარტოგრაფიულ აბსტრაქტიზებას. წამყვანი ფაქტორი, რომელიც თავისებურად მართავს კარტოგრაფიული აბსტრაქტიზების პროცესს - ეს არის რუკის დანიშნულება. თუ გავითვალისწინებთ, რომ თვით მასშტაბი წარმოადგენს პირველ რიგში

რუკის დანიშნულების ფუნქციას, მაშინ რუკის დანიშნულება წარმოგვიდგება, როგორც გენერალიზაციის პროცესის წამყვანი ფაქტორი [17].

ამრიგად, შემეცნების პროცესში, რომელიც რუკის ენით ხორციელდება, აბსტრაქტიზების საჭიროება გარღვეულია და თუ გამოსახულების შემცირებასთან გვაქვს საქმე, მხოლოდ იმიტომ, რომ ამას აბსტრაქტიზება მოითხოვს [4]. ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ რუკის მასშტაბი ანუ კონკრეტული სივრცის აბსტრაქტიზების ხარისხი, წარმოადგენს რუკის დანიშნულების ფუნქციას. ე.ი. აქედან გამომდინარე, რუკის დანიშნულების შეცვლა იწვევს მისი ფუნქციის - მასშტაბის შეცვლასაც (მსხვილი მასშტაბიდან - წვრილისაკენ). რაც, შეიძლება ითქვას, ზოგიერთი გამოწვევის გარდა თან ახლავს, როგორც აბსტრაქტიზების, ისე განზოგადების კარტოგრაფიულ ფორმას.

მეორე ფორმა, რომელიც ალ. ასლანიკაშვილმა გამოჰყო კარტოგრაფიული გენერალიზაციის პროცესში, ეს არის განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა, რომელიც კარტოგრაფირებადი სინამდვილის შინაარსულ ასპექტს ეხება. განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა გულისხმობს კარტოგრაფირებადი სინამდვილის შინაარსის განზოგადებას. იგი, აბსტრაქტიზების კარტოგრაფიული ფორმისაგან განსხვავებით არ ითვლება სპეციფიკურ-კარტოგრაფიულ ფორმად. ამის მიზეზია ის, რომ შინაარსის განზოგადების პროცესი ხორციელდება ჩვეულებრივი ბუნებრივი სიტყვების ენით და მხოლოდ ამ პროცესის შედეგი აისახება რუკის ენით, აბსტრაქტიზებულ სივრცესთან ერთად. შინაარსული განზოგადების არსი მდგომარეობს მოცემული კონკრეტული მრავალმხრიობის მოკლე გადმოცემაში. იგი შეიცავს: 1) სივრცისა და შინაარსის სინთეზს, 2) აბსტრაქტიზებული სივრცის კომპონენტების განსაზღვრული შინაარსის მრავალმხრიობის სინთეზს, 3) წინა ეტაპზე ანალიზის შედეგად მიღებული განსაზღვრულობებიდან მთავარი, წამყვანი, მამოძრავებელი ნიშანთვისებების აბსტრაქტიზებას და მათგან მეორეხარისხოვანი: უმნიშვნელო, შემთხვევითი ნიშნების ჩამოცილებას (განყენებას), 4) სინთეზი წარმოადგენს შინაარსული განზოგადების ბოლო საფეხურს. იგი ადგენს ურთიერთკავშირს შინაარსის სხვადასხვა მხარეებს შორის, რომელთა აბსტრაქტიზება მოხდა წინა ეტაპზე, ავლენს მათი ურთიერთკავშირის წესრიგს და ყოველივე ამას აფორმებს ენობრივ გარეშე, როგორც თითოეული მრავალმხრივობის შინაარსული ზოგადისა [4]. როგორც კარტოგრაფიული აბსტრაქტიზების, ისე განზოგადების დროსაც,

რუკის მასშტაბი ითვლება ამ პროცესის განმსაზღვრელ ფუნქციად. განზოგადების ინტენსივობა დამოკიდებულია რუკის მასშტაბის ცვალებადობაზე (ნაკლებად დეტალურისაკენ). ამრიგად, კარტოგრაფიული გენერალიზაციის პროცესი თანამედროვე კარტოგრაფიაში წარმოდგენილია ორი ნაწილით - აბსტრაქტიზებისა და განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმებით. ორივე ამ ფორმას განსაზღვრავს და მართავს რუკის მასშტაბი, რომელიც საერთოდ კარტოგრაფიული გენერალიზაციის ფუნქციად მოიაზრება [2; 3].

ჩვენს ამოცანას წარმოადგენს დასაბუთება იმისა, ფუნქციონირებენ თუ არა აბსტრაქტიზებისა და განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმები დინამიკური მოვლენების კარტოგრაფირებისას და კერძოდ კი ბტკ-ების დღე-ღამურ მდგომარეობათა (სტექსების) რუკების დროითი სინთეზის პროცესში. რადგან, კარტოგრაფიული გენერალიზაცია დაყოფილ იქნა ორ ნაწილად, ამიტომ მიზანშეწონილად მივიჩნით ეს საკითხი გამოგვეკვლია ცალ-ცალკე - აბსტრაქტიზებისა და განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმების პრიზმაში. გენერალიზაციის სახეობათა შორის საინტერესო პროცესს წარმოადგენს დინამიკური გენერალიზაცია: დინამიკური გენერალიზაცია ეს არის გამოსახულების მექანიკური განზოგადება, რომელიც საშუალებას იძლევა დავაკვირდეთ მთავარ, დროში შედარებით მდგრად კანონზომიერებებს. მოვლენათა განვითარების ტიპურ ხანგრძლივ ტენდენციებს. დინამიკური გენერალიზაცია კარტოგრაფიულ და დისტანციურ გენერალიზაციას ამატებს დროით მომენტს [6]. როგორც ამ შეხედულების ავტორი ა. ბერლიანტი

აღნიშნავს, დინამიკურ გენერალიზაციას ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც მოვლენის გამოკვლევა ან მასზე დაკვირვებები მიმდინარეობს ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

ჩვენს შემთხვევაში ე.წ. “კარტოგრაფირებადი დრო”, რომლისთვისაც განხორციელებულია რუკათა სივრცულ-დროითი სინთეზი, შეადგენს ერთ წელიწადს. სტექსების რუკა, რომელიც ყოველი დღე-ღამისათვის დგება, არის 1:2500000 მასშტაბისა. ეს რუკა შედგენილია კავკასიის ლანდშაფტური რუკის საფუძველზე [9; 10], რომლის სივრცის მასშტაბი არის 1:1000000 პირველი მასშტაბიდან ორსაფეხურიანი გადასვლის შედეგად მიღებულია მეტ-ნაკლებად აბსტრაქტირებული ლანდშაფტური რუკა, რომელიც წარმოადგენს შემდგომი კარტოგრაფირების საფუძველს.

სტექსების კარტოგრაფირება რომ დინამიკურ ელემენტს შეიცავს ან მთლიანად დინამიკურია, ეს თვით მისი ცნებიდან ჩანს [11]. თუ ტრადიციულად, აბსტრაქტირების კარტოგრაფიული ფორმის განხორციელების დროს ხდება გადასვლა მსხვილიდან წვრილ მასშტაბზე, რაც იწვევს სწორედ კონკრეტული სივრცის აბსტრაქტირებას - ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში ადგილი აქვს პირუკუ სვლას წვრილიდან მსხვილი მასშტაბისაკენ [3]. ყოველივე აღნიშნულს მოითხოვს შედგენილი რუკებისა და საერთოდ სივრცულ-დროითი სინთეზის დანიშნულება. უკანასკნელის ქვეშ იგულისხმება შედგენილი რუკების კითხვადობისა და ინფორმაციატევადობის ხარისხი. რადგან ჩვენს მიერ სტექსების რუკათა დროში სინთეზი განხორციელებულ იქნა სამ ძირითად საფეხურად, ამიტომ მთელს ამ პროცესში მასშტაბმა მხოლოდ ერთჯერ მოითხოვა შეცვლა - სტექსების რუკათა თვეში სინთეზის საფეხურზე. ერთი თვისათვის შედგენილი სინთეზური რუკა წარმოდგენილი იქნა უფრო მსხვილ მასშტაბში (1:1000000), ვიდრე მასში ‘ჩალაგებული’ რუკები (1:2500000). შემდგომ, დროში სინთეზის კიდევ ორ საფეხურზე მასშტაბი არ შეცვლილა და კარტოგრაფირება გაგრძელდა იგივე - 1:1000000 მასშტაბში. მოხდა თუ არა კარტოგრაფირებული სივრცითი ფორმების აბსტრაქტირება, დროში სინთეზის აღნიშნულ სამ საფეხურზე? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად განვიხილოთ აბსტრაქტირების პირველადი საგანი - საქართველოს ტერიტორიისათვის შედგენილი სტექსების რუკები 1987 წლისათვის - სულ 365 რუკა. ამ სერიაში დაფიქსირებულია 172 სახის სტექსის 789 კონტური. ამ სტექსების კონტურთა რაოდენობა იმიტომ გვანტერესებს, რომ თითოეული სტექსი რუკაზე სივრცითი ფორმის სახით არის წარმოდგენილი, ხოლო ეს უკანასკნელი კი გვევლინება როგორც აბსტრაქტირების საგანი.

მასშტაბის გამსხვილებით ჩვენ გადავდივართ დროში სინთეზის პირველ საფეხურზე - ანალოგიურ რუკათა ერთ თვეში სინთეზზე, პირველადი ინფორმაციის შენარჩუნებით. ყოველი თვის მანძილზე ჩვენ ვარჩევთ ე. წ. დომინანტურ სტექსებს დროში ხანგრძლივობის მიხედვით და დავაქვს ისინი რუკაზე იგივე ინდექსების საშუალებით. დგება ყოველი თვის სინთეზური რუკა. აშკარა ხდება, რომ სინთეზურ რუკაზე კონტურთა რაოდენობა შემცირდა და შესაბამისად შემცირდა სტექსთა სახეების რაოდენობაც, სივრცობრივი თვალსაზრისით, ხოლო დანარჩენი არადომინანტური (არაფონური) სტექსები კი დაფიქსირდა ე. წ. სივრცულ-დროით დიაგრამებში. ფონური სტექსების რაოდენობა ერთი წლისათვის თვეების მიხედვით შედგენილ რუკებზე არის 95, ხოლო კონტური კი - 572 ე.ი. სინთეზურ რუკებზე კონტურთა რაოდენობა შემცირდა, მაგრამ ინფორმაცია დარჩა იგივე, რაც მთელი წლისათვის შედგენილ 365 რუკაშია კოდირებული. მოხდა სივრცითი ფორმების სქემატიზაცია, რაც სხვა არაფერია, თუ არა მათი აბსტრაქტირება. რადგან ამ პროცესს ადგილი აქვს რუკაზე, ამიტომ საქმე გვაქვს დინამიკური აბსტრაქტირების კარტოგრაფიულ ფორმასთან.

სივრცულ-დროითი სინთეზის მეორე საფეხური ითვალისწინებს ერთი წლის ყველა თვისათვის შედგენილ 12 სინთეზურ რუკათა თვისობრივად ახალ სინთეზს - სეზონების მიხედვით და ოთხი სინთეზური რუკის შედგენას კვლავინდებურად ინფორმაციის დანაკარგის გარეშე. აქ ხდება კარტოგრაფირებადი შინაარსის დინამიკური ელემენტის ფიქსირება წერტილში ზემოხსენებული მეთოდით და ახლა უკვე სეზონისათვის ხდება დომინანტური სტექსების შერჩევა თვეების სინთეზური რუკების შინაარსზე დაყრდნობით. საბოლოო ჯამში ოთხ სინთეზურ რუკაზე ვიღებთ წინამორბედ რუკებთან შედარებით სქემატიზირებულ სურათს -

კონტურთა რაოდენობა შემცირდა (იხ. ცხრილი 5.2). ამგვარად მოხდა სივრცითი ფორმების სქემატიზაცია, რაც კარტოგრაფიის ენაზე აბსტრაქტიზებად იწოდება. წინამდებარე პროცესთან შედარებით, ამჯერად არ მომხდარა მასშტაბის შეცვლა. არ შეცვლილა სივრცულ-დროითი მოდელის ინფორმაციატევადობა, მაგრამ რუკებში ასახული კონკრეტული სივრცე გამარტივდა – მოხდა კარტოგრაფიული აბსტრაქტიზება მასშტაბის შეუცვლელად. ანალოგიურ სურათთან გვაქვს საქმე დროითი სინთეზის მესამე საფეხურზე. აქაც კარტოგრაფირება იგივე - 1:1500000 მასშტაბში მიმდინარეობს. პირველადი ინფორმაცია აქაც უცვლელია, განსხვავებულია მხოლოდ ერთ რუკაზე ასახული კარტოგრაფირებადი დრო 1 წელიწადი. სივრცითი ფორმები შედარებით სქემატური და გამარტივებულია. აბსტრაქტიზების დროს აქაც დინამიკის ელემენტის ფისქირება სივრცულ-დროითი დიაგრამების მეთოდით ხდება. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ სტექსების კარტოგრაფირებისას მოქმედებს `სინთეზურობის ხარისხი`, რომელსაც ვანგარიშობთ რუკათა ლეგენდების საფუძველზე. ეს პარამეტრი დგინდება მომდევრო რუკაზე კონტურთა რაოდენობის შეფარდებით წინა რუკის კონტურთა რაოდენობასთან (მაგ. 572:786=0,72).

ამრიგად სტექსების რუკათა დროში სინთეზისას ადგილი აქვს ე.წ. დინამიკურ გენერალიზაციას და ჩვენი ყურადღების ქვეშ ექცევა დომინანტური სტექსები. ჩვენ მოვახდინეთ მათი აბსტრაქტიზება, ხოლო დანარჩენი სტექსების სივრცითი ლოკალიზაცია კი სივრცულ-დროითი დიაგრამების საშუალებით განხორციელდა.

ცხრილი 1.

დინამიკური აბსტრაქტიზების კარტოგრაფიული ფორმა

რუკის სივრცის მასშტაბი	კონტურთა რაოდენობა სივრცულ-დროით მოდელში	კარტოგრაფირებადი დრო	რუკათა რაოდენობა სივრცულ-დროით მოდელში	სინთეზურობის ხარისხი
1:2500000	786	1 წელიწადი (დღე-ღამეების მიხედვით)	365	0,72
1:1500000	572	1 წელიწადი (თვეების მიხედვით)	12	
1:1500000	258	1 წელიწადი (სეზონების მიხედვით)	4	0,45
1:1500000	98	1 წელიწადი	1	0,37

როგორც ზემოთ აღვნიშნა, კარტოგრაფიული გენერალიზაციის პროცესში განმსაზღვრელ ფაქტორად ითვლება რუკის დანიშნულება და მისი ფუნქცია – რუკის მასშტაბი. აქვე აღვნიშნა, რომ აბსტრაქტიზების პროცესს ადგილი აქვს მხოლოდ მსხვილი მასშტაბიდან წვრილზე გადასვლისას. ყოველივე ამას თან ახლავს კარტოგრაფიული სივრცითი ინფორმაციის შემცირება. სხვა მომენტებთან გვაქვს საქმე დროში სინთეზის თანმხლები – აბსტრაქტიზების კარტოგრაფიული ფორმის დროს. ტრადიციული კარტოგრაფიული აბსტრაქტიზების დროს ფუნქციონირებად აბსტრაქტიზებას ახასიათებს შემდეგი თვისებები:

- სტექსების რუკათა დროში სინთეზისას, კარტოგრაფიულ აბსტრაქტიზებას ადგილი აქვს როგორც მასშტაბიდან მასშტაბზე გადასვლისას, ასევე მასშტაბის შეუცვლელად. თუ ვცვლით მასშტაბს, სვლას ვაკეთებს ვწრილიდან მსხვილი მასშტაბისაკენ. ამგვარად ირღვევა თავისებური კანონი, რომელიც თან ახლავს ტრადიციულ კარტოგრაფიულ აბსტრაქტიზებას – ეს პროცესი ხორციელდება მხოლოდ რუკის დანიშნულებისა და მისი ფუნქციის – მასშტაბის შეცვლის შედეგად.
- სივრცულ-დროითი სინთეზისას ფუნქციონირებადი აბსტრაქტიზების დროს ადგილი არა აქვს რუკის ინფორმაციატევადობის შეცვლას. იგი უცვლელი რჩება, მაგრამ კარგავს დეტალურობის ხარისხს ლოკალიზებულს სივრცეში.

- დროში სინთეზის პროცესში საშუალება გვეძლევა ყურადღების ქვეშ მოვაქციოთ დროში შედარებით მდგრადი მოვლენები - ჩვენს შემთხვევაში ე. წ. დომინანტური სტექსები.
- აბსტრაქციების კარტოგრაფიულ ფორმას, რომელსაც ადგილი აქვს დინამიკურ რუკათა დროში სინთეზირებისას, შეიძლება ეწოდოს დინამიკური აბსტრაქცია. მისი ფუნქციონირების დროს ადგილი აქვს დინამიკურ რუკათა რაოდენობის შემცირებას სივრცულ-დროით მოდელში.
- დინამიკურ მოვლენათა კარტოგრაფირებისას დროში სინთეზის სამი საფეხურის განხორციელების დროს სინთეზურობის ხარისხი მცირდება და იგი დამოკიდებულია რუკათა რაოდენობაზე სივრცულ-დროით მოდელში.

განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა ეხება ობიექტური რეალობის მოვლენათა შინაარსულ ასპექტებს და პირდაპირ დამოკიდებულებაშია რუკის დანიშნულებასა და მის ფუნქციასთან - რუკის მასშტაბთან. ამ უკანასკნელის შეცვლა იწვევს რუკის ინფორმაციატევალობის შეცვლას, კერძოდ შემცირებას. მასშტაბის დაწვრილება იწვევს რუკის შინაარსის გამარტივებას, ნაკლებად საჭირო-მეორეხარისხოვანი ობიექტებისა და საგნების იგნორირებას და შინაარსულ ასპექტში პირველადი - აუცილებელი ობიექტების დატოვებას რუკის სივრცით ველში. განზოგადებული რუკა სწორედ ამ პირველადი ობიექტებისა და საგნების სივრცეს ასახავს.

განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმის შესახებ ჩვენ ვმსჯელობთ ამ რუკის ლეგენდის საშუალებით. კერძოდ, კი ერთმანეთს ვადარებთ სივრცის მასშტაბით მსხვილმასშტაბიანი და წვრილმასშტაბიანი რუკების ლეგენდებს. ამ გზით შეიძლება განზოგადების ხარისხის. ანუ შინაარსის მასშტაბის დადგენა (ასლანიკავშილი, 1968). განვიხილოთ, რა ფორმით ფუნქციონირებს განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა სტექსების რუკათა სივრცულ-დროითი სინთეზისას. თუ განვიხილავთ სინთეზირებადი რუკების ლეგენდებს, ვნახავთ, რომ ეს არის საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყოფილი სტექსების პირობითი აღნიშვნების (ან ინდექსების) ერთობლიობა. რუკები, ანალოგიურად აბსტრაქციების შემთხვევისა, წარმოდგენილია 1987 წლისათვის. თავიდან სივრცის მასშტაბი კვლავინდებურად არის 1:2500000. ხდება უფრო მსხვილ მასშტაბზე გადასვლა, რომლის პარალელურადაც ვახორციელებთ სტექსების ყოველდღიური რუკების სივრცულ-დროითი სინთეზის დროის ერთევიანი მონაკვეთისათვის. აქ ჩვენთვის განსაკუთრებით საინტერესოა დომინანტური სტექსების ლეგენდა, რომელთა სივრცეში ლოკალიზაციასაც იძლევა შედგენილი სინთეზური რუკა. ამ რუკაზე ლეგენდის ელემენტთა რაოდენობა წინა საფეხურთან შედარებით ნაკლებია. პირველ შემთხვევაში 1 წლისათვის შედგენილი 365 - სტექსების რუკათა ლეგენდებში წარმოდგენილია 172 ერთეული (ჩვენს შემთხვევაში სტექსი).

ცხრილი 2.

დინამიკური განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა

რუკის სივრცის მასშტაბი	კონტურთა რაოდენობა სივრცულ-დროით მოდელში	კარტოგრაფირებადი დრო	რუკათა რაოდენობა სივრცულ-დროით მოდელში	სინთეზურობის ხარისხი
1:2500000	172	1 წელიწადი (დღე-ღამეების მიხედვით)	365	0,72
1:1500000	125	1 წელიწადი (თვეების მიხედვით)	12	
1:1500000	52	1 წელიწადი (სეზონების მიხედვით)	4	0,41
1:1500000	18	1 წელიწადი	1	0,35

სინთეზის პირველი საფეხურის განხორციელების შედეგად, როდესაც კვლავ ერთწლიანი პერიოდისათვის შედგენილ იქნა 12 სინთეზური რუკა თვეების მიხედვით, მათ ლეგენდებში გამოიყო 125 დომინანტური სტექსი (ერთეული) და სინთეზურობის ხარისხმა შედაგინა 0,72 (ე.ი. $125:172=0,72$) (ცხრ. 2). ეს იმას ნიშნავს, რომ მეორე მედელის შინაარსი, პირველის მიმართ განზოგადდა 0,72-ჯერ. დროში სივრცულ-დროითი მეორე საფეხურზე ერთი წლისათვის შედგენილ იქნა ოთხი სინთეზური რუკა სეზონების მიხედვით და მოდელში გამოყოფილ იქნა 52 დომინანტური სტექსი, ისე რომ, მასშტაბზე გადასვლა არ მომხდარა (იგი ისევ დარჩა 1:1500000). ამ შემთხვევაში სინთეზურობის ხარისხმა შეადგინა 0,41. ბოლოს კი სივრცულ-დროითი სინთეზის მესამე საფეხურზე ერთი წლისათვის დგება ერთი სინთეზური რუკა, რომელზედაც გამოიყოფა 18 დომინანტური სტექსი და სინთეზურობის ხარისხი შედაგენს 0,35-ს. ამ საფეხურზეც არ ხდება მასშტაბის შეცვლა.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ შემდეგი:

- სტექსების რუკათა სივრცულ-დროითი სინთეზირებისას დომინანტური სტექსებისათვის ადგილი აქვს განზოგადების კარტოგრაფიულ ფორმას, ხოლო მთლიანად სინთეზური რუკის ინფორმაციატევადობა უცვლელია, რაც არ ემორჩილება კარტოგრაფიული განზოგადების ტრადიციული გაგების სპეციფიკას;
- დომინანტური სტექსების განზოგადების ხარისხი, რასაც შინაარსის მასშტაბამდე მივყევართ, დამოკიდებულია დროის იმ მონაკვეთზე, რომლისთვისაც ხორციელდება სივრცულ-დროითი სინთეზი. აქედან გამომდინარე, რაც უფრო ხანგრძლივია კარტოგრაფირებადი დრო, მით ნაკლებია დომინანტური სტექსების სინთეზურობის ხარისხი;
- იმის გამო, რომ განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა, რომელსაც ადგილი აქვს სივრცულ-დროითი სინთეზისას, ძირითადად აქცენტს აკეთებს დომინანტურ სტექსებზე (ყველაზე ხანგრძლივად ფუნქციონირებად სტექსებზე), მას შეიძლება ეწოდოს დინამიკური განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა.

ამრიგად, კონკრეტულ შემთხვევაში დინამიკური გენერალიზაცია შეიძლება მივიჩნიოთ როგორც ბტკ-ების მდგომარეობათა რუკების სივრცულ-დროითი სინთეზის შედეგი.

ლიტერატურა

1. ასლანიკაშვილი ალ. კარტოგრაფია ზოგადი თეორიის საკითხები., თბ., გამომცემლობა 'მეცნიერება', 1968.
2. გორდეზიანი თ. რუკათმცოდნეობა, ნაწ. I. გამომც. "უნივერსალი", თბ. 2000.
3. გორდეზიანი თ. ლანდშაფტური კარტოგრაფიის თეორიული საფუძვლები. გამომც. "გეოიდი 2011", თბ. 2014
4. ასლანიკაშვილი ა. Метокартография. Тб., Изд-во «Мецниереба», 1974.
5. Баранский Н. Генерализация в картографии и в текстовом географическом описании «Ученые записки Московского университета», вып. 119, «География» кн. 2, 1946.
6. Берлянт А. Образ пространства Ж карта и информация, М., Изд-во Мысль, 1986.
7. Берлянт А. геоиконика. М., Изд-во «Астрей», 1996.
8. Берлянт А. Геоинформационное картографирование, М., Изд-во МГУ, 1997.
9. Беручашвили Н. Ландшафтная карта Кавказа, Изд-во ТГУ, Тб. 1979.
10. Беручашвили Н. Объяснительная записка к ландшафтной карте Кавказа, Тб. 1980.
11. Беручашвили Н. Четыре измерения ландшафта, Изд-во «Мысл», М. 1986.
12. Измайлова Н. Картографическая информация и система картографических знаков. Одесса. 1976.
13. Исаченко А. Физико-географическое картирование. Л. 1958.
14. Комков А. Научная разработка вопросов картографической генерализации и развитие советской картографии. XIX Международный географический конгресс в стокгольме, М. 1961.

15. Салищев К. Некоторые черты современного развития картографии и их теоретический смысл – Вестник Моск. Ун-та, 1973., сер. Геогр. № 2, с. 3-12.
16. Салищев К. Картография. М., Изд-во «Высшая школа», 1982.
17. Смирнов Л. Трехмерное картографирование. Л. 1982

SUMMARY

CARTOGRAPHIC PRESENTATION OF TIME SYNTHESIS THROUGH MAPPING DYNAMICS OF PHENOMENA

Gordeziani Tengiz

I. Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

e-mail: tengizgordeziani@gmail.com

The synthesis of specific space and the content encoded in it is realized by means of so called component maps of similar content, as a result of which we get one complex map. This is synthesis of static maps in time. The mentioned process is more complicated when synthesis of different-time maps of similar scale and content takes place. In this case we have four-time synthesis. Such type of synthesis is studied on the example of maps with daily condition of natural-territorial complexes and is realized per stades.

Cartographic outline of time synthesis is viewed as a process when transition from a great number of maps to a fewer ones is implemented without changing time and scale of the space under mapping, space and content of the maps involved in the synthesis without losing initial information of spatial-time model.

TOPOCLIMATOLOGY AND CULTURAL LANDSCAPES UNDER CLIMATE CHANGE IN THE ANDES OF ATACAMA DESERT, NORTH OF CHILE

Romero H.I.

Department of Geography, Universidad de Chile

e-mail: hromero@uchilefau.cl

Abstract

The Atacama Desert is among the most arid landscapes in the world, and on its coastal zone are common the occurrence of tens of years without rainfall. In mountain areas, although precipitation increases considerably, years of drought are frequent, which means that water resources are always insufficient to supply the urban and rural landscapes of a region that has been inhabited for thousands of years and which provides the highest economic income for Chile due to the minerals produced there, especially copper, gold and lithium. Chile is the country with the highest GDP per capita and lower poverty rates in Latin America. Geographical research on climate change in these desert landscapes should simultaneously consider the conventional statistical approaches of topoclimatic studies and those cultural interpretations, based on the practices, knowledge and symbols of local indigenous communities, to account for the territorial syntheses that society needs to decide its adaptation strategies. New concepts related to the climate-culture dyad allow us to interpret the epistemology, ontology and methodology that characterize the networks of actors and their spatial topologies, represented in topoclimatic zones that characterize the north of Chile. Topoclimates and climate changes are revisited based on ethnographic interpretations, updated with information provided by workshops and interviews conducted in the Andean communities of the region of Tarapacá, North of Chile.

Key words: topoclimatology, Andean communities, Northern Chile

Introduction

Over the last few years and due to growing awareness about global climate change, there has been a heightened sense of risk in territories whose climatic and temporal variability is very high, as in the Atacama Desert, one of the most arid landscapes in the world (*figure 1*). For the indigenous peoples who have inhabited these seemingly inhospitable landscapes for millennia, variability and climate changes have been a substantial part of their existence and permanence (Nuñez et al., 2010), based on knowledges, practices, management and interpretation of their landscapes that need to be known and understood. Challenges facing the geographical topoclimatology of these places are defined as a synthetic expression of the close relationships established between natural and socio-cultural systems (Popke, 2016; Hulme, 2015), developing a hybrid concept that can correspond to a cultural topoclimatology or socioclimatology of the Andean peoples (Romero and Mendonca, 2016, Romero et al., 2017).

Andean topoclimatology

It has been interpreted a set of satellite images that provide the patterns of distribution of surface temperatures and plant productivity, resulting in a complex matrix commanded primarily by latitudinal axes of maritime influence, particularly in the northern section of the area (*Fig. 2*). Advancing towards the south, topographical features give way to the predominance of the arid *pampas* (inland depressions) and longitudinal strips, emphasizing the mountain ranges and plateaus, which can be reached by the

Amazonian monsoon and its summer rains (Romero et al., 2011 and 2013. Mendonca et al., 2014). For this reason, the Andean plateau has an extraordinary geographical and territorial value, because the mountains that surround it locate "water towers" which are the only sources on which life in the

Atacama Desert depends.

The climate of the Andean cultures is not only a physical geographical feature, but also a socio-natural hybrid. It means not only an atmospheric event, but a social construct that spatially organizes the daily life of the communities, in a system of knowledge, practices and representations that does not separate biophysical of metaphysical facts, the humans of the non-humans, or the life of time and space (Boelens, 2014; Romero and Mendonca, 2016).

According to Mather et al. (1980: 285), topoclimatology is understood today like "the synergistic relationship between climatic processes, features of the earth's surface and human actions". The study of topoclimatology must unite physical, cultural and human geographers to approach to a hybrid entity, characterized by biophysical and environmental materialities, on the one hand, and sociocultural knowledge, affections and practices, on the other (Popke, 2016: 2). The challenge is to give account, to value and to legitimize, diverse ranges of knowledge, practices and experiences, on which the Andean communities make decisions. Hybrid epistemology and ontology involve rethinking the materiality of climate, recognizing that there are complex networks of relationships, commonalities, interdependencies, and communications between the human and the nonhuman, which make up manifestations and responses to environmental changes (Hulme, 1987).

Andean indigenous communities develop climate knowledge and interpret their social meaning from very different points of view in comparison with modern science (Van Kessel and Salas, 2002). For the knowledge of this ontology, new instruments are required, such as the Theory of Actants-Networks, and Material Semiotic Topology (Popke, 2016, Goldman et al., 2016). With regard to the hybrid methodology, it combines interdisciplinary approaches developed with quantitative and qualitative methods, which complement data derived from scientific instruments or models, with interpretative or ethnographic understandings. It is necessary to shift from simplistic explanations to a more uncertain but vivid "sense of encounter" (sense of place) between humans, things, plants, animals, technologies (Head and Gibson, 2012: 705), gathered in specific landscapes recognized by indigenous peoples like *ayllus* or *chakras*. In those landscapes, climate and culture exist as a dyad, only in interrelationship (Hulme, 2015).

Climate becomes culturized through symbolic interpretations, and humans are acclimated to the physicality of atmospheric weather. This relationship always accompanies the actions of the Andean communities and, as Tesuro (1988/1935) points out in the case of the Japanese ancestral societies, or Van Kessel and Salas (2012) made for the Andes. A separate concept of climate does not exist in local cultures. Climate and culture are constantly changing, and both, the atmosphere and local imagery, are constantly flowing on different time and space scales. "History and climate isolated from one another are mere abstractions" (Tesuro, 1988, 1935: 68).

Under the Andean cultural conception of climate, adapted to a large spatial and temporal variability, it seems to be pertinent to ask whether it is correct to aspire to a climatic stability under human control as a political objective of public good, like it has been proposed by global climate change policies. For Hulme (2009: 14): "The idea of a stable global climate is an illusion in that it is a co-construction between the physicality of the weather and the ideas and practices of human cultures whose interrelations between these worlds Imaginative and changing materials are never stable "and differ between places. For Hulme (2007), it would correspond, therefore, to rethink the idea of climate change, whose cultures conform their materiality, and in respect of which the practice of science takes place in specific natural environments with their own values, assumptions and dynamics of power. Culture is no less central to the understanding and implementation of climate adaptation: identification of risks, decisions about responses, and means of implementation are mediated by culture, which is dynamic and reflective, and is in turn conformed by the idea of climate change.

Table 1.

**Summer season temperatures and selected geographical distribution factors
of Atacama Desert, North of Chile**

Meteorological Stations	Average summer temperature	Distance to the sea	Exposition	Height (m.a.s.l)	Location	Topoclimates
Acueducto Azapa	13,67	50 km	West	1500	N 7944399 E406241	Warm valleys under marine influences
Río Codpa	14,62	76 km	West	1850	N7917546 E421622	Temperate premountain zones without vegetation
Camiña	12,3	86 km	South-west	2500	N 7864392 E456168	Cold premountain zones with vegetation
Qubrada de Tarapacá	10,2	87 km	West	2750	N7804366 E463769	Warm valleys under marine influences
Río Caracarani	6,81	96 km	South-west	3908	N8027046 E425885	Cold premountain zones with vegetation
Parca	13,1	97 km	West	2500	N7787125 E478731	Cold premountain zones with vegetation
Iquiuca	9,3	118 km	West	3500	N7791887 E492220	Cold premountain zones with vegetation
Caicone	4,8	124 km	North-west	4250	N8004258 E468750	Highland's vegetated zones
Río Guallatire	5,8	128 km	South	4280	N7955232 E484223	Highland's vegetated zones
Copaquire	5,7	136 km	West	3750	N7682766 E508490	Highland's vegetated zones
Vilque	5,3	136 km	West	4500	N8002389 E480533	Highland's vegetated zones
Huasco	8,1	140 km	South-west	4000	N7759885 E513160	Cold premountain zones with vegetation
Lagunillas	6	143 km	South-east	4250	N7796412 E515201	Highland's vegetated zones

Culture and its analysis are central for the understanding of causes and meanings of climate change and its social responses, as a cultural fact. The statistical topoclimatology of Northern Chile is analyzed in a Geographic Information System that includes the spatial relationships between data provided by meteorological stations (Table 1), topography, basin limits, and distribution of surface temperature and vegetation indexes obtained from satellite images corresponding to the wettest and driest years of the series. Additionally, the spatial distribution of mean summer temperatures were associated with different explanatory geographical factors, such as height, exposure, continentality and surface emission temperatures (Romero and Opazo, 2017), whose spatial representation is in Figure 2.

The multiple regression model (Table 2), shows that, in general, temperatures recorded significantly exceeded (above 2 ° C) the estimated values in the Azapa and Codpa rivers stations (Table 3), and above 1 ° C, in Camiña and Parca valleys. The estimated temperatures surpass those registered, albeit slightly, in the stations of Iquiuca, Vilque, Salar de Huasco and Lagunillas, which would be due to site-specific topoclimatic features.

Table 2.

Regression between temperature and a selected set of geographical factors in the North of Chile

Atmospheric temperature (°C)= (Height*0,345)-(Vegetation*0,012)+(Distance to the sea*0,001)+(Surface temperature*0,24)-(Orientation*0,002)+4,027)	0,810
--	--------------

The topoclimatology of the Andean peoples is, on the other hand, part of a multiscalar approach that associates functional and symbolically, not only typical forms of Euclidean regional spaces but, preferably, ontological networks that link the real with the symbolic, giving account of the great spatial and temporal variability that characterize it. Local communities and their disperse settlements have historically displaced throughout the Andean watersheds following transhumance paths according to topoclimatic conditions and water availability in the highlands (Romero et al., 2011 and 2013; Mendonca et al., 2014).

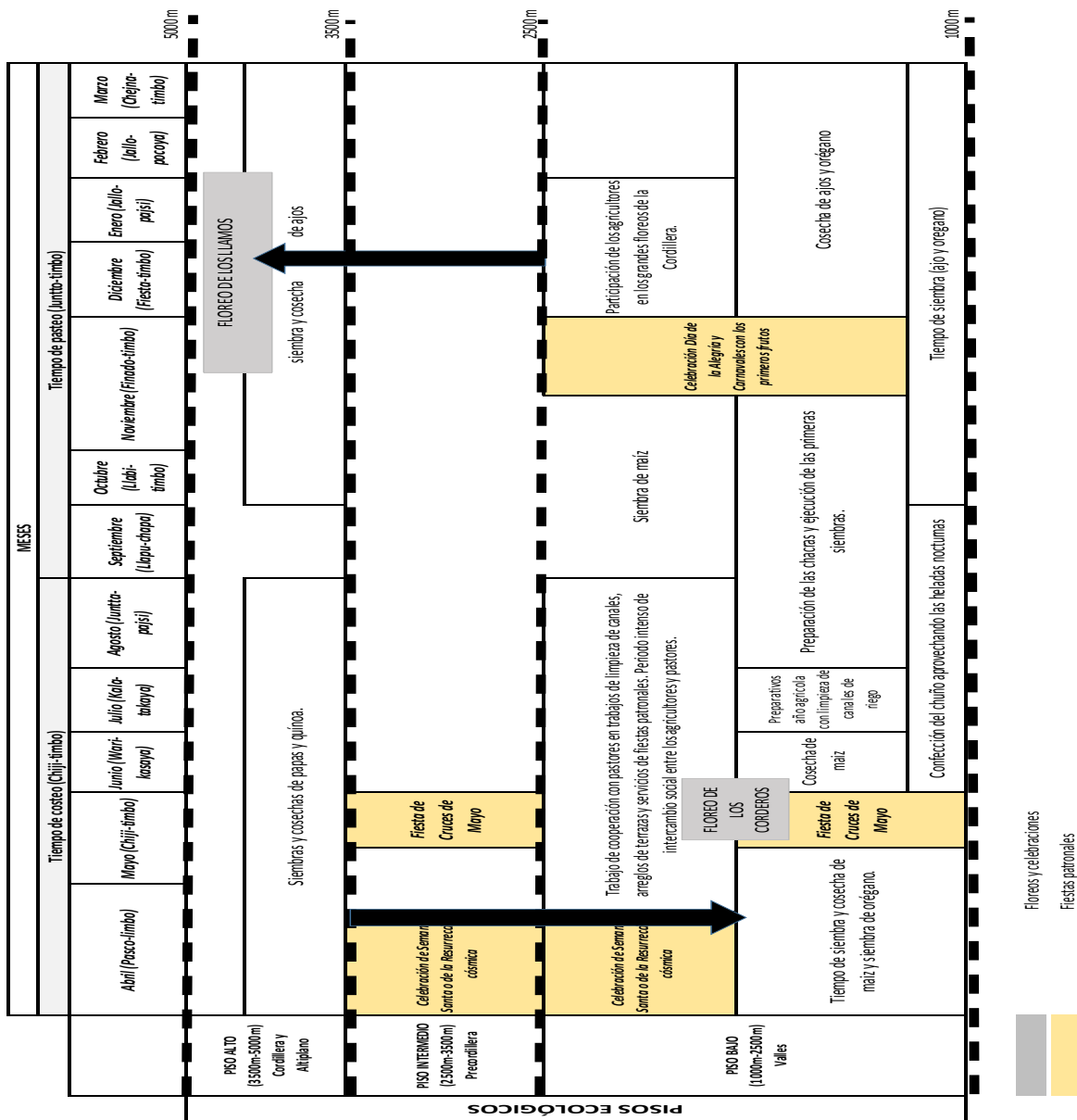
Table 3.

Observed and estimated temperatures in the North of Chile

Meteorological station	Observed Temperature	Estimated Temperature
Acueducto Azapa	13,67	11,1
Río Codpa	14,62	11,2
Camíña	12,3	11,01
Quebrada de Tarapaca	10,2	10,96
Río Caracarani	6,81	6,29
Parca	13,1	11,15
Iquiuca	9,3	9,52
Caicone	4,8	4,31
Río Guallatire	5,8	5,33
Copaquire	5,7	5,64
Vilque	5,3	5,61
Huasco	8,1	8,94
Lagunillas	6	6,42

Van Kessel and Salas (2002), Van Kessel (1992) and Grebe (1990), recognized a rhythmic interpretation of climates, identifying a rainy season - the one for pacha - or life-raising, which runs from about the first half of November to April, when there are occasional torrential rainfall, thunderstorms, strong winds, hails, and snow, which vary greatly from place to place.

Then, the pacha or chirawa pacha season develops from the first fortnight of April to first of August, where clear skies favor the occurrence of very low temperatures. Finally, the dry-ch'aki pacha season occurs between the second half of August and November, which reaches its highest aridity in this last month due to the highest evaporation. Figure 3 is an illustration of the temporal-spatial integration of Andean ecological belts and natural and cultural landscapes represented by the Aymara people of the region of Tarapacá. They represent their annual calendar of agricultural and pastoral activities, which constitute the way in which the climatic variations are incorporated in daily life.



Fuente: Jan Van Nessel, 1992 y María Ester Grebe, 1990

Figure 3.

Ecological belts that control agriculture and pastoralism of indigenous people of Atacama Desert Mountains in North of Chile.

Conclusions

Andean indigenous communities know, understand and manage climates of their mountainous places in a different and often contradictory way in respect to approaches used by Western science. Their epistemologies, ontologies and methodologies are different and therefore, voluntary or imposed actions will hardly be able to couple in the midst of such cultural differences. Cultural topoecology can contribute to the association of different sources of knowledge, providing synthesis whereby climate changes are closer and closer to daily life. If it is not understood by decision makers, conflicts and impositions will continue to be generated which in no way contribute to Democracy and environmental justice in the area.

Acknowledgment: To the Chilean National Fund for Scientific and Technological Research (Fondecyt) for the support of Project 1150701 and to Dustyn Opazo and Daniela Sepúlveda for statistical, cartographic and research collaboration.

Bibliography

1. BOELENS, R. (2014). Cultural policies and the hydrosocial cycle: Water, power and identity in the Andean highlands. *Geoforum* Volume 57, November 2014: 234-247.
2. GOLDMAN, M.; Daly, M. and Lovell, E. (2016). Exploring multiple ontologies of drought in agro-pastoral regions of Northern Tanzania: a topological approach. *Area*, 2016, 48.1: 27-33.-
3. GREBE, M. E. (1990). Conception of time in Aymara culture: iconic representations, cognition and symbolism. *Revista Chilena de Antropología*. Faculty of Social Sciences, University of Chile. (9: 63-81).
4. HEAD, L. and GIBSON, C. (2012). Becoming differently modern: geographic contributions to generative climate politics. *Progress in Human Geography* 37: 93-114.
5. HULME, M. (2015). *Climate and its changes: a cultural appraisal*. Geo: Geography and Environment, published by John Wiley and Sons.
6. HULME, M. (2009). *Cosmopolitan Climates: hybridity, foresight and meaning*. Theory, Culture and Society on Global Heating: social theory looks at climate change.
7. HULME, M. (2007). Geographical work at the boundaries of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers* 33: 5-11.
8. MATHER, J.R.; FIELD, R.T.; KALLSTEIN, R.S. AND WILMOTT, C.J. (1980). Climatology: the challenges of the eighties. *Professional Geography* 32: 285-92.
9. MENDONÇA, M., ROMERO, H. and OPAZO, D. (2014). Multiscale analysis for the understanding of causes and consequences of climate variability in South America. *Experiments in Geographic Climatology*. Organizers: Charlei Aparecido de Silva, Edson Soares Fialho and Ercilio Torres Steinke. Brazilian Association of Geographic Climatology, pp. 271-290.-
10. NUÑEZ, L., GROSJEAN, M., and CARTAJENA, I. (2010), Sequential analysis of human occupation pattern and resource use in the Atacama Desert. *Chungará*, Vol. 42, No. 2: 363-391.
11. POPKE, J. (2016). Researching the hybrid geographies of climate change: reflections from the field. *Area*, 2016, 48, 1: 2-6.
12. ROMERO, H., ESPINOZA, G., OPAZO, D. y SEPÚLVEDA, D. (2017). Cultural topoclimatology and climate change in the Andean Zone of Northern Chile. Chile. *Re-conociendo las geografías de América Latina y el Caribe*. Rafael Sánchez, Rodrigo Hidalgo y Federico Arenas (Compiladores). Serie GEOlibros n°24, Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 93-132.
13. ROMERO, H. and MENDONCA, M. (2016). Socioclimates and glocalization in Atacama Desert. IX Simposio Latinoamericano y V Iberoamericano de Geografía Física. Guimaraes, Portugal.
14. ROMERO, H., MENDONCA, M., MENDEZ, M. and SMITH, P. (2011). Multiscalaraty, spatial relations and socioecological challenges in South American climatology. The case of Atacama Desert. *Revista Brasileira de Climatología*. Año 7.Vol. 8. Pp.7-29.
15. ROMERO, H., MENDONCA, M., MENDEZ, M. and SMITH, P. (2013) Macro and mesoclimates of the Andean highlands and Atacama Desert; Challenges and adaptations to cope with their variability. *Revista de Geografía Norte Grande*, PUC-Chile, volumen 55, 2013. Pp. 19-41.
16. ROMERO, H. and OPAZO, D. (2016). Socioclimates, risks and spatial planning in the high Andean communities of the Atacama Desert, in *Climate, Society, Risks and Spatial Planning*. Jorge Olcina, Antonio Rico and Enrique Moltó (editors), Spanish Association of Climatology Series A, nº10: 610-612.
17. TESURO, W. (1988/1935). *Climate and Culture: A philosophical study* (Trans Bownas, G.) Green Wood Press, New York.
18. VAN KESSEL, J. and SALAS, P.E. (2002). Señas and Señaleros of the Holly Land. *Agronomía Andina*. Número 4 de la Serie: "Wageningen studies on heterogeneity and relocalization" del Departamento de Sociología Rural de la Universidad de Wageningen, Holanda.
19. VAN KESSEL, J. (1992). The tempo spatial organization of job among the aimaras of Tarapacá: the mitologic perspective. *Etnicidad, economía y simbolismo en los Andes: II congreso*. ARZE, Silvia (dir.). Nouvelle édition. Institut Français d'études andines.

КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА Р. КАСМАЛА (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Бирюков Р.Ю.^{1*}, Черных Д.В.^{12**}

¹*Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, Россия*

²*Алтайский государственный университет, Россия*

*e-mail: *rubiryukov@mail.ru, **chernykh@mail.ru*

Аннотация

Проведено крупномасштабное картографирование пространственной организации геосистем территории неоднородного в природном отношении и по режимам хозяйственного использования бассейна р. Касмала (Приобское плато, Алтайский край, Россия) на основе разнородной пространственно-распределенной информации. На первоначальном этапе на основе цифровой модели получена серия карт ключевых морфометрических характеристик рельефа (карта экспозиций, карта уклона, карта горизонтальной кривизны, карта вертикальной кривизны и т.д.). Параллельно на основе ДДЗ была построена карта современного (актуального) состояния наземных покровов (land covers). В результате получена крупномасштабная карта, представляющая собой набор уникальных базовых контуров, содержащих информацию о характеристиках рельефа, поверхностных отложений, актуальном состоянии почвенного и растительного покровов. На следующем этапе проведен анализ пространственно-временных изменений структуры бассейна. Использована серия разновременных космических снимков Landsat для трех временных срезов. Предложен и апробирован алгоритм, позволяющий анализировать актуальное состояние ландшафтов и выделять основные векторы их временных преобразований.

Ключевые слова: ландшафт, наземные покровы, дистанционное зондирование, геоинформационные системы, Алтайский край

Введение

Использование приемов «синтетического» ландшафтного картографирования крайне популярно в современных географических исследованиях [1, 2, 3]. Данный прием имеет ряд преимуществ, по сравнению с «классическим»: общность инструментов, воспроизводимость алгоритмов и фиксированность параметров, сравнимость результатов, возможность обработки «больших данных». Разработанные в результате такого подхода картографические модели и тематические базы данных, объединенные в геоинформационные системы (ГИС) различного иерархического уровня и территориального охвата, востребованы при проведении экологических и ресурсных оценок, геоэкологическом прогнозировании, территориальном планировании.

В данном исследовании проведено крупномасштабное картографирование на основе интеграции разнородной пространственно-распределенной информации средствами ГИС. В качестве источников данных послужили цифровая модель рельефа (ЦМР), материалы космической съемки и база данных наземных наблюдений.

При изучении ландшафтной структуры одной из важнейших задач является анализ ключевых морфометрических показателей геосистем. ЦМР и методы дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) в последнее время очень широко применяются в ландшафтных исследованиях. В частности, использование ЦМР позволяет автоматизировать многие процедуры и алгоритмы геоморфологического анализа, среди которых изучение процессов движения и аккумуляции водных потоков [4].

В работе рассмотрена динамика пространственно-временной организации ландшафтов бассейна р. Касмала. Анализ динамики по разновременным космическим снимкам является наиболее корректным методом выявления динамики природной среды, Он позволяет получить точные данные о пространственных механизмах переходов одних структурных элементов в другие в процессе как разрушительных, так и восстановительных смен [5]. Исследования пространственно-временных изменений ландшафтов имеют основополагающее значение для понимания многочисленных социальных, экономических и экологических проблем [6] и может предоставить ценные сведения для принятия соответствующих управленческих решений.

Территория исследования

Исследования проводились в бассейне р. Касмала (Приобское плато, Алтайский край, Россия; рис. 1).

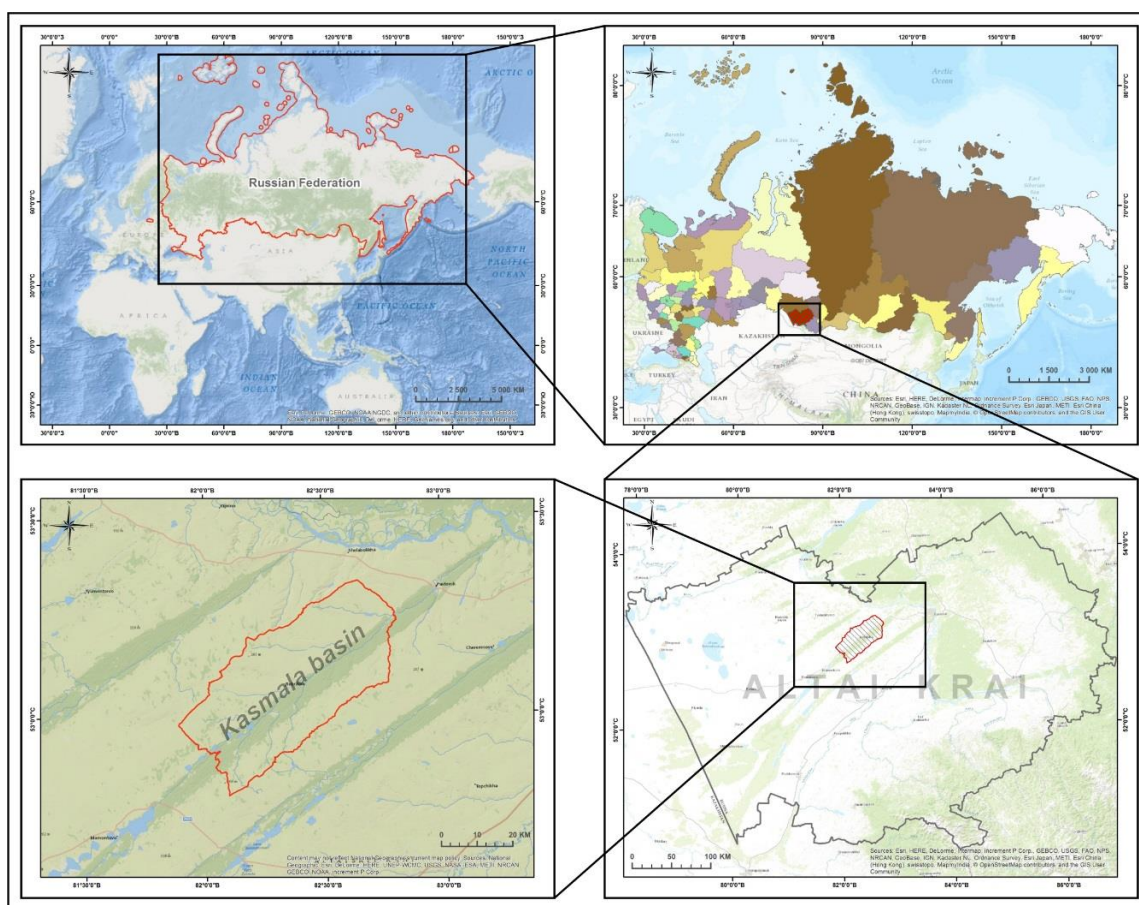


Рисунок 1. Территория исследования: бассейн р. Касмала на Приобском плато

Река Касмала – левый приток р. Обь. Её бассейн ($S = 1768,48 \text{ км}^2$) расположен в восточной части Приобского плато, которое представляет собой волнистую возвышенную равнину, разрезанную на отдельные увалы ложбинами древнего стока [7].

Выбор территории исследования обусловлен рядом причин, отмеченных в работах [8–9]. Территория бассейна р. Касмала подвержена значительной антропогенной нагрузке: поверхности увалов фактически полностью распаханы, на малых реках и в овражно-балочных системах построено большое количество прудов, а расположенные на днище ложбины древнего стока сомкнутые сосновые леса, служащие важнейшей сырьевой базой региона, замещаются различными модификациями (разреженными, мелколиственно-сосновыми и др.). Все это говорит о

необходимости получения полной и актуальной информации о масштабах и пространственно-временных характеристиках этого объекта.

Ландшафтная структура бассейна неоднородна. Основными элементами ландшафтной структуры в пределах рассматриваемого бассейна являются: юго-восточный макросклон Кулундинско-Касмалинского (левый борт), северо-западный макросклон Касмалинско-Барнаульского (правый борт) увалов и разделяющее их днище Касмалинской ложбины древнего стока, лишь небольшую часть которой занимает современная долина р. Касмалы.

Материалы и методы

Алгоритм настоящего исследования (рис. 2–3), состоящий из двух блоков, основан на интеграции ГИС-технологий, методов обработки разновременных космических снимков и данных наземных наблюдений. В целях создания основы для крупномасштабной основы ландшафтной карты бассейна р. Касмала использованы следующие исходные материалы: топографические карты масштабов 1:25000–1:100000; материалы космической съемки Landsat TM; данные геопорталов Google maps, Bing Maps и др.; почвенные и геоботанические карты из фондов ИВЭП СО РАН; данные полевых ландшафтных описаний. Подготовка картографической основы осуществлялась в несколько этапов (рис. 2): формирование единой персональной базы данных и приведение их к единой системе координат; построение ЦМР изучаемого бассейна на основе крупномасштабных топографических карт; морфометрический анализ ЦМР; разработка карты наземных покровов (НП) на основе дешифрирования космических снимков; интеграция дистанционной информации и данных анализа ЦМР [10].

Схема обработки разновременных космических снимков для создания картографической основы и анализа пространственно-временных изменений ландшафтов включает в себя этапы:

1 – отбор и получение снимков; 2 – предклассификационная обработка; 3 – классификация; 4 – постклассификационная обработка; 5 – верификация и модификация полученных материалов; 6 – сопоставление разновременных данных; 7 – анализ пространственно-временных изменений [11].

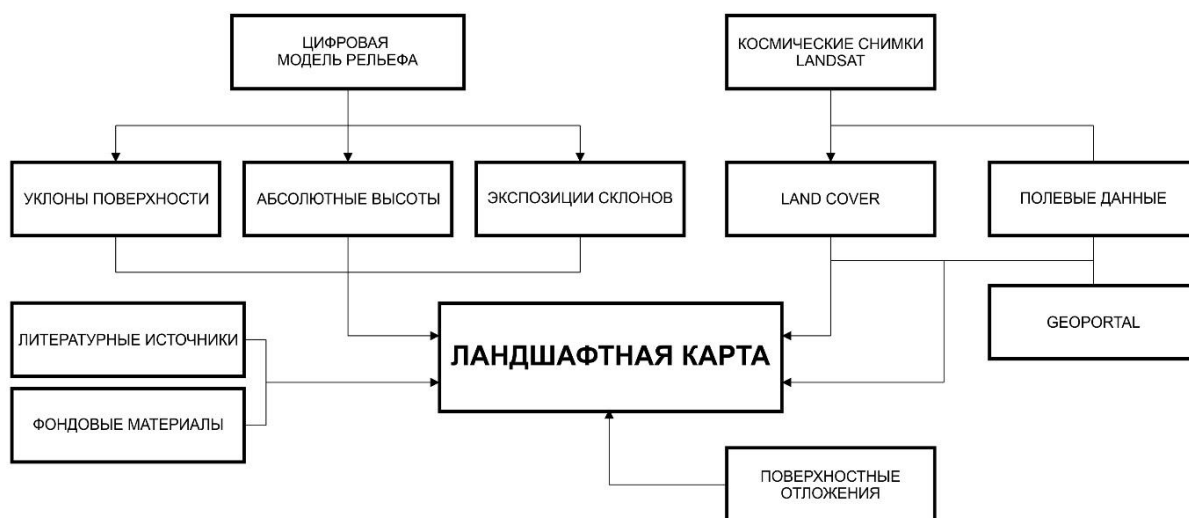


Рисунок. 2. Алгоритм построения ландшафтной картографической основы бассейна р. Касмала

В качестве данных ДЗЗ в настоящем исследовании выбраны данные со спутников серии Landsat (сканеры MSS, ETM+, OLI). Накопленные и находящиеся в открытом доступе [12] глобальные архивы данных, дают крайне широкие возможности ретроспективного анализа. Снимки Landsat имеют большое число спектральных каналов, высокое пространственное разрешение, широкий временной охват и свободный доступ к базе данных.



Рисунок 3. Алгоритм пространственно-временного анализа ландшафтов бассейна р. Касмала

Для территории исследования использовались космические снимки: Landsat 2 MSS (1976.05.09, path/row 160/23), Landsat 7 ETM (2001.05.02, path/row 148/23), Landsat 8 OLI (2015.05.01, path/row 148/23).

При подборе данных ДЗЗ важно использовать разногодичные снимки но за близкие даты одного сезона, что уменьшает вероятность принять сезонные изменения за многолетние.

Автоматизированная классификация проводилась в несколько этапов. На первом этапе была создана маска сельскохозяйственных угодий, т.к. при классификации возникали проблемы, связанные с отделением данного типа наземного покрова от окружающих вследствие перекрытия спектральных сигнатур. Маска сельхозугодий создана путем расчета индекса NDVI и подбора значений, соответствующих открытой почве (даты съемки специально подобраны, когда поля свободны от посевов). На втором этапе проводилась неконтролируемая классификация снимков ISODATA, с применением полученной маски сельхозугодий. Контроль достоверности классификации и, при необходимости внесение изменений в результирующие данные, открытых водных пространств проводился с применением разностного водного индекса (MNDWI) [13].

При анализе изменений НП в работе использованы космические снимки, полученные разными съемочными системами и имеющие различные характеристики, в том числе пространственное разрешение. Сравнение таких снимков может привести к ошибочным выводам об изменении НП, особенно малых объектов, ввиду различной полноты дешифрирования на сравниваемых снимках, исключения из анализа объектов, отображаемых на снимке более высокого разрешения и не отображающихся на снимке более низкого разрешения. Для корректного анализа сравниваемые материалы приведены к одинаковой детальности (ячейка 60 м), принятой по самому худшему пространственному разрешению используемых снимков Landsat 2 MSS. Подобный прием уменьшает детальность пространственного анализа, но увеличивает диапазон исследования временных изменений.

Результаты и обсуждение

На первоначальном этапе исследования на основе интеграции разнородной пространственно-распределенной информации средствами ГИС создана основа для крупномасштабной основы ландшафтной карты бассейна р. Касмала. В таблице 1 отражены основные морфометрические

показатели поверхности модельного бассейна. Показательно, что большая часть территории бассейна р. Касмала характеризуется как плоская поверхность, т.е. имеет углы наклона менее 1°.

Таблица 1

Соотношение площадей участков бассейна р. Касмала с различными морфометрическими показателями

Абсолютная высота, м (I) и доля от общей площади бассейна, % (II)													
I	<170	170-180	180-190	190-200	200-210	210-220	220-230	230-240	240-250	250-260	260-270	270-280	>280
II	0,1	0,7	2,5	5,3	9,0	11,4	15,0	16,6	13,3	12,9	8,3	4,3	0,6
Углы наклона, градусы (I) и доля от общей площади бассейна, % (II)													
I	0-1			1-3			3-5			5-90			
II	78,7			18,0			1,7			1,5			
Экспозиции склонов (I) и доля от общей площади бассейна, % (II)													
I	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З	нет (угол <1°)				
II	2,3	1,5	1,7	4,0	3,5	1,2	1,5	5,4	78,9				

При этом с гидрологических позиций теряется смысл в выделении в пределах увалов, разделяющих ложбины древнего стока на Приобском плато, вершинных и склоновых поверхностей, что было традиционным для предшествующих исследований. Такая ситуация объясняет практически полное отсутствие стока со значительной части бассейна в р. Касмала, что и было отмечено инструментальными наблюдениями и расчетами.

Итоговая базовая ландшафтная основа (рис. 4) содержит информацию: углы наклона поверхности (4 класса); экспозиции склонов (8 классов); поверхностные отложения (8 классов); наземные покровы (16 классов) [10].

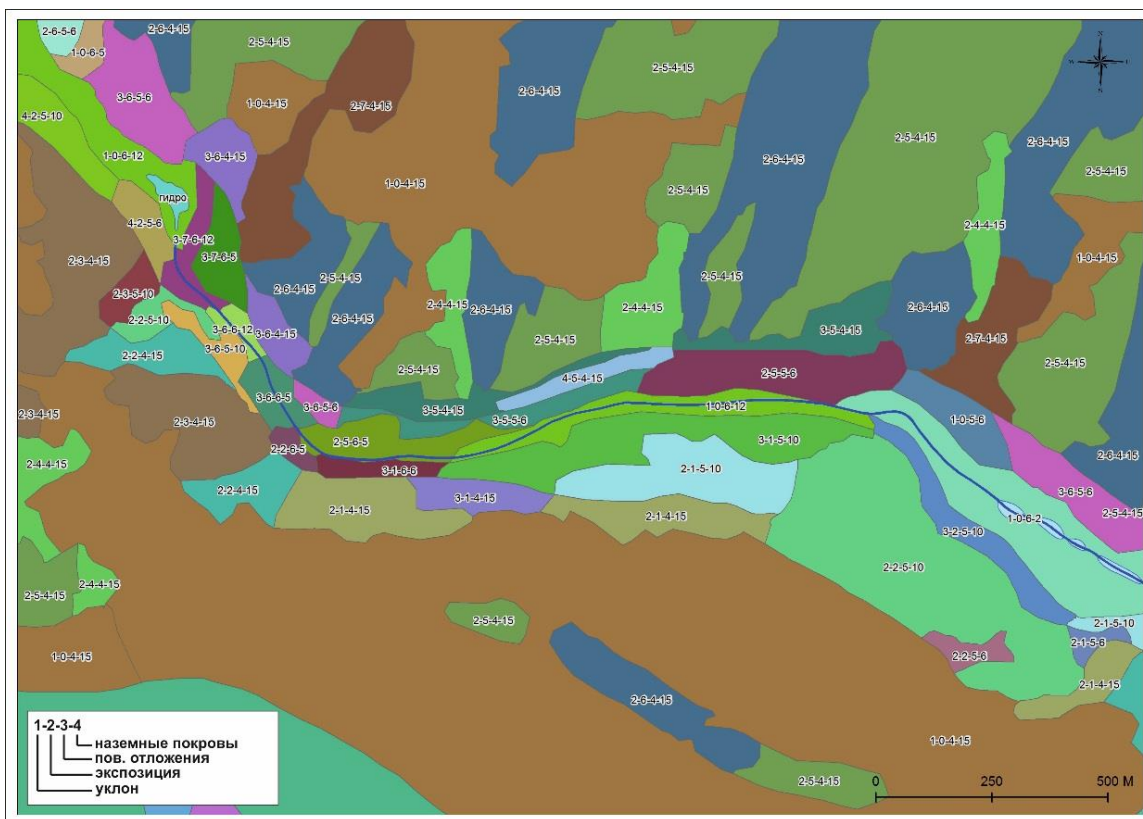


Рисунок 4. Фрагмент базовой ландшафтной основы бассейна р. Касмала

На последующем этапе исследования проанализирована пространственно-временная динамика ландшафтов бассейна р. Касмала.

В результате классификации разновременных данных получен ряд карт НП, соответствующих датам съемки (рис. 5-I) и проведен пространственно-временной анализ НП бассейна на уровне групп ландшафтов (рис. 7). По результатам анализа составляются матрицы переходов [14–16], которые описывает пространственную частоту переходов контуров разных выделов один в другой на снимках разных лет (рис. 6).

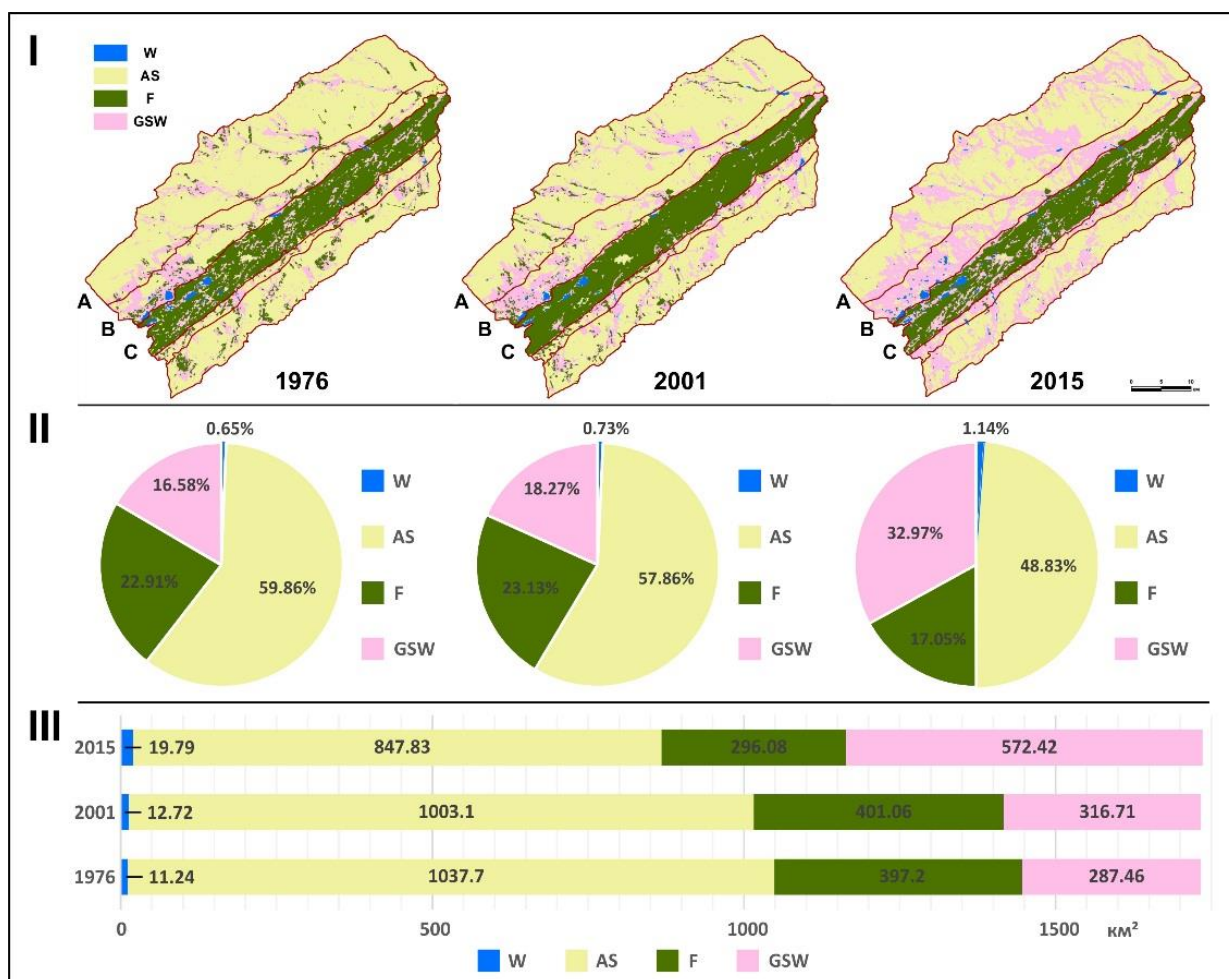


Рисунок 5. Пространственное распределение типов НП (I), соотношение типов НП (%) (II) и изменения их площадей (км²) (III); А, В, С – индекс группы ландшафтов (пояснения в тексте)

Проведены исследования по трем временным срезам: I – 1976 г., II – 2001 г., III – 2015 г. Рассмотрены четыре типа НП: водная поверхность озер и прудов (W – от англ. water body), сельскохозяйственные угодья (пахотные земли) и населенные пункты (AS – от англ. agriculture/settlement), леса сомкнутые (F – от англ. forest), естественные травяные сообщества – луга, степи, водно-болотные угодья (GSW – от англ. grassland, steppe, wetland). Полученные карты НП далее анализировались в программном комплексе QGIS Desktop 2.18, модуль MOLUSCE (Modules for Land Use Change Simulations). Данный модуль позволяет частично автоматизировать анализ динамики пространственной структуры по серии карт, либо космических снимков за различные периоды времени, на которых отображено текущее состояние территории [17].

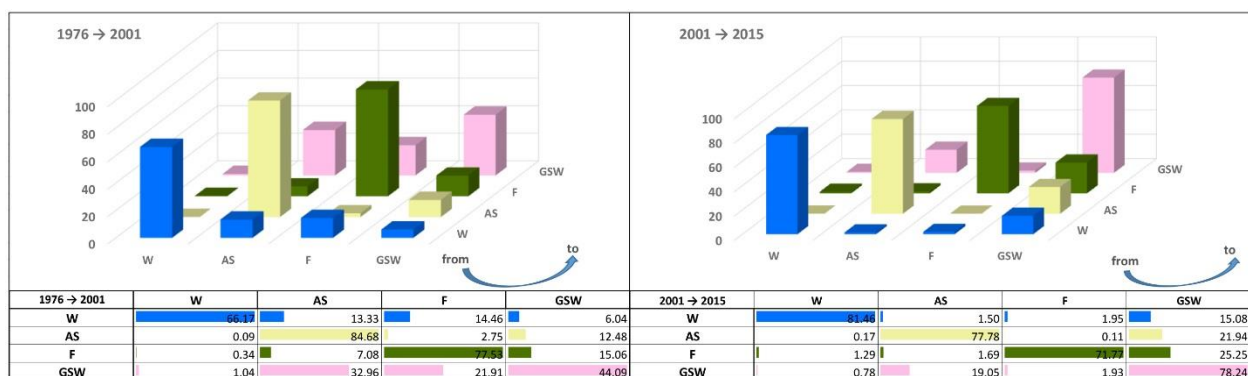


Рисунок 6. Матрицы изменений НП бассейна р. Касмала (в процентах от общей площади бассейна).

Для территории бассейна р. Касмала (подзона южной лесостепи) выделены группы ландшафтов [18]: зональные водораздельно-лесовые (А), интразональные галогидроморфные (В), экстразональные псаммоморфные (С) (рис. 5).

На исследуемой территории все типы НП относительно стабильны во времени. Однако наблюдается некоторые особенности. Выявлено постепенное снижение доли (11%²) пахотных угодий (AS), переходящей, главным образом, в залежи, вторичные степи и в меньшей степени в леса. Этот процесс происходит со времен освоения целинных и залежных земель 1954–1961 годов. В пределах зональных ландшафтов (А) сокращение составило 12% площади. Еще большее сокращение доли пашни (16%) характерно для интразональных ландшафтов (В). Для обеих групп ландшафтов характерно (рис. 6) резкое снижение площади в период 2001–2015 гг. (рис. 7) Распашка в пределах интразональных групп ландшафтов ограничена легким механическим составом почв (супеси, легкие суглинки и пески) и палеогидроморфизмом, с которым связано обилие засоленных участков неудобных для возделывания. Эти факторы способствовали активному переходу пашни в залежи и пастбища.

GSW представляют собой наиболее динамичный тип, увеличивший свою долю на 16%. Возможен их переход в пашни, зарастание лесом, либо затопление при разливе водоемов. Увеличение площади данного типа НП в целом пропорционально уменьшению площадей AS. Наибольшее увеличение доли GSW происходит в пределах интразональных ландшафтов (25%). Причинами увеличения доли данного типа НП стоит считать не только переходы пашни в залежь, но и вырубки леса, приводящие к его серьезной фрагментации.

Леса незначительно изменяли свои площади (до 6%) в масштабах всей площади бассейна Касмала. Однако по отдельным группам ландшафтов этот процесс существенно отличался. В пределах групп ландшафтов А и В наблюдается направленное постепенное уменьшение доли лесов. Площадь колочных и балочных лесов здесь сократилась в 4–5 раз, переходы происходили по большей части в естественные травяные сообщества

Очень контрастной выглядит ситуация с лесами в пределах экстразональной (С) группы ландшафтов. Здесь наблюдается увеличение их доли на 8% в период 1976–2001 гг. Скорее всего это связано с зарастанием старых обширных сплошных вырубок, заброшенных населенных пунктов и образованием согр на переувлажненных территориях. В период 2001–2015 гг. отмечается резкое уменьшение лесных угодий (14%), что скорее всего вызвано новыми рубками либо пожарами, преимущественно вблизи крупных населенных пунктов.

Примечательна динамика водных объектов в пределах исследуемой территории бассейнов.

По исследованиям в бассейне р. Касмала [8] площадь прудов постепенно снижается со

² в процентах от площади водосборного бассейна, либо от рассматриваемой группы ландшафтов

времени их максимального развития в середине 1980-х годов. На территории Касмала, наряду с прудами, существуют также довольно крупные естественные озера. В настоящем исследовании по рассматриваемым трем временным срезам наблюдается постепенное увеличение доли площадей W от 0,65% в 1976г. до 1,14% в 2015 г. в основном за счет перехода в GSW. Тем не менее, эти изменения, вероятно, не являются направленными, а связаны с гидротермическими условиями конкретного года.

	1976 → 2001					Total 1976, км2	2001 → 2015					Total 2001, км2
	W	AS	F	GSW	Total 2001, км2		W	AS	F	GSW	Total 2001, км2	
A	W	52.94	10.17	15.97	10.92	0.76	72.87	8.30	0.92	17.90	2.18	
	AS	0.04	88.72	1.85	9.39	800.94	0.44	83.67	0.17	15.73	785.43	
	F	0.88	36.37	9.96	52.79	45.22	2.70	14.23	7.42	75.65	33.7	
	GSW	0.75	42.75	10.47	46.04	136.29	0.89	24.62	0.88	73.60	161.92	
	Total 2001, км2	2.18	785.43	33.7	161.92		3.12	681.72	1.5	297.48		
B	W	71.71	16.36	6.42	5.50	4.19	82.37	2.12	0.35	15.16	5.44	
	AS	0.20	74.10	2.49	23.21	221.18	0.39	65.23	0.11	34.27	208.31	
	F	1.27	1.49	3.35	52.89	45.31	4.78	4.65	22.41	68.16	30.64	
	GSW	1.36	32.56	13.24	52.83	104.42	1.02	16.40	1.42	81.16	130.7	
	Total 2001, км2	5.44	208.31	30.64	130.7		8.12	159.23	9.02	199.8		
C	W	64.31	10.41	19.51	5.76	6.33	88.97	0.00	4.09	6.94	5.15	
	AS	0.97	29.45	51.84	17.74	15.8	2.41	44.16	7.18	46.25	9.77	
	F	0.12	0.64	95.35	3.90	306.28	1.02	0.33	83.26	15.38	336.24	
	GSW	1.21	5.38	74.52	18.90	46.66	1.36	6.87	15.12	76.65	23.92	
	Total 2001, км2	5.15	9.77	336.24	23.92		8.6	7.1	285.05	75.15		

Рисунок 7. Матрицы изменений бассейна р. Касмала по группам ландшафтов (изменения указаны в процентах от общей площади типа НП, А, В, С – индекс группы ландшафтов, Total – общая площадь типа НП в указанный временный срез.).

Заключение

Проведено крупномасштабное «синтетическое» ландшафтное картографирование репрезентативного для Алтайского края бассейна р. Касмала. Рассчитаны его основные морфометрические характеристики. Подготовлена базовая ландшафтная основа, которая наполняется значимой в гидрологическом отношении атрибутивной информацией, включающей: почвенно-гидрологические константы, данные по снегозапасам и полевой влагоемкости почв, результаты геофизических исследований по зондированию электрического сопротивления грунтов. В конечном итоге это позволит выделить основные группы ландшафтно-гидрологических комплексов и провести их классификацию.

Предложен и апробирован алгоритм количественного анализа ландшафтов, позволяющий определять тенденции пространственно-временных изменений их структуры в нескольких временных срезах. Изучена пространственно-временная динамика наземных покровов по основным группам ландшафтов.

Выявлены следующие особенности и закономерности:

- бассейн р. Касмала характеризуется сравнительно небольшой амплитудой изменений НП (до 14%).
- наиболее характерно снижение доли пахотных (доминирующих по площади) угодий (11%) и увеличение доли естественных травяных сообществ (16%);
- направления изменений и переходов различных типов НП может существенно отличаться для разных групп ландшафтов, наиболее динамичны интразональные галогидроморфные ландшафты (В) (изменения НП до 25%).

Применяемый в работе алгоритм может быть использован для проведения сравнительного анализа преобразований на региональном уровне, выявления общих закономерностей развития природных систем и моделирования их состояния, создания системы регионального и глобального мониторинга.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-35-00203 мол_а.

Литература

- [1] Efiog J, Digha ON Asouzuot OE (2016) Spatial Analysis of Land Surface-Vegetation Relationship in Mountainous Areas of the Tropics Using Srtm-3 Dem. *Journal of Geography and Geology*, vol. 8 (2), 59–75.
- [2] Fernandez-Landa A., Algeet-Abarquero N., Fernandez-Moya J., Guillen-Climent M.L., Pedroni L., Garcia F., Espejo A., Villegas, J.F.; Marchamalo, M.; Bonatti, J.; Escamochero, I.; Rodríguez-Noriega, P.; Papageorgiou, S.; Fernandes, E. An Operational Framework for Land Cover Classification in the Context of REDD+ Mechanisms. A Case Study from Costa Rica. *Remote Sens.* 2016, Vol. 8 (7), 593.
- [3] Hong, S., Jang, H., Kim, N., Sohn, H.-G. (2015). Water Area Extraction Using RADARSAT SAR Imagery Combined with Landsat Imagery and Terrain Information. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 15 (3), 6652–6667.
- [4] Геоинформатика (2008). Под ред. В.С. Тикунова. Издательский центр «Академия», 1–384.
- [5] Виноградов Б.В. (1984) Аэрокосмический мониторинг экосистем. Изд-во Наука, 1–320.
- [6] Rafaela P, Leone A, Voccia L (2009) Land cover and land use change in the Italian central Apennines: a comparison of assessment methods. *Applied Geography*. Vol. 29 (1), 35–48.
- [7] Атлас Алтайского края (1978). ГУГК, Т. 1, 1–222.
- [8] Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Золотов Д.В., Вагнер А.А. (2014) Антропогенные модификации и трансформации ландшафтов в бассейне р. Касмала: классификация и динамика на основе данных дистанционного зондирования. *Вестник алтайской науки*, № 1, 233–240.
- [9] Золотов Д.В., Черных Д.В. (2014) Репрезентативность модельного бассейна р. Касмалы для сравнительных ландшафтно-гидрологических исследований на Приобском плато. *Известия АлтГУ*, № 3 (1). 133–138.
- [10] Бирюков Р.Ю. (2013) Интеграция разнородной пространственно-распределенной информации средствами ГИС при создании основы для ландшафтно-гидрологических карт. *Мир науки, культуры, образования*. № 2, 307–314.
- [11] Бирюков Р.Ю. (2017) Анализ пространственно-временных изменений в структуре ландшафтов водосборных бассейнов Алтайского региона. Материалы XVII-й конференции молодых ученых ИВЭП СО РАН «Шаг в науку» (Барнаул, 7 февраля 2017 г.). Барнаул: Изд-во ООО «Пять плюс», 15–25.
- [12] USGS Global Visualization Viewer. Available on line: <http://glovis.usgs.gov/>
- [13] Xu H. (2006) Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 27 (14), 3025–3033.
- [14] Fan F., Weng Q., Wang Y. (2007) Land Use and Land Cover Change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, Based on Landsat TM /ETM+ Imagery. *Sensors*. Vol. 7 (7), 1323–1342.
- [15] Ramachandra T.V., Uttam K., Joshi N.V. (2012) Landscape Dynamics in Western Himalaya – Mandhala Watershed, Himachal Pradesh, India. *Asian Journal of Geoinformatics*. Vol. 12 (1).
- [16] Kindu M., Schneider T., Teketay D., Knoke T. (2013) Land use/land cover change analysis using object-based classification approach in Munessa-Shashemene landscape of the Ethiopian highlands. *Remote Sensing*. Vol. 5 (5), 2411–2435.
- [17] MOLUSCE: QGIS Python Plugins Repository. Available on line: <http://plugins.qgis.org/plugins/molusce/>
- [18] Черных Д.В., Золотов Д.В. (2011) Пространственная организация ландшафтов бассейна реки Барнаулки. Изд-во СО РАН, 1–205.

მსხვილმასშტაბიანი ლანდშაფტური კვლევა-კარტოგრაფირება და კრიტიკული არეალების შესწავლა-გამოყოფის მნიშვნელობა გარემოს კონსერვაციისა და მდგრადი ბუნებათსარგებლობის მიზნით

მაისურაძე რ.¹, ელიზბარაშვილი მ.², ხარძიანი თ.³, ჯამასპაშვილი ნ.⁴

¹ გეოგრ. დოქტორი, ² ასოც. პროფესორი, ³ მეცნიერ-თანამშრომელი, ⁴ გეოგრ. დოქტორი
^{1,2,4} თსუ. ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, საქართველო
³ თსუ, ვახუშტი ბაბრათიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი

romani.maisuradze@tsu.ge ; mariam.elizbarashvili@tsu.ge ; neli.jamaspashvili@tsu.ge
tamar.khardziani@tsu.ge

აბსტრაქტი

ლანდშაფტური მეცნიერებების თანამედროვე მიდგომა გულისხმობს არა მხოლოდ მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიულ კომპონენტების ანალიზს, არამედ ლანდშაფტის იმ განსაკუთრებული ღირებულებების გამოვლენა-შესწავლასაც, რომელიც თითოეულ მათგანს გააჩნია. კრიტიკული არეალები თავისთავად გულისხმობს იმ განსაკუთრებით "ცხელ" და გამორჩეულ უბნებს, რომელიც თითოეულ ლანდშაფტს შეიძლება გააჩნდეს.

ეს ცალსახად არ ნიშნავს მხოლოდ საშიში, კატასტროფული პროცესებისადმი მოწყვლად, განადგურების პირას მდგომ ან გეოციდი-ეკოციდის საფრთხის ქვეშ მდგომ ლანდშაფტურ ერთეულებს. ეს ცნება შესაძლოა მოისაზრებდეს მოწყვლად ერთეულებს, მაგრამ მათ გარდა ასევე გულისხმობს მაღალი კონსერვაციული მნიშვნელობის მქონე, ხელუხლებელ ან კვაზიხელუხლებელ, ბიომრავალფეროვნებით მდიდარ ლანდშაფტურ ერთეულებს, ასევე იმ ლანდშაფტურ ერთეულებს, რომელიც გამოირჩევა იშვიათი ან ენდემური სახეობებით, ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების ძეგლებითა და კულტურული მემკვიდრეობით. კულტურულ მემკვიდრეობაში ვგულისხმობთ არა მხოლოდ მატერიალურ ძეგლებს, არამედ ტრადიციულ, ადგილობრივ საქმიანობისა და კულტურის ელემენტებს, რომელიც ლანდშაფტში ჰარმონულადაა შერწყმული და უკვე საუკუნეები თუ ათასწლეულები მის შემადგენელ და მახასიათებელ ნაწილად ქცეულა.

მსხვილმასშტაბიანი ლანდშაფტური კვლევა სწორედ ამ ნიუანსების გამოვლენისა და რუკაზე დატანისთვისაა აუცილებელი, რომელიც გულისხმობს ლანდშაფტის ტიპოლოგიური ერთეულების ფარგლებში მისი მოზაიკის გაშლას, მორფოლოგიური ერთეულების მიხედვით და თითოეული მათგანის შეფასებას როგორც მოწყვლადობის და საფრთხისშემცველობის თვალსაზრისით, ისე მისი მაღალი კონსერვაციული და ეკოლოგიური ღირებულების თვალსაზრისით.

Case study -დ ავირჩიეთ მდ. სხალთას ხეობა, მთიანი აჭარის ტერიტორიაზე, სადაც 2005-2011 წლებში ჩვენი მონაწილეობით ტარდებოდა სავსე ექსპედიციები ვახორციელებდით სავსე ლანდშაფტურ კვლევას და ვადგენდით ეკოსისტემათა და გეოსისტემათა მსხვილმასშტაბიან გეოსაინფორმაციო სისტემებს, რომლის ფარგლებშიც ვახდენდით ტერიტორიის ლანდშაფტურ ანალიზს და კრიტიკული არეალების შესწავლა-შეფასებას. ნაშრომში მოცემულია თემატური რუკები და გეოსაინფორმაციული ბაზები, რომლებიც ინფორმაციას გვაწვდის საკვლევი რეგიონის ლანდშაფტებში არსებული კრიტიკული არეალების შესახებ და საფუძველს გვაძლევთ ვიმსჯელოთ მათ ფარგლებში დაცვითი ღონისძიებებისათვის და მდგრადი ბუნებათსარგებლობის რეკომენდაციებისათვის.

საკვანძო სიტყვები. ლანდშაფტი, ეკოსისტემა, კრიტიკული არეალები, მდგრადი განვითარება, კარტოგრაფირება, გის-ი.

შესავალი

კრიტიკული არეალები ლანდშაფტში კრებსითი და ფართო ცნებაა, ის შესაძლებელია იყოს რომელიმე მისი მახასიათებლით გამორჩეული ტერიტორია, სივრცითი ერთეული. ამ შემთხვევაში ეკოსისტემა, რომელსაც ახასიათებს რაიმე განსაკუთრებული თვისება, მისი უნიკალურობიდან, გამორჩეულობიდან, განსაკუთრებულობიდან, სათუთობიდან, მოწყვლადობიდან, ფიზიკურ-გეოგრაფიული თუ საზოგადოებრივი ფაქტორებით განპირობებული მისი სხვადასხვა ღირებულებებიდან გამომდინარე. ამიტომ კრიტიკულ არეალად შესაძლოა განვიხილოთ როგორც სათუთი, მოწყვლადი, მწელად განახლებადი, მისი გავრცელების ზღვარზე მყოფი ეკოსისტემა, ისე განსაკუთრებული მაღალი ეკოლოგიური მნიშვნელობის: - მაღალი პროდუქტიულობის, გამომუშავებული ჟანგბადის ოდენობის, კარგად შენარჩუნებული პირველადი სახის მქონე, მაღალი სახეობრივი შემადგენლობის მქონე, იშვიათი და ძვირფასი სახეობებით გამორჩეული, ენდემური სახეობებით გამორჩეული და ა.შ. ეკოსისტემები. საზოგადოებრივი-კულტურული ფაქტორით განპირობებულია ეკოსისტემათა ისეთი ღირებულებები, როგორცაა ტრადიციული ადგილობრივი ყოფა-ცხოვრების ელემენტებით, მატერიალური და არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობით გამორჩეულობა, მ.შ. ადგილობრივი არქიტექტურის, საკულტო ნაგებობების სიმრავლე, ტურისტულად მიმზიდველი ადგილების, პანორამული ხედების არსებობა და მათ ამ თვალსაზრისით გამორჩეულობა. (1),(2).

ლანდშაფტში კრიტიკული არეალების შესწავლა-კარტოგრაფირება, მათი გეოგრაფიული ანალიზი და შეფასება ადგილობრივი ეკოსისტემების შესწავლის გარეშე წარმოუდგენელია. მდგრადი განვითარების თვალსაზრისით კი კრიტიკული არეალების გამოვლენას მნიშვნელოვანი როლის შეტანა შეუძლია ეკოსისტემათა სწორი მენეჯმენტის, ადამიანის გარემოსთან სწორი და გონივრული მოპყრობის კუთხით. ამიტომ ლანდშაფტური მეცნიერებისა და ზოგადად კომპლექსური გეოგრაფიის როლი ამ საქმეში ძალიან დიდია. ისევე, როგორც მომიჯნავე დარგებისა, რომელიც სივრცის შეფასებაში და გამორჩეულად მოსაფრთხილებელი არეალების გამოყოფაში გვეხმარება, ეს ეხება როგორც ერთის მხრივ საბუნებისმეტყველო და სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებებს (ზოოლოგია, ბოტანიკა, ეკოლოგია),(3),(4).

მეორეს მხრივ სოციალურ და ჰუმანიტარულ მეცნიერებებსაც (ეთნოლოგია, ანთროპოლოგია, არქეოლოგია, ხელოვნებათმცოდნეობა და ა.შ.). კრიტიკული არეალების კარტოგრაფირების საკითხი მნიშვნელოვანია, რადგან ველზე ჩატარებულ კვლევას მისი შესაბამისი სივრცითი ანასახის მომზადება და არსებული მოვლენების ურთიერთგანლაგება და ურთიერთგადაკვეთა გვაძლევს სივრცითი ანალიზის წარმოების კარგ შესაძლებლობებს. ამიტომ თანამედროვე გისტექნოლოგიები არსებული კვლევის სივრცით ანალიზის წარმოება და შეფასება კვლევის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია. რადგანაც კრიტიკული არეალების გამოყოფა, კარტოგრაფირება და შეფასება მოითხოვს კომპლექსურ მიდგომას და ვითვალისწინებთ ტერიტორიის რიგ გეოგრაფიულ თავისებურებებს: მაგალითად, კრიტიკული არეალების კავშირს ლითოლოგიურ, ედაფიურ-გეოქიმიურ, ოროკლიმატურ და კლიმატურ ბარიერებთან. ეკოსისტემის ელემენტების კავშირს ექსპოზიციურობასთან, ფერდობის დახრილობასთან და მიგრაციის რეჟიმთან.

გეოლოგიურ აგებულობასთან და მიმდინარე გეომორფოლოგიური და ეგზოდინამიური პროცესების ინტენსიობასთან და საფრთხეებთან. ისეთი კატასტროფული მოვლენების მიმართ საფრთხეებთან, როგორცაა ღვარცოფული, თოვლზვავურ-კლდეზვავური და მეწყრული პროცესები, წყალმოვარდნები თუ ტყის ხანძრები. ამიტომ ლანდშაფტის შეფასებისას უმჯობესია თუ კვლევისათვის მსხვილ მასშტაბს შევარჩევთ და დიფერენცირებისათვის ლანდშაფტის მორფოლოგიურ ერთეულებს დავეყრდნობით, რომელიც ეკოსისტემების მსხვილ მასშტაბში დიფერენცირებასთან კარგად მოდის თანხვედრაში. (3),(4).

საკვლევ არეალად შევარჩიეთ მდინარე სხალთის ხეობა, რომელიც მთიანი ლანდშაფტების შესწავლისთვის კარგი მაგალითია. მდინარე სხალთას ხეობა მთიან აჭარაში მდებარეობს, მდ. სხალთა მდ. აჭარისწყლის მარცხენა შენაკადია და იგი სათავეს არსიანის ქედზე იღებს. მისი აუზის ფართობი სულ 251,183 კმ² შეადგენს. მისი ქვედა ნიშნული ზ.დ. საკმაოდ დაბლაა - 510 მ. ხოლო უმაღლესი ნიშნული - მ. ეთიშკაია - 2727 მ. ზე მდებარეობს. ხეობის ჰიფსომეტრიული დიაპაზონი საკმაოდ მაღალია. აქედან გამომდინარე სხალთას ხეობის ლანდშაფტური სპექტრი საკმაოდ ვრცელია. თუ გავითვალისწინებთ იმასაც, რომ ხეობას ახასიათებს განედურ-სუბგანედური და მის აღმოსავლურ ნაწილში სუბმერიდიანული და მერიდიანული მიმართულების ოროგრაფიული ერთეულების დომინირება, მაშინ ცხადად გამოჩნდება ის, რომ ხეობის ეკოსისტემების ნაირფეროვნებაზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მკვეთრი ექსპოზიციურობა და ოროკლიმატური ბარიერები, რომლებიც განსაკუთრებით მის ზედა ნაწილში იჩენს თავს. მოკლე მანძილზე დიდი ჰიფსომეტრიული დიაპაზონი და ფერდობების ძლიერი დახრილობა, ასევე ამგებელ სუბსტრატში დანალექი და ადვილადშლადი ქანების დომინირება, მათ შორის ტუფოკონგლომეტარებისა და მასიური თიხებისა, განაპირობებს მეწყერულ-დარცოფული პროცესების მაღალ ინტენსიობას, რომელსაც ხშირად კატასტროფული ხასიათიც ჰქონია, ხოლო ოროკლიმატური ბარიერების დამსახურებით, ნალექების დიდი ოდენობა მის ზედა ნაწილში (მ.შ. მყარი სახით), განაპირობებს თოვლზვავებისა და წყალმოვარდნების მაღალ ინტენსიობას, რაც ლანდშაფტის მოწყვლადობას და არამდგრადობას კიდევ უფრო ზრდის.

რთული რელიეფი გარკვეულწილად განაპირობებს ეკოსისტემების მიმართ ძნელად მისადგომობას, ეს კი მათი მაღალი კონსერვაციული მნიშვნელობის ერთ-ერთი მიზეზია. აქაური ეკოსისტემების მნიშვნელოვანი ნაწილი ძალიან მცირედიტაა სახეცვლილი და შეიძლება ითქვას, რომ მათი პირვანდელი სახე თითქმის არაა შეცვლილი, ან თვალისათვის თითქმის შეუმჩნეველია, რაც ზრდის მათ მიმართ ინტერესს. სხალთას ხეობისათვის დამახასიათებელია დასავლეთ საქართველოსთვის ტიპური კოლხური ეკოსისტემები, რომელიც ქვედა მთიდან მაღალ მთის სარტყლამდე ეკოსისტემათა სხვადასხვა ვარიაციებს ქმნიან. გარდა ამისა, აქაურობისათვის დამახასიათებელია ბუნებათსარგებლობის ტრადიციული, ადგილობრივი ფორმები, რომელიც სწორედ რომ ლანდშაფტური თავისებურებებიდან გამომდინარეობს. ასევე ლანდშაფტური თავისებურებები განსაზღვრავს ადგილობრივი დასახლებების ტიპს და სამშენებლო-არქიტექტურულ ხასიათს. ეს ყველაფერი ლანდშაფტის ღირებულებათა ნაირგვარობას ქმნის და მისი კრიტიკულობის ხარისხის განმსაზღვრელადაც გვევლინება.

მასალები და მეთოდები

ლანდშაფტში კრიტიკული არეალების განსაზღვრისათვის, დიფერენცირება-კარტოგრაფირებისათვის, მათი კომპლექსური ანალიზისათვის და შეფასებისათვის ვსარგებლობთ სავსე ლანდშაფტური კვლევის მეთოდებით, კვლევის კარტოგრაფიული მეთოდით და აღნიშნული მეთოდოლოგიის გამოყენებასთან დაკავშირებული მასალებით.

სავსე ლანდშაფტური კვლევებისათვის საჭირო მასალებიდან უშუალოდ ველზე ვახდენთ კარტოგრაფირებას და ამ პროცესში გამოიყოფა რამდენიმე ეტაპი.

I. საკვლევი რეგიონის ზოგადი ლანდშაფტური თავისებურებების განსაზღვრა, უმთავრესი ლანდშაფტწარმომქმნელი ფაქტორების (ლითოლოგია, რელიეფი, ოროკლიმატური და კლიმატური ბარიერები) რუკაზე დატანას. რისთვისაც ვიყენებთ შემდეგ მასალებს:

- 1). მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკები 1:50000, 1:25000;
- 2). გეოლოგიური რუკები 1:50000, 1:200000;
- 3). გეომორფოლოგიური რუკები, სტიქიურ-დამანგრეველი პროცესების გავრცელების რუკები;
- 4). აერო და კოსმოსური სურათები, რომელზედაც ვახდებთ არსებული ინფორმაციის ვერიფიცირება-იდენტიფიცირებას;

II. საველე ლანდშაფტური კვლევები, სადაც უშუალოდ ველზე ვსაზღვრავთ ეკოსისტემათა ხასიათს, მათ შემადგენელ კომპონენტებს და თავისებურებებს; ვიღებთ ექსპერიმენტულ წერტილებს, სადაც ისაზღვრება ტიპიური ან რაიმეთი გამორჩეული ლანდშაფტური ერთეული, ორივე შემთხვევაში მათი ექსტრაპოლირება შესაძლებელია მათ მსგავს ერთეულებთან. თუკი ნაკვეთი უნიკალურია და ვრცელდება ლოკალურად, მაშინ ექსპერიმენტული ნაკვეთიც იშვიათ შემთხვევას მიეკუთვნება, რომელიც მხოლოდ იმ კონტრეტული ადგილისთვის იქნა ჩატარებული და ასეთი კვლევები ხდება მაშინ, როდესაც შევისწავლით ფაციესს, სადაც ან განსაკუთრებული ბუნების ძეგლი, ანდა ლოკალური სახეობის გავრცელების მცირედი არეალია შენარჩუნებული.

ვსაზღვრავთ მის ვერტიკალურ სტრუქტურის ტიპს, მცენრეული საფარის, მისი სიმძლავრის და ქვედა საფარში არსებული იარუსის მითითებით, ვადგენთ მის ექსპოზიციას, ფერდობის დახრილობას და მიგრაციის რეჟიმს (5),(6). ექსპერიმენტული ნაკვეთის მდებარეობის სიზუსტის განსასაზღვრად ვიყენებთ GPS - სისტემებს, ვადგენთ ნაკვეთის მდებარეობას, X-Y კოორდინატებს და სიმაღლეს ზღვის დონიდან. მაგ: ექსპერიმენტული ნაკვეთი ჩვენს შემთხვევაში, სხალთას მარჯვენა ნაპირას, სოფ. კვატიას მიდამოებში X - 42023'56,4" Y -42034'45,2" სიმაღლე ზღვის დონიდან 1152 მ. ექსპერიმენტულ ნაკვეთებზე ვსაზღვრავთ მცენარეულობის ხასიათს, პროექციულ დაფარულობას და შეხვედრადობას, ამისათვის ვიყენებთ ბრაუნ-ბლანკეს სქემას (5).

ხოლო ექსპერიმენტულ ნაკვეთებზე ხე-ტყის და ბუჩქნარ-ბალახეული საფარის ფიტომასის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ ნიკოლსკის სატყეო ცხრილებს და ბალახეულობის გამოთვლის ნიმუშებს (5). ხოლო შემდეგ ვადგენთ ლანდშაფტის ერთგვაროვანი ვერტიკალური სტრუქტურის მქონე ერთეულების გავრცელების კანონზომიერებასა და თავისებურებებს რ. უიტკერის ცნობილი სქემის მიხედვით (5). აღნიშნული სქემის და ზემოთმოყვანილი მასალების გამოყენებით, უკვე კამერალურ პირობებში ვიწყებთ ლანდშაფტების დიფერენცირებას, რომელთა საკლასიფიკაციო ერთეულად ვირჩევთ მორფოლოგიურ ერთეულებს (სანახი, უროჩიშჩე) და მათ მონაცემთა გეოინფორმაციულ ბაზაში ვუთითებთ საკლასიფიკაციო ერთეულის ნუმერაციას (6),(7). ა

სევე მის თემატურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებს და შემდგომ ვახდენთ მის თემატური რუკის აგებას, შესაბამისი მონაცემთა ბაზების საფუძველზე. სადაც ვუთითებთ იმ შესაბამის კრიტერიუმებს, რის საფუძველზედაც შეგვიძლია ვიმსჯელოთ, თუ რამდენად წარმოადგენს ესა თუ ის ლანდშაფტის მორფოლოგიური ერთეული კრიტიკულ არეალს. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები მოცემულია ქვემოთ.

ძირითადი შედეგები

ჩატარებული კვლევების შედეგად (რომელიც ზემოთხსენებულ საქმიანობას გულისხმობდა და შესაბამის მასალებსაც მოიცავდა), ველზე აღიწერა რამდენიმე ექსპერიმენტული ნაკვეთი და შედგა მსხვილმასშტაბიანი ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსების რუკები, მისი თემატური მონაცემთა ბაზებით, რომლის საფუძველზეც შედგენილი იქნა თემატური რუკები და გაკეთდა მათი შეფასებითი ანალიზი.

ვინაიდან საველე კვლევა ტარდებოდა სრულიად მთიანი აჭარის ტერიტორიაზე და არა მხოლოდ რომელიმე მდინარის აუზის ფარგლებში, ჩვენს მიერ აღწერილი ექსპერიმენტული ნაკვეთებიდან 3 მოხვდა უშუალოდ სხალთას ხეობაში, ხოლო რამდენიმე იდენტური ვერტიკალური სტრუქტურის მქონე მის მეზობელ ხეობებში, რომლებიც ლანდშაფტურად იდენტურია და შესაძლოა მათი მონაცემის ექსტრაპოლირებაც (7, 8).

ექსპერიმენტული ნაკვეთი N7, რომელიც სხალთა-ჩირუხისწყლის წყალგამყოფზე მდებარეობს გამოირჩევა კარგად შენარჩუნებული ვერტიკალური სტრუქტურის ტიპით (ცხრილი 1.). TF6w, T6w რომელიც კარგად ჩამოყალიბებული, მძლავრი და შეკრული კორომის სახითაა წარმოდგენილი და აქ არ შეინიშნება ადამიანის მიერ უხეში ჩარევა. შესაძლოა თავის

დროზე ზემოქმედება იყო, მაგრამ ამჟამინდელ ეკოსისტემაზე ეს ნაკლებადაა ასახული. ეს ნაკვეთი და მისი მსგავსი ეკოსისტემები, რობლემიც ჩვენს მიერ შედგენილ ეკოსისტემათა რუკაზე შეგვძლია ვიხილოთ, შესაძლოა მივიჩნიოთ კრიტიკულ ეკოსისტემათა შორის ერთ-ერთად, რადგან პირველადი, კარგად შენარჩუნებული მაღალკონსერვაციული ეკოსისტემის ნიმუშს წარმოადგენს.

ცხრილი 1.

ფიტომასის რაოდენობა მე-7 ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, სხალთა-ჩირუხისწყლის წყალგამყოფზე

სახეობა	მოცულობა m ³ /ha	ნედლი ფიტომასა					მშრალი ფიტომასა				
		ტანი	ტოტი	ფოთლი	ფესვი	სულ	ტანი	ტოტი	ფოთლი	ფესვი	სულ
Abies	1191.8	989.2	138.5	113.8	178.1	1419.5	476.7	66.7	54.8	85.8	684.1
Picea	166.9	138.5	19.4	15.9	24.9	198.8	66.8	9.3	7.7	12.0	95.8
Fagus	140.3	136.1	21.8	3.3	38.1	199.3	84.2	13.5	2.0	23.6	123.3
Ulmus	4.2	4.0	0.6	0.1	1.1	5.8	2.5	0.4	0.1	0.7	3.7
Laurose rasus	1.0	1.0	0.3	0.3	0.5	2.1	0.6	0.2	0.2	0.3	1.3
Carpinus	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
სულ	1503.3	1267.9	180.3	133.1	242.3	1823.6	630.3	90.0	64.6	122.1	908.2

აღნიშნული ექსპერიმენტული ნაკვეთი ხასიათდება კოლხური მუქწიწვიანი ტყისათვის დამახასიათებელი სტრუქტურით. მძლავრი ფიტომასით და მაღალი პროდუქტიულობით. გარდა ამისა მისთვის დამახასიათებელია სახეობრივი მრავალფეროვნების მაღალი მაჩვენებელი, რაც მოცემული გვაქვს ბრაუნ-ბლანკეს ცხრილში (ცხრილი 2).



ნახ. 1. მუქწიწვიანი ტყის ეკოსისტემა მდ, სხალთას სეობაში, სოფ. რაკვთას თავზე, ზ.დ. 1750-1800 მ

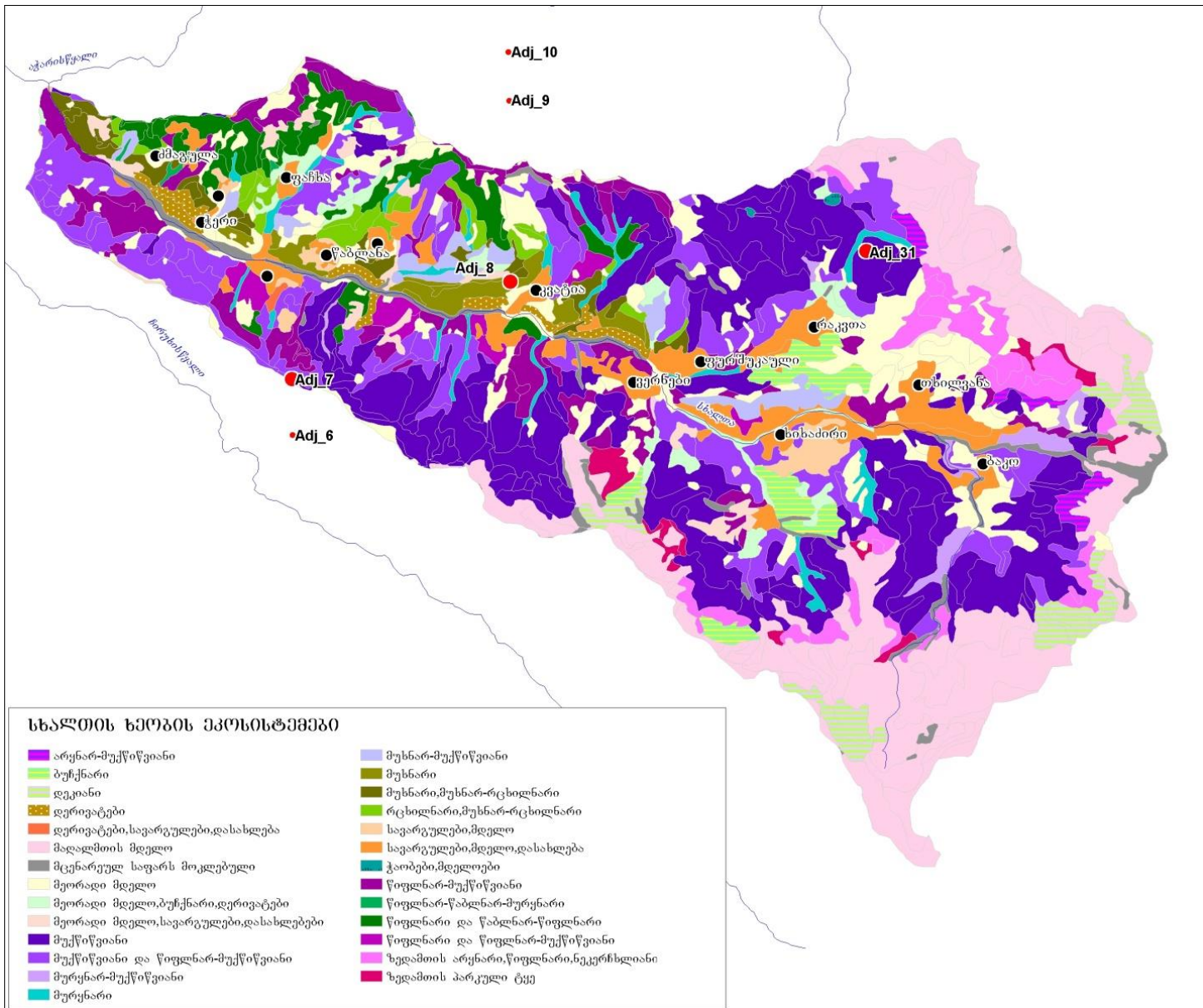
ცხრილი 2.

მცენარეთა სახეობრივი შემადგენლობა და მათი განაწილება იარუსების მიხედვით მე-7 ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, სხალთა-ჩირუხისწყლის წყალგამყოფზე

სახეობა	იარუსი	სიმაღლე	სიმძლავრე	ფენოფაზა
Abies nordmanniana	I	46	4	1
Picea Orientalis	II	30	3	1
Fagus Orientalis	II	23	3	1
Ulmus eliptica	III	14	+	1
Rhododendron ponticum	IV	2	5	1
Ilex colchica	V	1	2	1
Pteridium aquilinum	VI	0,6	2	1
Pyretrum sp.	VI	1	1	1
Brachipodium silvaticum	VI	1	2	1
Rubus sp.	VI	0,6	2	1
Campanula ochroleuca	VI	0,6	2	1
Centaurea salicifolia	VI	0,6	+	1
Hedera colchica	VIII	0,1	1	1
Sanicula europaea	VIII	0,1	2	1
Oxalis acetosella	VIII	0,1	1	1
Prunella vulgaris	VIII	0,1	1	1
Salvia glutinosa	VI	0,8	2	1
Geranium platifilus	VII	0,5	1	1
Vicia Variabilis	VIII	0,1	1	1
Dryopteris filix-mas	VI	0,8	+	1
Calamintha grandiflora	VIII	0,2	+	1
Viola odorata	VIII	0,1	1	1
Lapsana comunnis	VII	0,4	+	3
Gentiana shistocalix	VI	0,7	1	1
Cystopteris fragilis	VIII	0,1	+	1
Aegopodium podagraria			+	
Tamus comunnis			+	
Cyrcerbita petiolata			+	

ამ შემთხვევაში სახეობრივი შემადგენლობა საკმაოდ მრავალფეროვანია და კრიტიკულ არეალად შესაძლოა მივიჩნიოთ რუკაზე (ნახ.2.) გამოსახული ის მსგავსი ეკოსისტემები, სადაც აღნიშნული ექსპერიმენტული ნაკვეთი მდებარეობს, თუკი გავითვალისწინებთ ყველა მსგავსი ზოგადი ეკოსისტემის ტრანსფორმაციის ხარისხს, თუმცა მეტ-ნაკლებად ეს ეკოსისტემები გამორჩეულია როგორც მაღალი ფიტომასით, პროდუქტიულობით და ესთეტიური ღირებულებით, ისე სახეობრივი შემადგენლობითაც, ამ თვალსზრისით შესაძლოა, რომ ხეობაში მსგავსი ეკოსისტემები საკმაოდ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს.

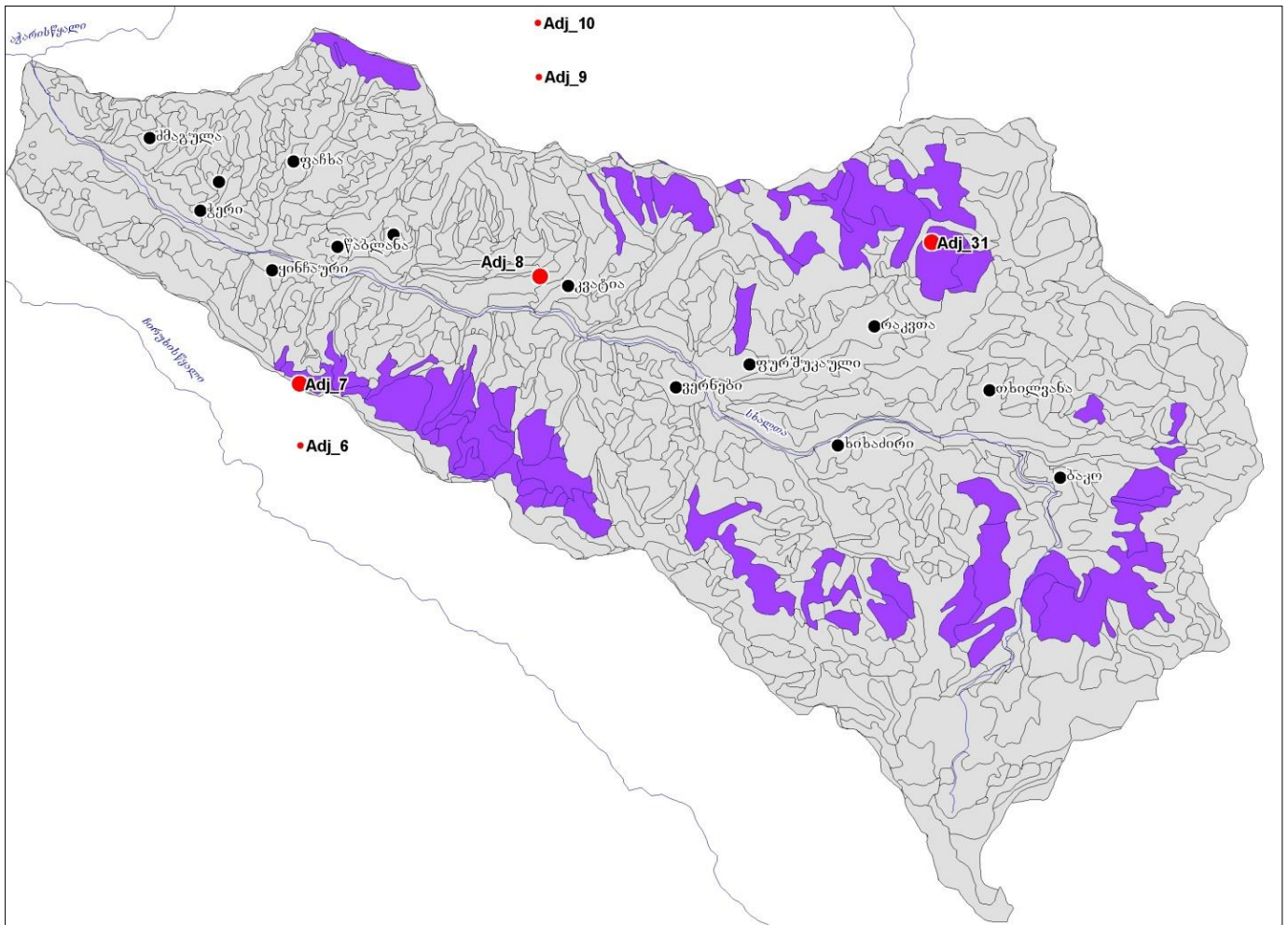
ანალოგიურად ჩირუხი-სხალთას წყალგამყოფისა, მძლავრი ვერტიკალური სტრუქტურა ახასიათებს სხალთა-აჭარისწყლის წყალგამყოფის თხემისპირა მოსწორებულ ვაკეებს, რომელიც ხშირად ტყითაა დაფარული, ხოლო ტყისგან თავისუფალი ეკოსისტემები უკავია მდელოს და სუბალპურ სათიბ-სამოვრებადაა გამოყენებული. ამ საკითხზე საუბარი ქვემოთ ისევ გვექნება, აქ მხოლოდ შევხერხდებით იმ ბორეალურ ეკოსისტემებზე, რომლებიც აღნიშნულ ტერიტორიაზე ვრცელდებიან და მძლავრი სტრუქტურებით ხასიათდებიან. მიუხედავად იმისა, რომ წარსულში აქ შეიმჩნევა მცირედი ჭრების და სხვადასხვა ყოფითი მიზნით ადამიანის ზემოქმედების კვალი, თვითგანახლების უნარი ძალიან ძლიერია და ბუნებრივი თვითაღდგენის შედეგად აქ პირვანდელი სახე ეკოსისტემებს თითქმის დაბრუნებული აქვთ.



ნახაზი 2. მდ. სხალთას ხეობის ეკოსისტემები

ძალიან მაღალია პროდუქტიულობა, რასაც ჩატარებული სავსე კვლევები ადასტურებს. უფრო მეტი კონკრეტულობისათვის, აქ წარმოდგენილ რუკაზე (ნახაზი 3.) კარგად ჩანს იმ ბორეალური და წიფლნარ-მუქწიწიანი ეკოსისტემების არეალები, რომლებიც განსაკუთრებულად მძლავრი სტრუქტურებითა და პირველად იერსახით გამოირჩევიან.

ასევე კრიტიკულ არეალებად შეიძლება ჩაითვალოს ჭოროხის მუხისგან შემდგარი ძვირფასი ჯიშის ტყეები, რომელიც მხოლოდ მდ. ჭოროხის აუზში ხარობს, იშვიათი გამონაკლისის შემთხვევაში. განსაკუთრებით საგულისხმოა ისიც რომ მსგავსი მუხნარი ტყის ეკოსისტემები სამხრეთი და სამხრეთ-დასავლეთი, ზოგჯერ სამხრეთ-აღმოსავლეთი ექსპოზიციის ფერდობებს მოიცავს და უმთავრეს გარემოსდაცვით როლს თამაშობს ციფაბო რელიეფის პირობებში.



ნახაზი 3. მდ. სხალთას ხეობა, ბორეალური ეკოსისტემები, რომლებიც შესაძლოა ჩაითვალოს კრიტიკულ არეალებად

ფიტომასის რაოდენობა 31-ე ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, სხალთის შენაკად რაკვთას ხეობაში, ზ.დ. 1750 მ. ცხრილი 3.

სახეობა	მოცულობა	ნედლი ფიტომასა					მშრალი ფიტომასა				
		ტანი	ტოტი		m3/ha	ტანი	ტოტი		m3/ha	ტანი	ტოტი
Picea	464.0	385.1	53.9	44.3	69.3	552.6	185.6	26.0	21.3	33.4	266.3
Abies	1287.7	1068.8	149.6	122.9	192.4	1533.8	515.1	72.1	59.2	92.7	739.2
Alnus	5.8	5.2	0.9	0.1	1.4	7.6	2.6	0.4	0.1	0.7	3.8
Populus	3.3	2.8	0.5	0.1	0.8	4.1	1.5	0.3	0.0	0.4	2.2
სულ	1760.8	1461.9	204.9	167.4	263.9	2098.1	704.8	98.8	80.7	127.2	1011.5

აღნიშნული ფერდობები ხასიათდება ძლიერი დენუდაციური პროცესებით, ქვათაცვენებით და ღელე-ნაკადულების ძირში განვითარებული სიღრმითი ეროზიული პროცესებით. ამიტომ მათი დაცვა-შენარჩუნება კიდევ ამ მიზეზითაც მნიშვნელოვანია.

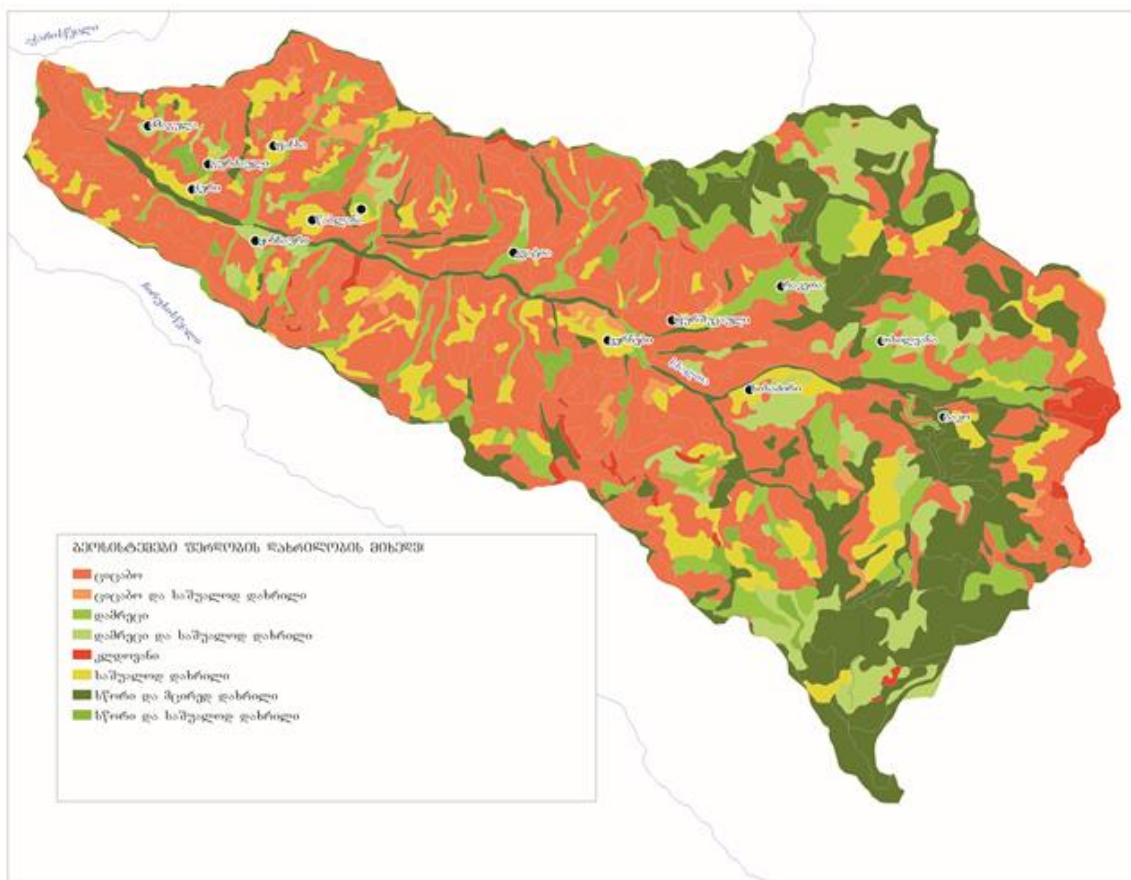
როგორც რუკაზე ჩანს, ისინი ძმაგულა-წაბლანა-კვატია-ფურშუკაულის ზოლზე ვრცელდებიან და რიგ მონაკვეთებში საკმაოდ კარგად არიან შენარჩუნებული.

ცხრილი 4.

ფიტომასის რაოდენობა მე-8 ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, სხალთის ხეობაში, ზ.დ. 1152 მ.

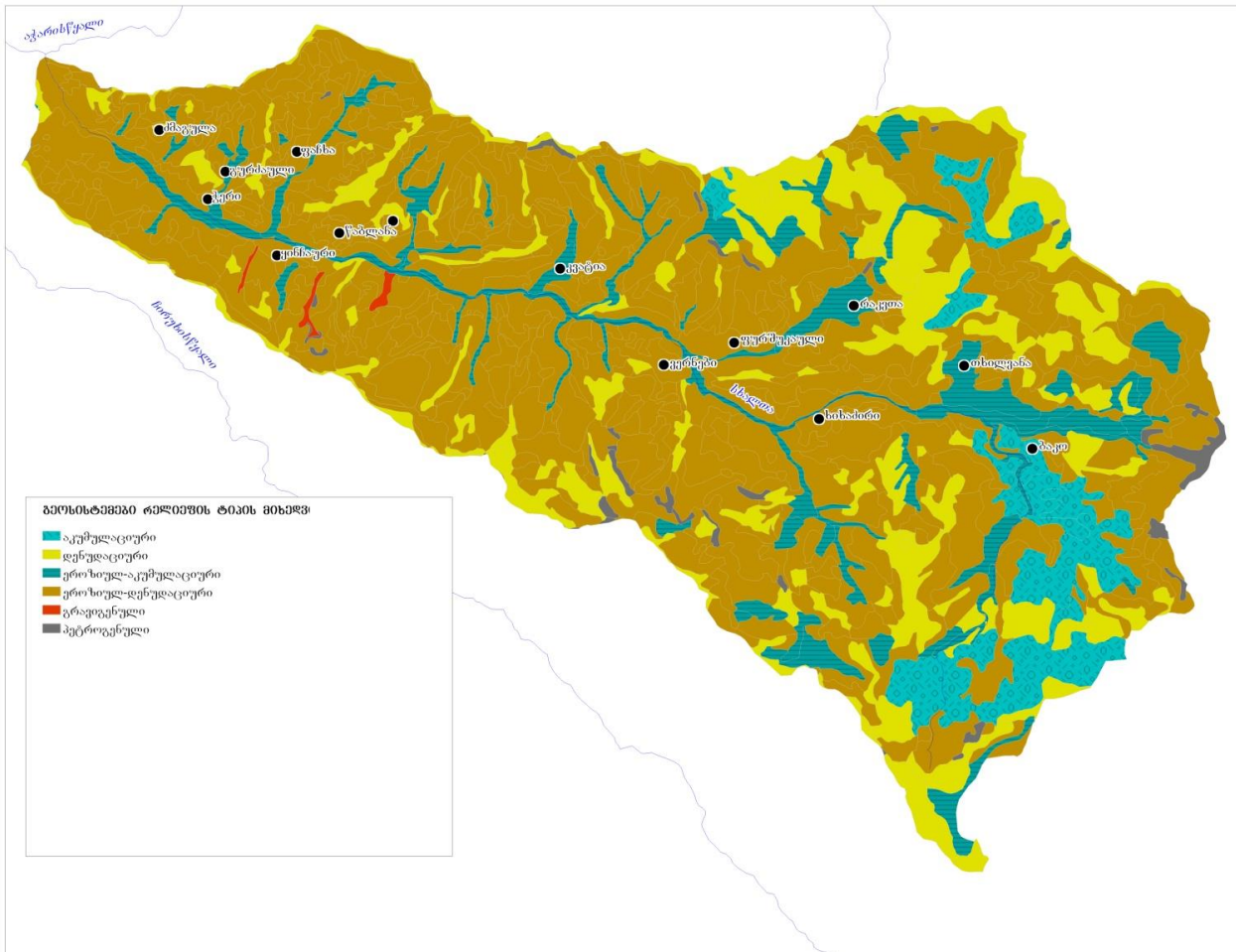
სახეობა	მოცულობა	ნედლი ფიტომასა					მშრალი ფიტომასა				
		ტანი	ტოტი	ფითოლი	ფესვი	სულ	ტანი	ტოტი	ფითოლი	ფესვი	სულ
Quercus djorokhensis	131.4	128.8	30.9	3.2	41.2	204.2	78.9	18.9	2.0	25.2	125.0
Carpinus	31.6	31.3	8.1	0.8	9.1	49.3	19.9	5.2	0.5	5.8	31.4
Picea	0.4	0.3	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
სულ	163.4	160.4	39.1	4.1	50.3	253.9	98.9	24.1	2.5	31.0	156.6

ეგზოდინამიური პროცესების მხრივ, სხალთის ხეობა განსაკუთრებით საშიშია, აქ ბოლო რამდენიმე ათწლეულის განმავლობაში დაფიქსირდა რამდენიმე კატასტროფული მოვლენა, რასაც მნიშვნელოვანი მსხვერპლი მოჰყვა. როგორც ვხედავთ, გრავიგენული რელიეფი გამოკვეთილია აქტიური დვარცოფულ-მეწყრული სხეულების არეალებში, ეს ტერიტორიები შეიძლება ჩაითვალოს კრიტიკულად,



ნახაზი 4. სხალთას ხეობა, ფერდობების დახრილობა და კრიტიკული არეალები

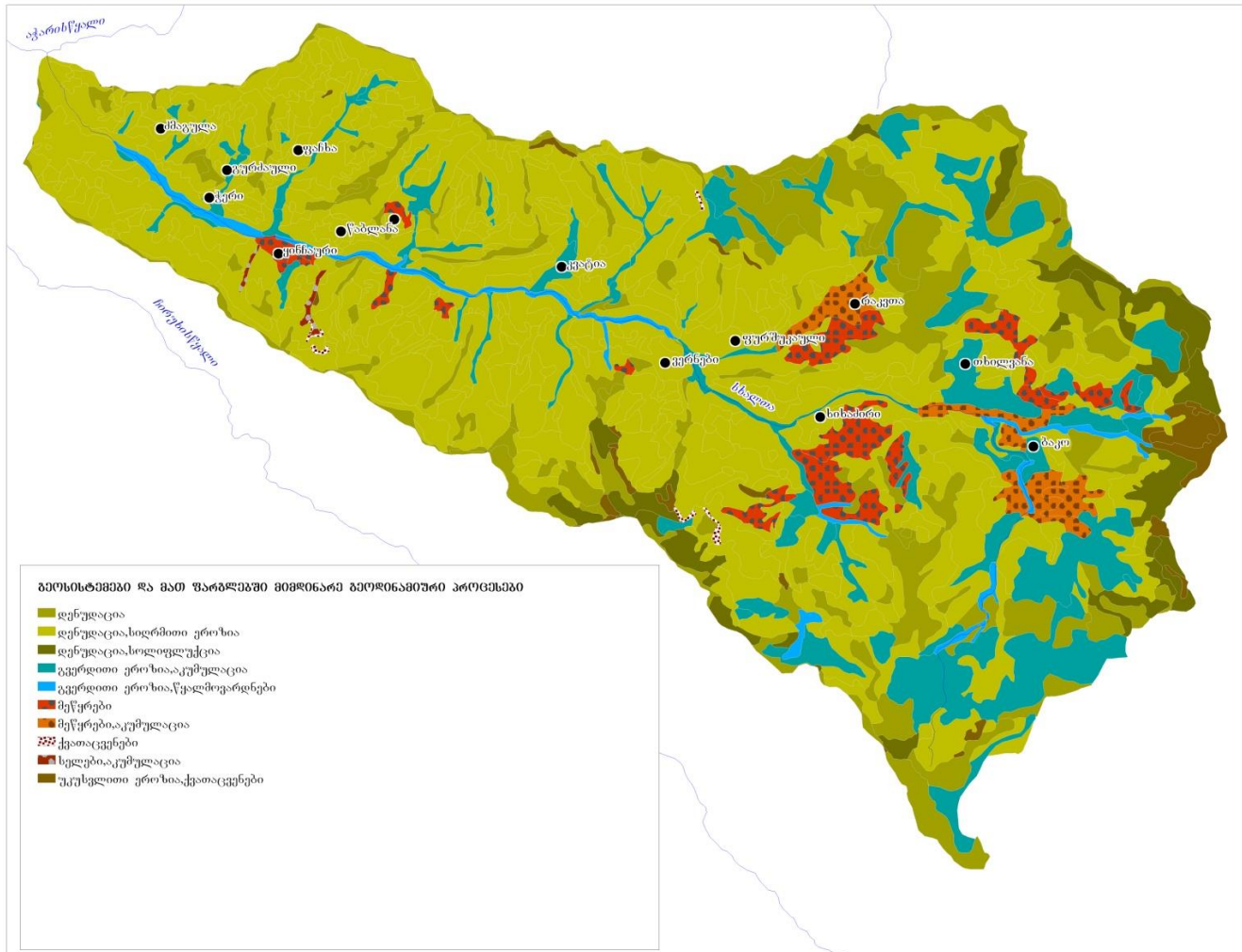
ამიტომ, როგორც სახიფათო და ადამიანის ჩარევისაგან თავისუფალი არელების შესწავლას და გამოყოფას აქვს პრინციპული მნიშვნელობა, ესენიც სწორედ კრიტიკული არელებია, რომლებიც განსაკუთრებით უნდა იყოს დაცული ადამიანის ზემოქმედებისგან და სხვადასხვა ღონისძიებებს (ნაგებობების, ინფრასტრუქტურული ობიექტების განლაგება და ა.შ.) მაქსიმალურად უნდა მოვარიდოთ. მათი იდენტიფიცირებისათვის არელები შეიძლება გამოვარჩიოთ ჩვენს მიერ შედგენილ რუკებზე, რომელიც ფერდობის დახრილობას (ნახაზი 4.) და ეგზოდინამიური პროცესების ხასიათს ასახავს.



ნახაზი 5. სხალთას ხეობა, ლანდშაფტები რელიეფის ტიპების მიხედვით

როგორც ვხედავთ, გრავიგენული რელიეფი გამოკვეთილია აქტიური ღვარცოფულ-მეწყრული სხეულების არელებში, ეს ტერიტორიები შეიძლება ჩაითვალოს კრიტიკულად, ასევე ეროზიულ-აკუმულაციური მონაკვეთები, რომელიც წყალმოვარდნების შედეგად გამოტანილი მასალითაა დაფარული და ხშირ შემთხვევაში საფრთხის ქვეშ ექცევა, რომელზედაც უფრო დეტალურად მომდევნო რუკის დახმარებით ვისაუბრებთ: წარმოდგენილ რუკაზე მკაფიოდ ჩანს ის გეოსისტემები, სადაც ვითარდება აქტიური ეგზოდინამიური პროცესები. პირველ რიგში აღსანიშნავია ღვარცოფული და მეწყრული მოვლენები, რომლებიც საკმაოდ ვრცელ არეალს მოიცავს და ორ მონაკვეთადაა დაყოფილი, პირველი - ქვედა მონაკვეთი: - სხალთა-ყინჩაური-წაბლანას ზოლი, სადაც აქტიური მეწყრული და ღვარცოფული მოვლენები რამდენიმეჯერ კატასტროფული ხასიათისა გამოდგა. ხოლო

მეორე, ზედა მონაკვეთი - რაკვთა-თხილვანა-ხიხაძირი-ბაკოს ზოლი, სადაც მეწყრული პროცესები ჭარბობს ღვარცოფულს, ხოლო ფართობები გაცილებით დიდ არეალს მოიცავს.



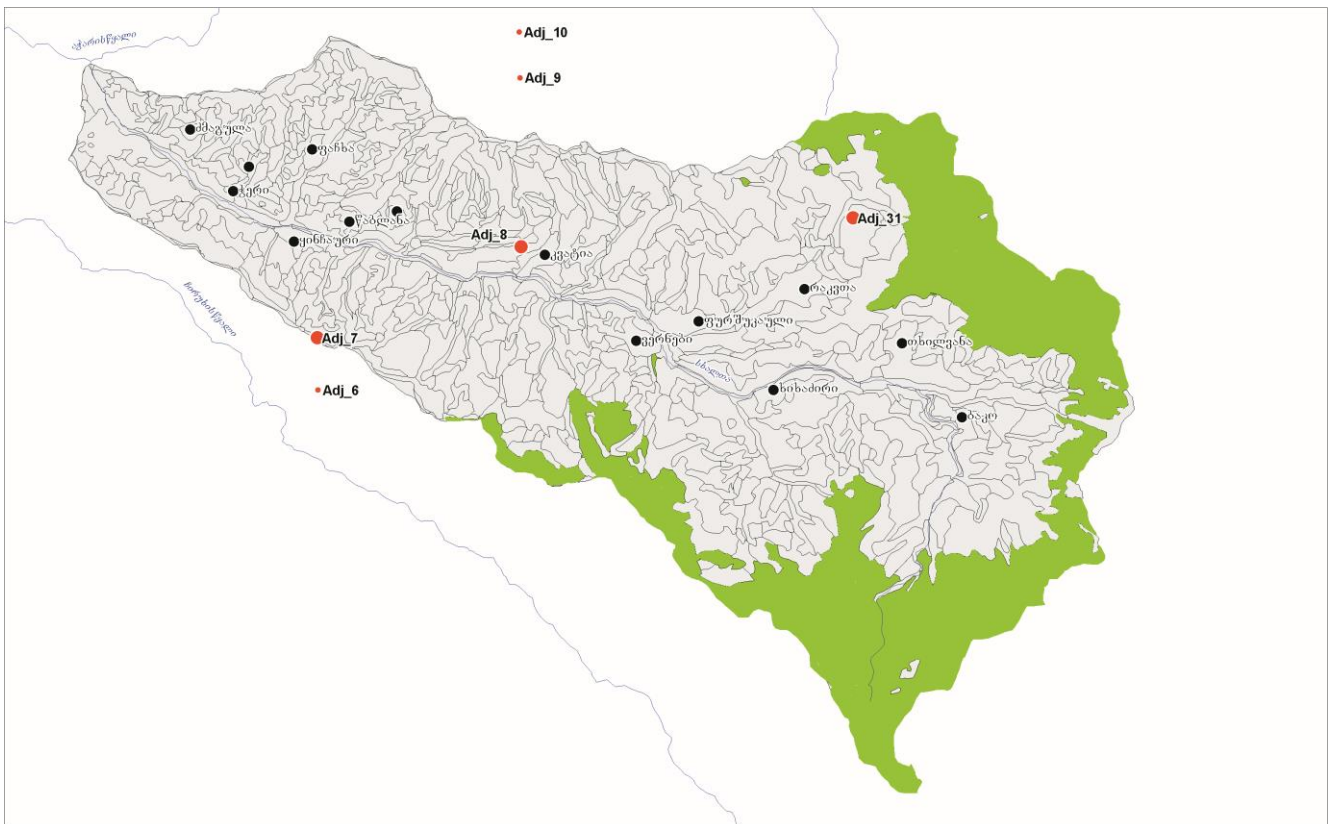
ნახაზი 6. სხალთას ხეობა, ლანდშაფტებში მიმდინარე ეგზოდინამიური პროცესები

მიწის ფონდის დანაკარგი და ინფრასტრუქტურული ობიექტების მოშლა აქაც ხშირია და ეს არეალებიც საკმაოდ საფრთხის შემცველია, აქედან გამომდინარე კრიტიკულ კატეგორიას მიეკუთვნება. ასევე მდინარეთა ზოლის გასწვრივ, წყალმოვარდნის საფრთხის ქვეშ მყოფი არეალები, რომლებიც უახლოეს პერიოდში პერიოდულად წყლითაც იყო დაფარული, რომელსაც დროებითი ტბის სახეც გააჩნდა, ბუნებრივია კლდეზვავურ-მეწყრული ტბის წარმოშობა დროებითი მოვლენაა და რიგ შემთხვევებში მძლავრი წყალმოვარდნით სრულდება, მდინარის მიერ ჯებირის გარღვევის შემდგომ, რაც დიდი საფრთხის შემცველია და ეს არეალებიც კრიტიკულ არეალებად შეგვიძლია მოვიანზოთ.

გარდა გეოდინამიური პროცესების და მათი საფრთხის ქვეშ მყოფი არეალებისა, ასევე პირველადი მაღალკონსერვაციული ეკოსისტემებისა, სხალთას ხეობაში ადგილობრივი ლანდშაფტი საუკუნეების განმავლობაში გამოყენებულია იმ ტრადიციული სოფლის მეურნეობის დარგებისათვის, რომელიც ადგილობრივ ლანდშაფტთან უკვე ხანგძლივი პერიოდის განმავლობაში ჰარმონიაშია, როგორც ადგილობრივი მოსახლეობის გარემოსთან დამოკიდებულების ნიმუში (ნახაზი 7.).



ნახაზი 7. სხალთას ხეობა, ადგილობრივი ლანდშაფტი და ტრადიციული ბუნებათსარგებლობის ფორმები



ნახაზი 8. სხალთას ხეობა, ადგილობრივი ლანდშაფტი და ტრადიციული ბუნებათსარგებლობა საშუალო, ზედა და მაღალმთის ეკოსისტემებში, მათი გავრცელების ზონა, როგორც კრიტიკული არეალი

ეს დამოკიდებულება ადგილობრივი მოსახლეობის ცხოვრების წესად და კულტურის ნაწილადაა ქცეული. მთის სეზონური დასახლებები, სადაც წლის თბილ პერიოდში ეწევიან მესაქონლეობას, რძის პროდუქტის და სხვა ადგილობრივი პროდუქტის დამზადებას, რასაც პირვანდელი, ტრადიციული და ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიები ახორციელებენ, ეს ყველაფერი კი ადგილობრივი ლანდშაფტის, როგორც გარემოს და საზოგადოების ერთობლიონის საუკეთესო ნიმუშია და მათი დაცვა-შენარჩუნება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი სტრატეგიული ამოცანაა.

ჩვენს მიერ შედგენილ რუკაზე კარგად ჩანს სწორედ ის არეალები, რომელიც აღნიშნულ, ტრადიციული ბუნებათსარგებლობის და ადგილობრივი მეურნეობის წარმოების ზონას წარმოადგენს, განსაკუთრებით ის არეალები, რომლებიც სწორედ ზედამთის და მაღალმთის სარტყელში მდებარეობენ და ერთის მხრივ მკაცრი კლიმატის და მეორეს მხრივ, ეგზოტინამიური პროცესების ფონზე საფრთხის ქვეშ იმყოფებიან.

დისკუსია

როგორც კვლევის შედეგებმა გვაჩვენეს, კრიტიკული არეალები ლანდშაფტში ცალსახად არაა ერთი, მკაცრად განსაზღვრული კრიტერიუმით და მეთოდოლოგიით დადგენილი ერთეულები. ის მოიცავს როგორც სხვადასხვა საფრთხის ქვეშ მყოფ, ისე განსაკუთრებით ღირებულ არეალებს. როგორც ბიომრავალფეროვნების, ლანდშაფტური მრავალფეროვნების, კონსერვაცია-დაცვის თვალსაზრისით, ისე ტრადიციული ყოფა-ცხოვრების, ეთნოლირებულებების, მატერიალური და არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის შენარჩუნების თვალსაზრისით.

კრიტიკულ არეალებში შესაძლოა ერთი და იგივე ლანდშაფტი მოექცეს მისი როგორც არამდგრადობა-მოწყვლადობის, გეოდინამიური და სხვა კატასტროფული მოვლენათა საფრთხის შემცველობის გამო, ისე მისი მაღალკონსერვაციული და სხვა ზემოთაღნიშნული ღირებულებების გამო.

გარდა ზემოთჩამოთვლილისა, არსებობს კიდევ სხვა მახასიათებლები, რომელიც საჭიროებს როგორც ერთის მხრივ ინდივიდუალურ, მეორეს მხრივ კომპლექსურ და დეტერმინისტურ მიდგომას, რომლებიც გამოავლენენ თითოეულ ლანდშაფტში იმ ღირებულებებს, რომელიც განსაკუთრებით გაფრთხილებას, შენარჩუნებას და ხანგძლივადიან პერსპექტივაში საზოგადოების მათთან ჰარმონიულ დამოკიდებულებაში ყოფნას გულისხმობს, რაც მდგრადი განვითარების, ლანდშაფტის და საზოგადოების სამომავლო ურთიერთობისთვის აუცილებელი სტრატეგიული ნაბიჯი გახლავთ, რაც სამომავლოდ ბუნების, საზოგადოების და მათთან ურთიერთობის ჯანსაღი ფორმის ჩამოყალიბებას უზრუნველყოფს.

ლიტერატურა:

1. Critical Areas in a Landscape: From Theory to Mapping and Management. International Conference. May 4-6, 2005. International Geographical Union, Geographical Society of Georgia, Tbilisi, Georgia
2. Adam Birr, Ph.D. Minnesota Department of Agriculture David Mulla, Ph.D., Jake Galzki, and Joel Nelson Department of Soil, Water, and Climate University of Minnesota, Identifying Critical Portions of the Landscape for Water Quality Protection Using Terrain Analysis
3. Landscape Analysis for Critical Areas Ordinance Update Prepared for City of Duvall Planning Department 15535 Main Street NE Duvall, WA 98109 Prepared by Parametrix 411 108th Avenue NE, Suite 1800 Bellevue, WA 98004-5571 425-458-6200 www.parametrix.com
4. ნ. ბერუჩაშვილი, თ. გორდეზიანი, ნ. ჯამასპაშვილი, რ. მაღლაკელიძე, დ. ნიკოლაიშვილი. კრიტიკული ტერიტორიები ლანდშაფტში, ლანდშაფტური კვლევის გამოცდილება

საქართველოში (რუს ენაზე). ლანდშაფტის ოთხი განზომილება 20 წლის შემდეგ (რუს ენაზე). მოსკოვი-სანკტ-პეტერბურგი-თბილისი, 2006

5. Беручашвили Н.Л. Геофизика ландшафта , Москва «Высшая Школа» 1990
6. Беручашвили Н.Л. Жучкова Т. Методы Полевых Физико-географических исследований Москва, МГУ 1995
7. Беручашвили Н.Л. Кавказ, Ландшафты, Модели, Эксперименты. Тб, 1995
8. რ. მისურაძე, ნ. ჯამასპაშვილი, ზ. სეფერთელაძე, ნ. ბერუჩაშვილი, ნ. ინაშვილი და თ. ხარბიანი, "საქართველოს ახალი ლანდშაფტური რუკა და გეოინფორმაციული სისტემა" რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი, კვლევის შედეგები, 488 გვ. თბილისი, 2012

SUMMARY

LARGE-SCALE LANDSCAPE RESEARCH, MAPPING AND THE STUDI OF THE CRITIKAL AREAS

Maisuradze Roman¹, Elizbarashvili Mariam², Khardziani Tamar³, Jamaspashvili Neli⁴

^{1,2,4} *iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Faculty of Exact and Natural Sciences, Department of Geography*

³ *iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Vakhushti Bagrationi Institute of Geography*

romani.maisuradze@tsu.ge ; mariam.elizbarashvili@tsu.ge ; neli.jamaspashvili@tsu.ge

tamar.khardziani@tsu.ge

Landscape research encompasses not only analysis of physical-geographical components, but also the study and detection of their values, which make them unique.

Within the landscapes an exceptional hot spots can be identified as critical areas. This does not mean the detection of landscape areas with high catastrophic risks and vulnerable landscapes.

This also includes high conservation areas, intact and quasi-intact landscapes, with rich biodiversity, areas with rare and endemic species, living and nonliving natural and cultural heritage, tangible and intangible elements of culture, which are harmoniously combined with nature and making the area a unique place.

Large-scale landscape research and mapping are important to detect and depict above mentioned nuances. This includes the study of landscape mosaic, assessment of each landscape morphological unit from the perspective of vulnerability, risks, conservation and ecological value.

As a case study, we have chosen the basin of river Skhalta, which is located in mountainous Adjara. The paper is based on materials collected between 2005 and 2011.

The main purpose of the expedition were the creation of large-scale maps and GIS of landscapes and ecosystems. Research also included landscape analysis and assessment of critical areas. Presented paper includes thematic maps, e.g., the critical areas of the region. In the paper, we emphasize the need of conservation of such critical areas and give recommendations of sustainable development of the region.

Keywords: Landscape; ecosystem; critical area; sustainable development; GIS mapping.

**THE USE OF MAXIMUM SNOW WATER EQUIVALENT
AS THE CHARACTERISTICS OF THE WINTER STATES OF LANDSCAPES
(BY THE EXAMPLE OF THE KASMALA RIVER BASIN, ALTAI KRAI, RUSSIA)**

Pershin D.K. *, Chernykh D.V.

Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia

**e-mail: dmitrypersh@gmail.com*

Abstract.

N. Beruchashvili in his works provided the basis for the concept of landscape (natural territorial complexes) state, which refers to the certain ratio of the structure parameters and functioning in some period of time during which the specific input influences transform into some certain output functions. N. Beruchashvili also noted the difficulties of landscape states studying, requiring first of all the extensive stationary researches. He also indicated the necessity of researching such landscape characteristics which would be closely connected with the processes of functioning and at the same time would be available for the field work.

In the conditions of Siberia, the landscapes are influenced by the snow cover for a long time, which is one of the main indicators of their functioning in the winter period. The snow cover reflects the contrast of the weather conditions and determines the amount of moisture to be later consumed by landscapes.

The paper describes the possibility of using the maximum snow water equivalent for the characteristics of the landscapes states in the winter period. The basic sources are the data of the route snow surveys (2011-2014) carried out in some small lowland river basin in the South of Western Siberia in the period of maximum snow accumulation.

Regression analysis was used to identify the relationships between the snow water equivalent and the main characteristics of the landscape components. Slopes and aspects developed from the high resolution digital elevation model and also land cover data of the study site are used as the characteristics of the landscape components. At the final stage, the cartographic interpretation of the spatial variation of the snow water equivalent in the basin using the identified patterns was carried out.

Key words: winter states of landscapes, South of Western Siberia, SWE

Introduction.

In the conditions of temperate latitudes, landscapes are for a long time being influenced by snow cover, which largely determines their functioning in the winter period. Snow cover influences most of the processes occurring in the landscapes. Ultimately the water content in snow determines river runoff during spring flood.

Thus, snow cover acts as a system-forming element in the winter landscape states [1]. The concept of the landscape (natural territorial complex) state was developed in N. Beruchashvili's works. This concept [2, 3] refers to the ratio of the structure parameters and functioning of landscapes within a certain period during which the particular input impacts (solar radiation, precipitation, etc.) transform into the certain output functions (runoff, an increase of phytomass, etc.).

The majority of researchers build the classification basing on the duration of landscape states. The landscape states are divided into intra-annual, annual and multi-annual [4]. Among intra-annual states there are intra-daily, daily ("stexes" by N. Beruchashvili), weather-based (or circulating), intra-seasonal and seasonal.

In the USSR and Russia, the winter states were researched at several physical-geographic stations, the work results were summarized in several publications [4, 5-6]. N. Beruchashvili and P. Ryazanov conducted the comparative analysis of winter states of the USSR South mountain landscapes [7]. Besides, the stationary observations of snow cover on landscape basis were carried out in the Minusinsk basin

[21]. Snow cover and its relation with landscape structure and a variety of landscape processes were also studied in landscape ecology [8-10], mostly in the mountain area research.

In this paper, we consider winter states as an integral part of multi-annual states, without detailing inside the winter period. Accordingly, we use the snow water equivalent (SWE) in the maximum snow accumulation period as an indicative parameter reflecting the specific block of the landscape functioning in multi-annual mode. The snow water equivalent is an integral indicator depending on the depth and density of snow, respectively the final value of SWE is influenced by: amount precipitation, thermal, insolation and wind regimes during all winter period and a number of other factors.

Certainly, a similar value of snow water equivalent may be formed under the influence of a completely different set of factors; however, using the data of meteorological observations it is possible to identify the drivers in a particular winter period.

The amount of snow accumulation essentially depends on the landscape characteristics such as slope, aspect, altitude and land cover type. Many of the regional models spatial distribution of snow water equivalent are based on the dependence between snow accumulation amount and landscape parameters values in the observation points [11-16]. It is also important that the SWE in the maximum snow accumulation period is the functioning indicator available for field research. The necessity of finding such indicators was pointed to by N. Beruchashvili [3].

Thus, the research general algorithm consists of the following steps:

- 1) conducting snow observations over several winter periods and collecting the data of different landscape characteristics for the basin;
- 2) identifying the common features of spatial-temporal differentiation of snow cover in the basin and the relations with meteo conditions in different periods;
- 3) searching the relationships between snow accumulation amount and landscape characteristics, constructing the cartographic model of SWE distribution in the basin;
- 4) analysis the ranges of snow accumulation variation in different landscapes.

The structure of landscape units reflecting the spatial distribution of snow cover, in our opinion, can be considered as the partial landscape structure in winter states. In this case, the snow accumulation amount acts the certain emergent property [17], is determined by the characteristics of landscape components and is subject to the definite type of relationships.

Study area.

The studies were conducted in the model basin of the Kasmala River (1768,5 km², the closing shot in Rogozikha Village), located on the Ob plateau (the Altai Krai). The choice of the study area (Fig. 1) is explained by its zonal homogeneity and representativeness for the South of Western Siberia [18].

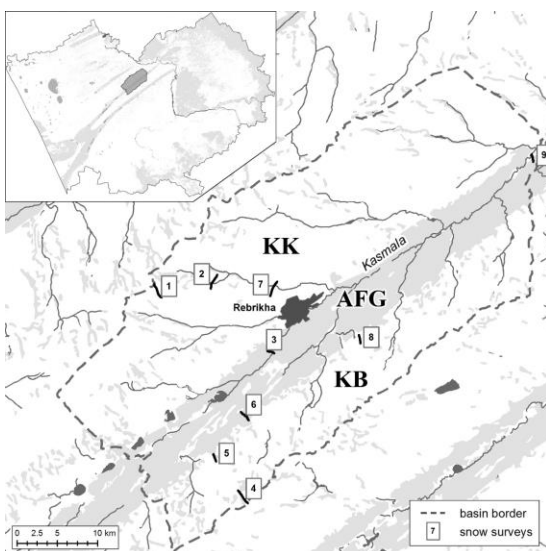


Figure 1. Location of snow surveys in the Kasmala River basin and the position of the model basin within the Altai Krai territory.

The basic elements of landscape structure within the considered basin are South-Eastern slope of the Kulunda-Kasmala (KK) ouval, North-Western slope of Kasmala-Barnaulka (KB) ouval, occupied mostly by farmland with areas of small-leaved forests, the bottom of Kasmala ancient flow gully (AFG), only a small part of which is occupied by the valley of the Kasmala River. This part of the area is covered mainly by pine forests, with the participation of meadows and small-leaved forests.

According to the data provided by Rebrikha meteorostation [19], located in the basin of the Kasmala River, (from 1940 to 2014): average January temperature is 17,1 °C, average July temperature is +19,5 °C. The annual precipitation in average is 401,4 mm, in winter period – 109,7 mm. The duration of snow cover period is 125-130 days.

Methods

The snow cover study was carried out by snow surveys method in the period of maximum snow accumulation (the second decade of March) for 4 years (2010/11–2013/14). The total length of routes was about 12 km (more than 700 measurements of snow depth and more than 70 density measurements in each of the observation years).

The routes were laid in such a way as to cover all the major elements of landscape structure by observations. The comparison of the depth data and the water equivalent values allowed us to obtain the linear regression for each of the basin parts ($R^2 = 0,8-0,9$), which was used in calculating the SWE.

We used the data of meteorological observations and snow surveys at the permanent route of Rebrikha meteorological station [19].

The main data to obtain the information about the characteristics of the landscape components were the digital elevation model (5 m grid cell) and the land cover map containing 16 types of units. In addition, we used the data about the lithological content of the surface deposits.

To assess the relationships between the values of snow water equivalent and the characteristics of the landscape components the stepwise regression was applied. 5 grades of slopes, 8 aspects grades, 8 types of lithological composition of surface deposits and 16 types of land cover as independent predictors. More precisely the gradation of these characteristics is shown in the paper [20].

Results and discussion

The data in this paper are given in winter periods prior to the observations (similar water years). The winter periods under study are very contrast by the main meteorological parameters, there are several key features.

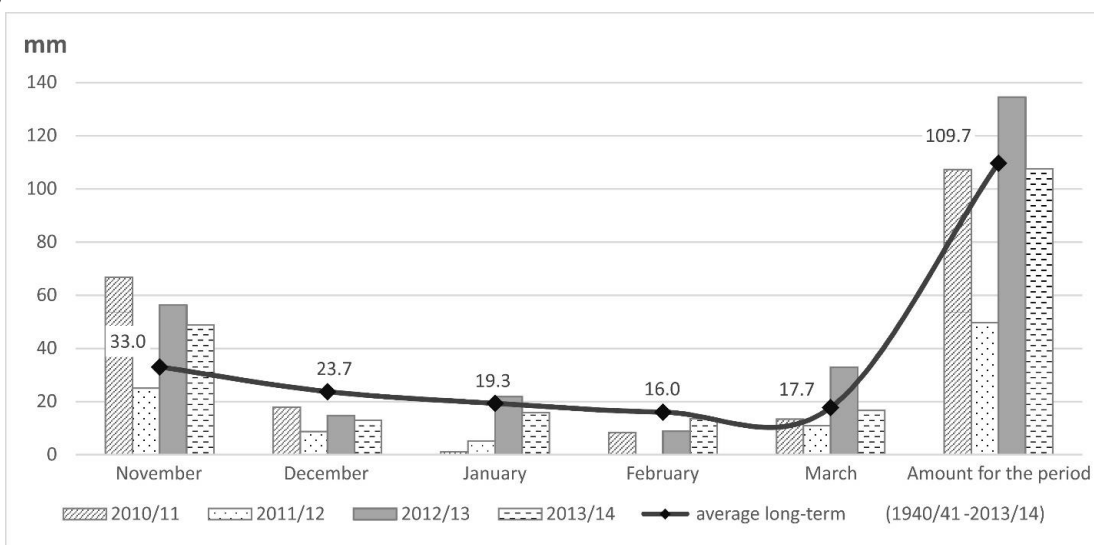


Figure. 2. Amount of precipitation in the winter period by Rebrikha meteo station [19]

According to the amount of precipitation in the winter period (Fig. 2) there can be clearly distinguished: very humid 2012/13 (70% of max), medium – 2010/11 and 2013/14, and very dry 2011/12 (the absolute minimum for the whole period of observations).

According to the snow surveys by Rebrikha meteo station, the average multi-annual value of the maximum SWE on the permanent field route in the second decade of March is 96 mm (the observations on the route being held from 1977), on the forest route – 119 mm. Snow-surveys as well as the meteo station, are located in the KK part of the basin, near the western edge of Rebrikha Village. The coefficients of snow accumulation (the ratio of an annual maximum of SWE to the multi-annual average value) for the considered winter periods were as follows: 2010/11 – 0,9; 2011/12 – 0,7; 2012/13 – 1,6; 2013/14 – 0,8. Thus, among the considered years, the winter of 2010/2011 and 2013/14 can be attributed to mid-snowy, 2011/12 – close to low-snowy, 2012/13 – obviously high-snowy (one of the maximum for the whole period of observations).

Now let us consider some general features of the landscape differentiation of snow accumulation in the basin. There is some difference in the conditions of snow accumulation between KK and KB ouvals. It is revealed itself in the increase of the average depth of snow cover (11% in average) on the surface of KB, while on KK mostly higher is the snow density (12% in average) and the variability of all the main characteristics of snow cover. The reasons for this may be differences in the ouval area, the distance between the pine forest strips and consequently different intensity of wind events. In the result, depending on the specific conditions of the winter period, the maximum SWE value may be higher on the surface of one or the other ouval.

In the pine forests of AFG the snow cover lies more evenly. Besides, it is noted that maximum SWE values are less within the pine forest than in average on the main surface of the ouvals. Apparently, the reasons of this phenomenon is interception of snow by the canopy, in conditions of less precipitation compared with boreal forests.

Within Kasmala-Barnaulka ouval small-leaved forest outlier play the most important role in the snow-accumulating process. For the opposite ouval characterized by a much greater development of erosive forms of relief, such items will be valleys and ravines on the leeward slopes of which there is maximum snow accumulation within the entire basin (more than 300 mm in high-snowy years).

The results of the regression analysis indicate the presence of valid relationships between the SWE values and landscape parameters. However, a small value of the multiple correlation coefficients, which ranges from 0,23 to 0,38 ($F = 10,9-47,5$, $p < 0,000$), indicates that snow accumulation depends on many local factors that have not been or cannot be taken into account. This is also illustrated by the fact that the most important predictors from year to year can change. For example, in the windiest years (2010/11 and 2013/14), those become the slope parameters, in the low-snowy years (2011/12) – parameters of the surface sediments lithology.

In general, the quality of the obtained models does not allow to use them as predictive and requires further improvement. However, at this stage, it reflects the existence of valid relationships between the functional parameters and characteristics of landscape components.

Land units reflecting the characteristics of snow accumulation were obtained empirically based on the area specifics and the regression analysis. There were selected the following parameters: slopes, aspects, the generalized groups of land cover types.

The maximum slopes within the basin are limited to 9°, the greater part is the almost flat surface with gradients up to 3°. Thus, hypothetically we differentiated two types of surfaces (flat and slope). Based on this, exposure was defined only for the second group of units. The exposure parameters were combined into 4 groups – "N-NE", "E-SE", "S-SW", "W-NW". The choice of such a gradation is based on the location of the basin along the longitudinal axis SW-NE and southwest direction of the prevailing winds.

Of the total number of land cover types, there were allocated 4 groups similar in the snow accumulation. Among different forest types, the most contrast are pine serried and small-leaved (birch, aspen, poplar, willow) forests. Serried pine trees can intercept up to 30% of precipitation, most of which evaporates

[21, 22], in deciduous forests intercept is actually absent. In addition, intermediate types (pine-sparse, small-leaved-pine, pine-leaved, small-leaved wetland) due to interception of snow have been classified into one group with small-leaved forests. Two more groups consist of grasslands, meadows and their derivatives, and also reed.

As a result of combining the chosen parameters, there were obtained 16 types of units, which are characterized by certain peculiarities of snow accumulation. The fragment of the obtained cartographic model is shown in Fig. 3. In addition, units were grouped according to their belonging to one of three parts of the basin (KK, KB, AFG).

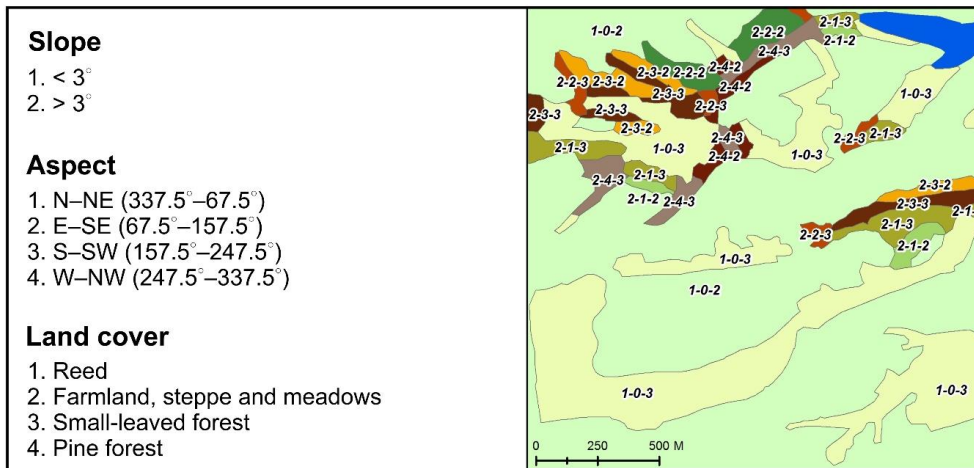


Figure 3. The fragment of landscape units structure and the gradation of landscape parameters

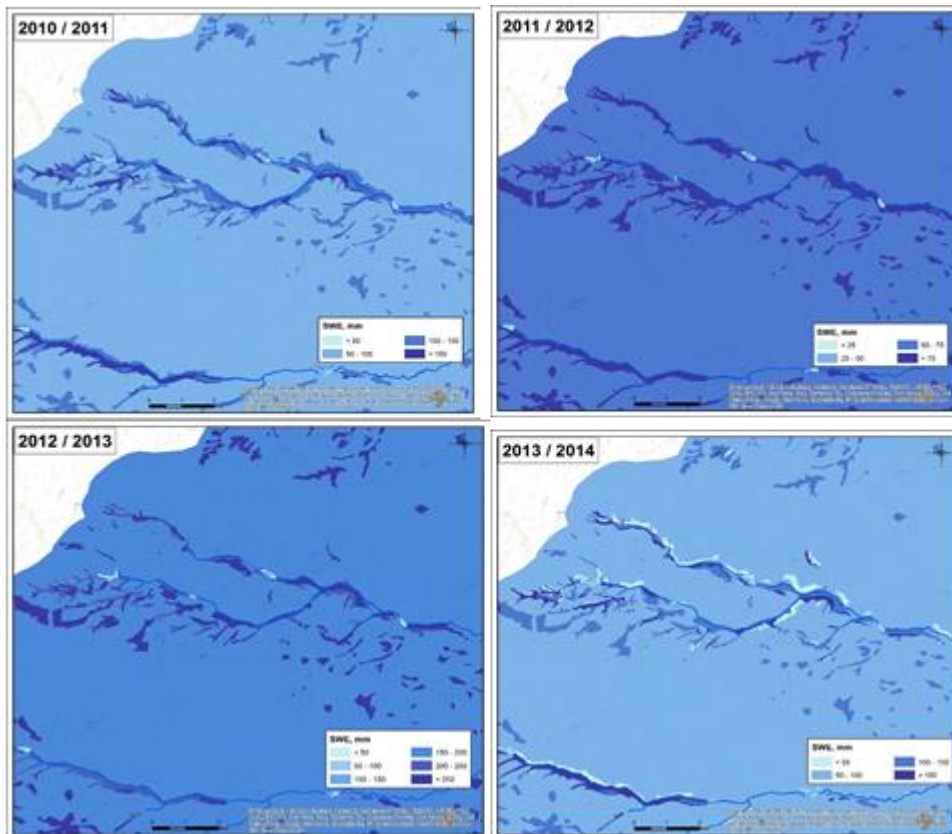


Figure 4. The maps fragments of SWE distribution in different landscapes

The SWE values were distributed according to the obtained units. The number of measurements per one site is different, 10 SWE values were taken minimum per one site. Data from different structural-functional parts divided into subsamples by spatial units were tested for the validity of differences between them using dispersion analysis. Data processing showed the valid differences ($p < 0,05$).

The number of units was not covered by observations, either not covered by them in full. In majority those are sloping surfaces within the ouvals that had equivalents, similar in exposure characteristics (leeward/windward), or locations which are very rare within the basin (for example, forests on the windward slopes). In such cases, values were extrapolated from the units with similar characteristics.

Within the bottom of AFG the characteristics of mesorelief have little effect on the conditions of snow accumulation, more important is the vegetation cover. So here the values of snow water equivalent were assigned based on the types of land cover, without exposure differentiation.

Finally, the calculation of average values of snow water equivalent was produced on various types of units for individual years of observations (2010/11–2013/14). Figure 4 presents the maps fragments of maximum SWE in the four years of observations. Used here is the common scale of SWE (50 mm) in order to be able to assess the differences in absolute values in different precipitation years. The only exception is made for observations in 2011/12 when the SWE value varied 43–98 mm, and using standard gradation could not allow to show spatial differences.

The variability of SWE in landscape units is very considerable. Figure 5 presents the ranges of SWE variation in the most characteristic landscape units. Within Kulunda-Kasmala ouval (indicated by index KK) the range of variation is extremely high. Maximum snow accumulation is accounted for snowy North-Eastern slopes (index KK:2-1-3). It is expected that this uneven redistribution depends on the wind. Significantly less variable snow accumulation is from year to year within the pine forests in the AFG and on the surface of Kasmala-Barnaulka ouval (indexes AFG and KB respectively). Here the influence of wind redistribution is reduced, which to some extent smooths out fluctuations.

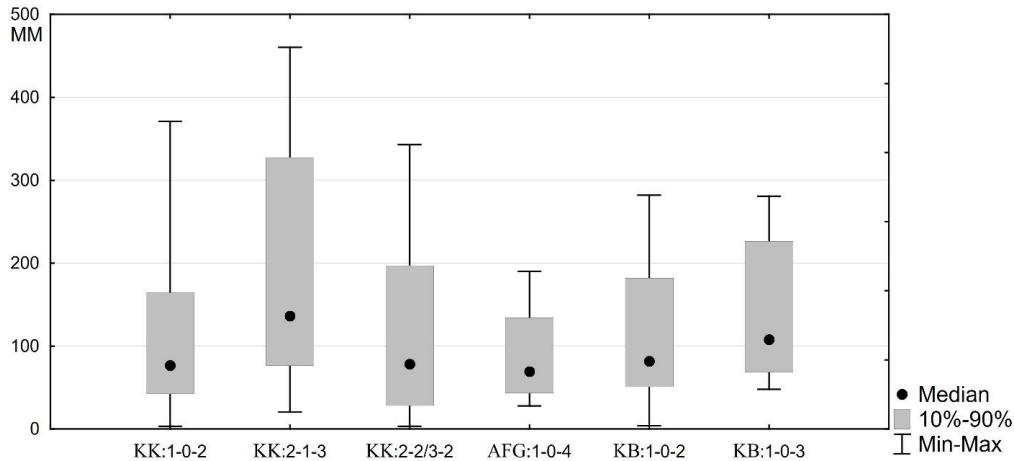


Figure 5. Variation of snow accumulation in the most typical landscape units

Conclusions

In ungauged areas for comprehensive characteristics of landscapes states it is advisable to study them on the basis of separate processes which may be indicators of the landscape functioning in a certain period. One of these parameters is snow water equivalent in the period of maximum snow accumulation. It is indicative for winter conditions and are closely linked to landscape parameters.

Regression analysis and mapping of snow cover distribution in different landscape units allowed to identify the peculiarities of the landscapes functioning in winter conditions.

On the surface of ouvals the significant role is played by wind redistribution of snow combined with the characteristics of mesorelief and vegetation. Here consistently high is snow accumulation in small-leaved

forest outlier and on the leeward slopes. In condition of pine forest in the bottom of ancient flow gully, the spatial distribution is more equal and the maximum snow water equivalent values are determined more by the background precipitation.

The work is supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant number 16-35-00203).

References:

- [1] Isachenko G.A. (2014) The concepts of long-term dynamics of landscapes and challenges of time. *Issues of Geography*. Vol 138. Moscow: Kodeks, P. 215-232. [In Russian]
- [2] Beruchashvili N.L. (1982) Issues of classification of the states of natural-territorial complexes. *Issues of Geography*. Vol. 121. Moscow: Mysl, P. 73-80. [In Russian]
- [3] Beruchashvili N.L. (1986) *Four Dimensions of a Landscape*. Moscow: Mysl, 182 p. [In Russian]
- [4] Mamay I.I. (1992) *Landscape dynamics*. Moscow: MSU, 167 p. [In Russian]
- [5] *Winter landscapes states of the mountains in the south of the USSR (1989)* Editors: G. Isachenko, K. Chistyakov. Leningrad: LSU, 124 p. [In Russian]
- [6] Mamay I.I. (2007) On the contribution of winter states of natural territorial complexes to their evolution. *Izvestia RGO*, Vol. 139, Iss., 4. P. 18-29. [In Russian]
- [7] Beruchashvili N.L., Ryazanov P.N. (1989) Comparative analysis of winter states of mountain landscapes in the south of the USSR. In book: *Winter landscapes states of the mountains in the south of the USSR (1989)* Editors: G. Isachenko, K. Chistyakov. Leningrad: LSU, P. 88-101. [In Russian]
- [8] Coughlan J.C., Running S.W. (1997) Regional ecosystem simulation: A general model for simulating snow accumulation and melt in mountainous terrain. *Landscape Ecology*, Vol. 12, Iss. 3., P. 119-136.
- [9] Löffler J. (2005) Snow cover dynamics, soil moisture variability and vegetation ecology in high mountain catchments of central Norway. *Hydrological processes*, Vol. 19, Iss. 12., P. 2385–2405.
- [10] Löffler J. (2007) The influence of micro-climate, snow cover, and soil moisture on ecosystem functioning in high mountains. *Journal of Geographical Sciences*, Vol. 17, Iss. 1., P. 3-19.
- [11] Meromy L., Molotch N.P., Link T.E., Fassnacht S.R., Rice R. (2013) Subgrid variability of snow water equivalent at operational snow stations in the western USA. *Hydrological Processes*, Vol. 27, Iss. 17., P. 2383–2400.
- [12] Dvornikov Y.A., Khomutov A.V., Mullanurov D.R., Ermokhina K.A. (2015) GIS- and field data based modeling of snow water equivalent in shrub tundra. *Ice and Snow*, 2015 Vol. 55, Iss. 2., P. 69-80.
- [13] Wetlaufer K.; Hendriks J.; Marshall L. (2016) Spatial heterogeneity of snow density and its influence on snow water equivalence estimates in a large mountainous basin. *Hydrology*, Vol. 3, Iss. 1., P. 3:1-17.
- [14] Hopkinson C., Collins T., Anderson A., Pomeroy J.W., Spooner I. (2012) Spatial snow depth assessment using LiDAR transect samples and public GIS layers in the Elbow River watershed, Alberta. *Canadian Water Resources Journal*, Vol. 37., P. 69-87.
- [15] Prokop A., Schön P., Vionnet V., Naaim Bouvet F., Guyomarc'h G., Durand Y., Bellot H., Singer F., Nishimura K. (2013) A comparison of terrain-based parameter, wind-field modelling and TLS snow depth data for snow drift modeling. *International Snow Science Workshop*. Grenoble – Chamonix Mont-Blanc, P. 108-113.
- [16] Bühler Y., Marty M., Egli L., Veitinger J., Jonas T., Thee P., Ginzler C. (2015) Snow depth mapping in high-alpine catchments using digital photogrammetry. *The Cryosphere*, Vol. 9., P. 229-243.
- [17] Khoroshev A.V. (2016) *Polyscaled organization of geographical landscape*. Moscow: KMK, 416 p. [In Russian]
- [18] Zolotov D.V., Chernykh D.V. (2014) The representativeness of the Kasmala River model watershed for comparative landscape-hydrological studies at the Ob Plateau. *Izvestia ASU*, Iss. 3., P. 133-138. [In Russian]
- [19] All-Russian research Institute of hydrometeorological information. Official website: URL: <http://www.meteo.ru>
- [20] Biryukov R.Yu. (2013) Integration of heterogeneous spatially distributed information by means of GIS to provide the framework of landscape-hydrological maps. *World of science, culture and education*, Iss. 2., P. 307-314. [In Russian]
- [21] Grudin G.V. (1981) *Snow cover in the south of the Minusinsk basin*. Novosibirsk: Nauka, 160 p. [In Russian]
- [22] Pomeroy J.W., Parviainen J., Hedstrom N.R., Gray D.M. (1998) Coupled modelling of forest snow interception and sublimation. *Hydrological Processes*, Vol. 12, Iss., 15. P. 2317–2337.

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ БАССЕЙНА Р. МАЙМА (НИЗКОГОРЬЯ РУССКОГО АЛТАЯ)

Лубенец Л.Ф.^{1*}, Черных Д.В.^{1,2**}

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН Сибирского отделения Российской академии наук,

²Алтайский государственный университет, г. Барнаул. *Россия*

e-mail: *lilia_lubenets@mail.ru, **chernykh@mail.ru

Аннотация

Изложены результаты исследования ландшафтной дифференциации бассейна р. Майма. Формирование современных ландшафтов бассейна обусловлено проявлением как региональных черт, связанных с географическим положением преимущественно в низкогорной части Русского Алтая, так и локальных ландшафтообразующих факторов. Отражается влияние структурно-литологической и морфометрической специфик бассейна: преобладание скальных пород и маломощных продуктов их выветривания; общий наклон бассейна на север-северо-запад и близким к этому направлению простираение магистральной долины и ряда долин притоков; доминирование покатых и пологих склонов; преобладание теневых экспозиций.

В структуре высотной поясности выделяются лесостепные барьерно-циклонические (6,1 %), подтаежные (62 %) и чернево-таежные субнеморальные (31,9 %) подтипы ландшафтов. В лесостепной части бассейна господствуют пологие и покатые склоны переходных и световых экспозиций, сложенные суглинистыми делювиальными отложениями, местами с покровом лессовидных суглинков, осложненные слабоврезанными эрозионными ложбинами с временными водотоками с разнотравно-злаковыми настоящими и остепненными лугами на лугово-черноземных почвах. Подтаежные ландшафты представлены в значительной степени ступенчатыми покатыми и средней крутизны, реже крутыми, склонами теневых экспозиций с маломощным покровом делювиальных защебненных суглинков, с выходами скальных пород с березово-сосновыми, березово-пихтово-сосновыми кустарниковыми вейниково-орляковыми, осочковыми, реже высокотравными лесами на горно-лесных черноземовидных, темно-серых лесных почвах и сосново-березовыми кустарниковыми орляково-разнотравно-злаковыми лесами на горно-лесных серых и темно-серых маломощных почвах. Среди чернево-таежных ландшафтов бассейна преобладают по площади ступенчатые покатые и средней крутизны склоны переходных (восточной и западной) экспозиций с маломощным покровом делювиальных защебненных суглинков, местами с выходами скальных пород, с березово-осиново-пихтовыми с примесью кедра и сосны кустарниковыми папоротниково-высокотравными лесами на горно-лесных светло-серых и серых почвах.

Важной составляющей формирования современных ландшафтов территории является антропогенный фактор. В первую очередь, это связано с наличием крупнейшей на Русском Алтае агломерации (г. Горно-Алтайск, с. Майма и Кызыл-Озек). Всего застроенные участки занимают около 4 % от общей площади бассейна. Во многом с антропогенными модификациями (вырубки, пастбищные угодья) связаны вторичные луга (20 % от площади бассейна). На долю многолетних насаждений и пашни приходится 2 %.

Ключевые слова: низкогорные ландшафты, антропогенные модификации, Русский Алтай, бассейн р. Майма

Введение

Исследования современных ландшафтов – важная составляющая как в процессе решения фундаментальной проблемы, связанной с мониторингом состояния и прогнозом изменения природной среды, так и с точки зрения организации и регламентирования природопользования.

В настоящее время значимой информационной базой в изучение современных ландшафтов остается синтез данных о территории, полученных в результате анализа наземных маршрутных исследований и тематических картографических материалов. Однако, на региональном уровне, в частности, для горных территорий, все шире используются дистанционные методы исследования ландшафтов. Низкогорья занимают более половины площади бассейна Верхней Оби. Кроме того, низкогорные ландшафты как наиболее удобные участки для расселения и жизнедеятельности человека часто модифицированы, что не может не отражаться на их структурной организации. Использование репрезентативного во многих отношениях полигона – бассейна р. Майма – представляется крайне удачным. Цель исследования – изучение современной ландшафтной дифференциации низкогорного бассейна р. Майма с учетом влияния природных и антропогенных факторов. Задачи исследования: выявить ведущие факторы пространственной дифференциации современных ландшафтов бассейна р. Майма; провести анализ основных элементов ландшафтной структуры бассейна, включающий этап картографирования; выявить роль антропогенно модифицированных и трансформированных ландшафтов в современной ландшафтной организации бассейна.

Материалы и методы

В основу работы положены: материалы многолетних (2010-2016 гг.) исследований геосистем бассейна р. Майма, включающие почвенные, геоботанические и ландшафтные маршрутные описания; тематические картографические источники; фондовые материалы ИВЭП СО РАН; литературные источники; данные дистанционного зондирования. В качестве исходной информации использовалась цифровая топографическая карта (М 1:100 000). Преобразование цифровой модели рельефа (на основе обработки GRID-модели с помощью инструмента «Toro to Raster», входящего в состав интегрированных настольных приложений ArcGis) позволило создать исходные слои – экспозиций и углов наклона поверхностей, которые в дальнейшем были объединены в один. Базовая картографическая модель с последующим ее информационным наполнением на основе экспериментальных материалов, оцифрованных тематических карт и дистанционных данных открытых геопорталов явилась основой выделения ландшафтных контуров.

Результаты и обсуждение

Рассматриваемая территория занимает площадь 776,5 км² и характеризуется преобладанием низкогорных ландшафтов в пределах Северной Алтайской (69,6 %) и Северо-Восточной Алтайской (30,4 %) физико-географических провинций Алтайской горной области [1, 2].

В дифференциации достаточно четко отражается влияние структурно-литологической основы. Бассейн р. Майма расположен в пределах Бийско-Катунского поднятия – структурно-формационной зоны, расположенной на северо-западной окраине Алтае-Саянской складчатой области. В структурно-тектоническом плане в составе Бийско-Катунского поднятия выделяются Бийский аккреционный аллохтонный массив, объединяющий большую группу пластинообразных и линзовидных тектонических блоков (Чепошский, Майминский, Сугульский, Убинский, Куюмский, Тажинский блоки). Система блоков и разделяющих их разноранговых разломов (Катунский, Майминский, Урлуаспакский, Сугульский, Бирюлинский и Паспаульский разломы) определяет общую направленность бассейна на северо-северо-запад [3, 4]. Значительная часть бассейна в пределах Чепошского, Майминского и Сугульского блоков, сложена наиболее древними на изучаемой территории позднерифейско-раннекембрийскими глубокоководными отложениями (мраморизованные известняки, редко доломиты, а также глинистые, глинисто-кремнистые, кремнистые, хлорит-серицитовые сланцы и силицилиты). Среднекембрийско-раннеордовикскими отложениями турбидитовых фаций склонов и подножий (песчаники, алевролиты, хлорит-серицитовые, редко глинисто-кремнистые сланцы, иногда гравелиты, конгломераты и олистостромы) представлена центральная часть бассейна, протягивающаяся вдоль современной

долины р. Майма от притока р. М. Сиульта верх по течению, включая среднее течение притока р. Бирюля. Магматические и метаморфические образования (гранодиориты, граниты и субщелочные лейкограниты, аплитовидные граниты, гранит-порфиры) слагают наиболее возвышенные участки бассейна (Убинский блок, диапазон высот 660-1460 м), а также юго-западную центральную часть (между рр. Имеря и Бирюля) в пределах Майминского блока [4, 5]. Завершают разрез территории исследования континентальные верхнемеловые–палеогеновые образования кор выветривания, сформированные в условиях теплого гумидного климата, которые практически полностью (особенно площадные) были уничтожены неоген-четвертичными денудационными процессами [6, 7, 8].

Дальнейшая дифференциация территории обусловлена высотным положением и структурно-геоморфологическими особенностями. Согласно геоморфологическому районированию [9], исследуемая территория входит в состав области Северо-Восточного Алтая, занимая Лебедский район, северная часть которого, представляет собой денудационно-эрозионное низкогорье с реликтами древнего пенеплена на плоских выровненных водоразделах и располагается в пределах переходной зоны [10]. Абсолютные отметки на севере от 260 м увеличиваются на юг до 1000-1300 м. Пологонаклонную вершинную поверхность осложняют купольные морфоструктуры – отпрепарированные тела интрузий и палеовулканы (гора Чептоган, 1471 м). Зависимость рельефообразования от геологического строения, современных тектонических процессов проявляется в разной степени, но достаточно четко. Интрузивные массивы выражены изометричными и вытянутыми возвышенностями с превышением над окружающим полем высот от 200 до 970 м. При этом петрографические разновидности разной денудационной устойчивости проявляются на уровне микро- и мезорельефа уступами нагорных террас, структурно-денудационными склонами. Четко отражаются неотектонические и унаследованные разрывные нарушения, выраженные протяженными крутыми прямолинейными и дугообразными в плане склонами речных долин и хребтов, разделяющими блоки с различной тектонической активностью. Структурные склоны имеют преимущественно север-северо-западное (центральная часть бассейна) и субмеридиональное направление и, реже, субширотное и северо-восточное (северо-восточная часть), представляя собой неотектонические сдвиги, сбросы, взбросо-надвиги.

Основной морфологический тип рельефа определяют денудационно-эрозионные склоны, распространенные повсеместно и занимающие не менее 50 % площади бассейна. Диапазон развития склонов изменяется в лесостепных ландшафтах от 300 до 740 м, в подтаежных от 300 до 1080 м, в чернево-таежных – от 840 до 1140 м. Крутизна их варьирует от 5° до 30°, иногда больше. Подветренные склоны покрыты чехлом склоновых отложений. Глубина эрозионного расчленения составляет 80-350 м. Существенные различия поперечных профилей свойственны склонам южной и северной экспозиций [8, 11]. Поверхности денудационного выравнивания, срезающие древнее складчатое основание, сохранились фрагментарно. Ширина сохранившихся участков выровненного рельефа изменяется от 100-500 м до 1 км, образуя комплекс древнего пенеплена, включающего водоразделы и предельно выровненные верхние участки склонов. Крутизна выровненных поверхностей не превышает 4-5°. Основная часть их перекрыта чехлом эоловых лессовидных суглинков с отдельными останцовыми выходами коренных пород. Высотный диапазон развития фрагментов поверхности выравнивания в лесостепных ландшафтах составляет 340-540 м, в подтаежных – 540-1080 м, в чернево-таежных – 840-1140 м.

Пролювиально-делювиальные шлейфы распространены в основном в подтаежной части бассейна, достигая наибольшей мощности в нижних частях склонов и на днищах долин, где, перекрывая террасы, образуют террасоувалы и погребают древние долины [3]. Указанные особенности территории (преобладание скальных пород и маломощных продуктов их выветривания; общий наклон бассейна на север-северо-запад, высотная поясность) совместно с влиянием биоклиматического фактора обуславливают формирования на данной территории

лесостепных барьерно-циклонических, подтаежных и чернево-таежных субнеморальных подтипов ландшафтов.

Важной составляющей формирования современных ландшафтов территории является антропогенный фактор. В первую очередь, это связано с наличием крупнейшей на Русском Алтае агломерации (г. Горно-Алтайск, с. Майма и Кызыл-Озек). Кроме того в пределах бассейна развита сельскохозяйственная деятельность. В настоящее время преобладают пастбищные и сенокосные угодья. Ландшафтное картографирование осуществлялось на уровне групп урочищ. В текстовой легенде отражались особенности микроформ рельефа, растительные ассоциации и почвенные различия. При картографировании характеризовались актуальные состояния, учитывающие изменения геосистем под влиянием антропогенного фактора. В связи с чем, в легенде карты для каждого подтипа ландшафтов были даны характеристики природных и модифицированных геосистем. В отдельную группу были выделены трансформированные геосистемы (около 6 % от общей площади бассейна), к которым относятся территории с многолетними насаждениями, распаханые участки, садово-огородные объекты и площади с жилой и общественной сельской и городской застройкой. В пределах бассейна наименьшую площадь занимают лесостепные барьерно-циклонические ландшафты (6,1 % от общей площади бассейна с учетом площади трансформированных геосистем). В этой части бассейна господствуют природные и модифицированные геосистемы, где преобладают покатые и средней крутизны (58 % от площади лесостепных ландшафтов) местами волнистые склоны переходных и световых экспозиций, сложенные делювиальными, местами защепенными, суглинками, с редкими выходами скальных пород, где в растительном покрове господствуют луга (в том числе вторичные) с древесно-кустарниковыми перелесками и петрофитные сообщества. В основном это настоящие бобово-разнотравно-злаковые луга на лугово-черноземных почвах, по участкам с дополнительным увлажнением березовые и осиново-березовые с участием ивы кустарниковыми злаково-разнотравные перелески на горно-лесных темно-серых среднетощих почвах часто в сочетании с вторичными хвощево-разнотравно-злаковыми лугами на черноземно-луговых почвах (около 30 % от площади лесостепных ландшафтов) (табл.).

Таблица

Соотношение классов наземных покровов в подтипах ландшафтов в бассейне р. Майма

Наземный покров	Площадь от общей площади бассейна, км ²	Доля от площади подтипа ландшафтов, %
Лесостепной барьерно-циклонический подтип ландшафтов		
Леса мелколиственные	3,18	7
Разреженные мелколиственные леса	2,90	8
Луга с древостоем	12,39	33
Луга	12,39	33
Петрофитные сообщества	7,12	19
Подтаежный подтип ландшафтов		
Хвойные леса (пихтовые и сосновые)	178,17	36
Мелколиственные леса	178,17	31
Разреженные мелколиственные леса (в том числе вторичные)	53,52	9
Луга с древостоем (в том числе вторичные)	68,44	12
Луга (в том числе вторичные)	44,13	8
Петрофитные сообщества	25,35	4
Чернево-таежный субнеморальный подтип ландшафтов		
Хвойные леса (пихтовые и сосновые)	147,66	60
Вторичные мелколиственные леса	82,74	34
Вторичные луга с древостоем	14,42	6

В петрофитных сообществах преобладают настоящие, реже остепненные, петрофитноразнотравно-злаковые луга на горных черноземах выщелоченных средне- и

маломощных, горно-степных дерново-карбонатных почвах, злаково-разнотравные луга на горных лугово-черноземных почвах (16 % на покатых и средней крутизны склонах от площади лесостепных ландшафтов). Около 30 % в лесостепи занято геосистемами пологих склонов переходных и световых экспозиций, сложенных суглинистыми делювиальными отложениями, местами с покровом лессовидных суглинков. В растительном покрове господствуют бобово-разнотравно-злаковые настоящие луга на черноземах выщелоченных средне-, реже маломощных (смытых), лугово-черноземных выщелоченных почвах (около 20 % на пологих склонах от площади лесостепных ландшафтов). Незначительные площади в лесостепной части бассейна принадлежат лесам (в том числе разреженным), распространяются которые как на пологих, так и на покатых и средней крутизны склонах. Преобладают остепненные березовые, осиново-березовые с участием ивы кустарниковые злаково-разнотравные с элементами высокотравья леса на горно-лесных темно-серых среднесильных почвах. Разреженные леса покрывают в основном слабонаклонные долины малых рек: ивово-березовые разреженные разнотравно-злаковые леса, которые часто сочетаются с вторичными разнотравно-злаковыми лугами на черноземно-луговых почвах и осоково-злаковыми лугами на луговых выщелоченных почвах.

Подтаежные ландшафты (62 % от общей площади бассейна) представлены в значительной степени ступенчатыми покатыми и средней крутизны склонами с маломощным покровом делювиальных защебненных суглинков, местами с выходами скальных пород, изредка с чехлом лессовидных суглинков, где преобладают лесные сообщества. В первую очередь, это хвойные леса (36 % от площади подтаежных ландшафтов), представленные в наибольшей степени сосновыми в сочетании с березой, реже пихтой кустарниковыми вейниково-орляковыми, реже осочковыми и высокотравными лесами на горно-лесных черноземовидных, темно-серых лесных средне-, реже маломощных, почвах (немногим более 20 % от площади подтаежных ландшафтов). Кроме того, сосновые леса, местами разреженные (чаще на склонах световых экспозиций), широко распространяются на крутых и очень крутых склонах, при этом в составе древостоя нередко, кроме указанных выше, появляется кедр, реже осина. Мелколиственные леса в подтаежных ландшафтах занимают также ведущее по распространению место (31 % от площади). Для них в наибольшей степени характерны покатые и средней крутизны, реже крутые и очень крутые и в меньшей степени пологие склоны, различных экспозиций. Преобладают сосново-березовые, осиново-березовые часто с примесью лиственницы и пихты кустарниковые вейниково-орляковые с участием высокотравья леса на горно-лесных серых и темно-серых местами маломощных почвах.

Луга с древостоем (12 % от площади) в подтаежных ландшафтах распространены на крутых и очень крутых склонах теневых и переходных экспозиций, сложенных маломощным покровом делювиальных и коллювиально-делювиальных дресвяно-щебнисто-суглинистых отложений с выходами скальных пород. Это в основном вторичные послелесные луга. Представлены высокотравными и высокотравно-вейниковыми ассоциациями на черноземно-луговых почвах, лиственнично-березовыми с участием пихты и сосны перелесками на горно-лесных серых маломощных почвах, а также осочково-разнотравными лугами и осиново-березовыми с участием сосны перелесками на горно-лесных серых маломощных почвах. Луга в данном высотном поясе, занимающие слабонаклонные делювиально-пролювиальные шлейфы и речные террасы, наиболее удобны в использовании под пастбищные угодья, сенокосы и распашку. Доминируют вторичные деградированные бобово-злаково-разнотравные лугами на черноземно-луговых выщелоченных среднесуглинистых почвах, злаково-манжетковые луга на луговых почвах, вторичные разнотравно-злаковые луга на лугово-черноземных, дерновых и дерново-карбонатных почвах. Разреженные леса наиболее распространены в долинах малых рек и представляют собой смешанные с участием пихты, ели, кедра, сосны, березы, ив разнотравно-злаковые леса в сочетании с вторичными разнотравно-злаковыми лугами на лугово-черноземных почвах и осоково-злаковыми лугами на луговых выщелоченных почвах. Кроме того, разреженные леса распространены в местах рубок на ступенчатых покатых и средней крутизны склонах и

представлены разреженными березовыми с примесью лиственницы, пихты и сосны лесами на горно-лесных серых среднетравных почвах в сочетании с высокотравно-злаковыми лугами на лугово-черноземных, черноземно-луговых намытых почвах. Среди чернево-таежных ландшафтов (31,9 % от общей площади бассейна) преобладают по площади ступенчатые покатые и средней крутизны склоны (56 % от площади данного подтипа ландшафтов) и пологие (40 %) с суглинистыми, суглинисто-щебнистыми различной мощности делювиальных отложений, местами с выходами скальных пород, изредка с маломощным чехлом лессовидных суглинков с березово-осиново-пихтовыми с примесью кедра и сосны кустарниковыми папоротниково-высокотравными лесами, а также вторичными мелколиственными и пихтово-мелколиственными, местами разреженными, орляково-высокотравно-вейниковыми лесами на горно-лесных светло-серых и серых почвах. В меньшей степени (6 % от площади чернево-таежного подтипа ландшафтов) распространены вторичные злаково-разнотравные и высокотравные луга на луговых почвах, с перелесками из березы, пихты и осины, кедра на горно-лесных серых почвах.

Выводы

1. На основе полевых исследований разных лет и данных дистанционного зондирования выполнен ландшафтный анализ модельного преимущественно низкорослого бассейна р. Майма. Структурно-литологическая основа и геоморфологические характеристики территории, высотная поясность вместе с климатическими процессами задают направление развития ландшафтной структуры территории. 2. Ландшафтная карта бассейна р. Майма позволяет отразить особенности современной ландшафтной организации ландшафтов на топологическом (группы урочищ и их пространственные модификации), так и на региональном (подтипы ландшафтов) уровнях. 3. Значительное место в современной ландшафтной структуре бассейна занимают модифицированные, а также трансформированные геосистемы (территории с многолетними насаждениями, распаханые участки, садово-огородные объекты, пастбищные и сенокосные угодья, места рубок и площади с жилой и общественной сельской и городской застройкой). Такие геосистемы в наибольшей степени приурочены к выровненным участкам и пологим, реже средней крутизны и крутым, склонам лесостепной и подтаежной частей бассейна.

Литература

- [1] Атлас Алтайского края. Т. 1. М.-Барнаул: Изд-во ГУГК, 1978. 226 с.
- [2] Черных Д.В., Самойлова Г.С. Ландшафты Алтая (Республика Алтай и Алтайский край). М-б 1:500 000. Новосибирск, 2011.
- [3] Платонова С.Г., Скрипко В.В. Геологическое строение, гидрогеология и геоморфология бассейна р. Майма. Фонды ИВЭП СО РАН. Барнаул. 2012.
- [4] Государственная геологическая карта Российской Федерации (масштаба 1:200000). Изд. 2-е. Серия Алтайская. Лист М-45-III (Чемал). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 194 с. + 2 вкл.
- [5] Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья Ануй – Катунь в северной части Горного Алтая. Отчёт Катунской съёмочной партии по составлению и подготовке к изданию Государственной геологической карты (масштаба 1:200000 листов М-45-I, М-45-II за 1994–2001 гг.) Составители В.А. Кривчиков, П.Ф. Селин, Г.Г. Русанов. Малоенейское. Фонды геол. информации. Гос. рег. № 13-96-10/1 Росгеолфонда. 2001.
- [6] Адаменко О.М. Мезозой и кайнозой Степного Алтая. Новосибирск, Наука. 1974. 168 с.
- [7] Алтае-Саянская горная область. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., Наука. 1969. 415 с.
- [8] Девяткин Е.В. Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая. М., Наука, (Тр. ГИН АН СССР; вып. 126). 1965. 244 с.
- [9] Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М., Высшая школа. 1980. 343 с.
- [10] Барышников Г.Я. Развитие рельефа переходных зон горных стран в кайнозое (на примере Горного Алтая). Томск, Изд-во Томского гос. ун-та. 1992. 182 с.
- [11] Богачкин Б.М. История тектонического развития Горного Алтая в кайнозое. М., Наука. 1981. 132 с.

INDICATION CAPACITY OF LANDSCAPE STRUCTURE OF THE RUSSIAN ALTAI FOR PAST AND CURRENT CLIMATE CHANGES

Chernykh D.V.

*Institute for Water and Environmental Problems Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Altai State University, **Russia***

e-mail: chernykhd@mail.ru

Abstract

Inner Asia consists of some large mountain systems separated and bounded by vast plains located at different altitude. The northern part of Inner Asia includes spacious mountain range, i.e. mountains in the south of Siberia, in northern China, Mongolia and north-eastern Kazakhstan. The Russian Altai is the territory of natural contrasts. It is practically the north of Inner Asia in “miniature”. The landscape map of the Russian Altai (1: 500000) covering 5315 patches was developed. A total of 266 species of landscape are distinguished in the Russian Altai. In the article proposed to identify the most informative landscapes for the analysis of the effects of global climate changes. Such landscapes can be called indicator geosystems. Calculated that about 15% of all Russian Altai landscapes are indicator geosystems. They are glaciers and another glacial-nival landscapes, geocotones, landscapes in the extreme conditions, peat lands and cryogenic landscapes. High dynamics of indicator geosystems should be considered when creating a transport and industrial infrastructure and when evaluating the risk of negative processes for settlements.

Key words: Russian Altai, mountain landscape, indicator, glacier, geocotones, peat lands.

Introduction

There is growing concern about the increasing anthropogenic effect on the earth’s climate system and its impact on nature and human beings. The world community must take action to both investigate the problem and try to solve it. In recent years fundamental international (IPCC, 2007) and Russian (Assessment Report, 2008) works have been published, with detailed analyses of the reasons for and scale of human impact on climate system as well as currently-observed effects and future forecasts.

The centers of continents are especially sensitive to climatic changes, for here the major cyclonic and anticyclonic air masses converge. Any moderate strengthening or weakening of these types of air circulation may have pronounced effects on adjacent areas. The vegetation reflects this climatic setting, and the landforms and lake sediments carry the imprints of the climatic history. Such areas can have special interest for investigation of the response of these landscapes to global mechanisms of climatic change (Blyakharchuk et al., 2007). Mountains are highly suitable natural polygons for monitoring and modeling vegetation and climate changes, as this is where a great variety of plant species, vegetation zones, and landscapes is found within relatively short distances. This enables us to detect even the beginnings of climatic and biotic changes. Inner Asia consists of some large mountain systems separated and bounded by vast plains located at different altitude. The northern part of Inner Asia (Altai-Khangai-Sayan physical-geographical country) includes spacious mountain range, i.e. mountains in the south of Siberia, in northern China, Mongolia and north-eastern Kazakhstan. It is a complex mountain-depression formation at the boundary of bioclimatic belts and longitude sectors distinguished by the features of North, Central and Middle Asia and the influence of Atlantic and Pacific air masses. The positional analysis is proposed to determine a key factor or a number of factors that separate the regional geosystem and give its difference from the adjacent ones. All in all, 10 physical-geographical regions were distinguished within the territory mentioned; some of them are considered for the first time.

The Russian Altai is a large mountain region situated in the west of this territory. It is practically the north of Inner Asia in “miniature”. Peculiarities of the Russian Altai:

a) position close to the center of Asian anticyclone; b) contrast of water-thermal regime, including humid and semi-arid features within the same landscape; c) presence of depressions with standstill cold air in winter and heated one – in summer; d) weak continentality of peripheral areas; e) strong current glaciation. The landscape map of the Russian Altai was developed (Chernykh, Samoylova, 2011). The study is made in the context of the Russian geographical tradition of landscape science which, first and foremost, interprets a landscape as a natural phenomenon. The landscape map of the Russian Altai (1:500000) covering 5315 patches was developed. A total of 266 species of landscape are distinguished in the Russian Altai. In the context of global climate change, the focus should be on landscapes that record the changes. We identified the most informative landscapes for the analysis of the effects of global climate changes. Such landscapes can be called indicator landscapes. Calculated that about 15% of all Russian Altai landscapes are indicator landscapes. They are glaciers and another glacial-nival landscapes, geocotones, landscapes in the extreme conditions, peat lands and cryogenic landscapes. High dynamics of indicator geosystems should be considered when creating a transport and industrial infrastructure and when evaluating the risk of negative processes for settlements.

Analysis and discussion

Glacial-nival landscapes. Glaciers are one of the best indicators of climate change and a nearly global retreat of glaciers has been recently reported (Kargel et al., 2005; Barry, 2006). Snow patches and glaciers of current mountain glaciation are most vulnerable; they are exposed to the prevailing degradation process caused by an increase in air temperature and a reduction in solid precipitation. The degradation of large glaciers is accompanied by their breakup into smaller glaciers.

Of all Siberian mountains, the Altai Mountains are most widely glaciated. Results of a glacier inventory in the Russian Altai based on the analysis of aerial photographs of the 1950s and field surveys of the 1960s were published in the various volumes of the Catalogue of Glaciers of the USSR (CG). According to the summary of the CG data by Dolgushin and Osipova (1989), glaciers covered 910 km² in the Russian Altai. In the 2000s, investigations of area changes of small samples of glaciers were conducted in the Russian Altai (e.g. Narozhny and Nikitin, 2003; Pattyn et al., 2003; Surazakov et al., 2007). An inventory including 91 glaciers was undertaken by Kadota and Gombo (2007) for the Mongolian Altai. These studies show that most glaciers have retreated since the mid-20th century, however, the reported retreat rates vary considerably between individual glaciers and regionally. In different regions of the Mongolian Altai, glaciers lost between 10% and 30% of their surface area since the middle of the 20th century (Kadota and Gombo, 2007). In Russian Altai, the Sofiyskiy Glacier retreated twice as fast as the Malyi Aktru [Pattyn et al., 2003].

The work conducted by Y.K. Narozhny (2001) shows that the number of glaciers in Altai (Aktru basin, Severo-Chuyskiy (North Chuya) Ridge) increased by 25% due to the disruption of large glaciers. Total glaciation area is reduced by 11%, with different rates of glacier degradation (from 8–50%). The volume of glaciers decreases more intensively (by 19–34%). The deglaciation rate increased by almost 1.5 times. It was assumed that the clear negative trend observed in their annual mass balance variations would not change in the near future. Shahgedanova et al. (2010) glacier surface area in the North and South Chuya Ridges of the Altay Mountains was evaluated using 2004 ASTER imagery and glacier retreat since 1952 was assessed using data published in the Catalogue of Glaciers of the USSR (1974, 1977). The glaciated area has declined and a number of glaciers have fragmented due to the increasing summer temperatures. 126 glaciers (not smaller than 0.5 km² in 1952) have lost $19.7 \pm 5.8\%$ of their net surface area. Providing that an increase in summer temperatures started in the Altai after the 1980s and glacier front fluctuations and mass balance records for individual glaciers show that their shrinkage accelerated since the 1990s, it can be concluded that glaciers of the Altai reacted rapidly to the observed climatic warming. Almost all explorers of the Altai-Sayan Mountains mentioned the glacier fluctuations in the late Holocene. A review of the research history of Holocene glaciation in the Altai was recently presented

by Agatova et al. (2012). But until recently, the paleoglaciological construction was poorly provided with radiocarbon dating. The lack of statistically significant radiocarbon dating of the moraine complexes resulted in varying interpretations of the time of their formation. For instance, the A Shnitnikov's 1900-year rhythms were used for moraine timing. Landscape approach formed the basis for paleogeographic investigations performed in the Khaidun river basin. We proceeded from the assumption that the regional changes in natural conditions, superimposed on the landscape structure, refracted individually. The impact of these changes on the landscape structure and the associated direction of its evolution its determined not only by the magnitude of these changes, but the actual landscape characteristics as well.

As a result of landscape mapping and subsequent comparative analysis of landscape structures of moraine complexes of different phases of Historical and Aktru stages in the head of the Khaidun river valley, it was found that the dynamics of glaciation in the Late Holocene on the background of minor short-period fluctuations of meteorological parameters were largely determined by the position, geographical features and self-development of glacial and the adjacent landscapes. The comparative analysis of position of Late Holocene moraine complexes shows that the initially larger glacier in the Khaidun river valley degraded more intensively than the one in the tributary valley. This is explained by the "bad" orientation of the Khaidun river valley and its wide width, so the valley is better insulated and blown. In addition, the granularity and a diversity of landscape structures of all-aged moraines do not show the compliance.

Geocotones. The dieback and migration of trees at tree lines and natural selection and gene flow within the forest range are the major mechanisms of their adaptation to climatic changes (Davis, Show, 2001; Rehfeldt et al., 2004). Monitoring of the upper and lower tree lines in mountains provides a simple and useful tool to develop data supporting vegetation cover alterations associated with climate change (Guisan et al., 1995; Shiyatov et al., 2001). Tree line monitoring appears to be most effective in mountains, because here, distances between vegetation boundaries measured by hundreds of meters are comparable with plant migration rates – meters per year. Thus, one vegetation belt may be replaced by another during one century in a warming climate.

Peat lands. Peat deposits of bogs are traditional sources of information about environmental changes in paleogeographical studies. The inner parts of the Altai-Sayan region experience little precipitation and low temperatures, unfavorable conditions for bog development. Currently, a few examples exist that characterize continuous evolution of individual landscapes supported by the data from peat profiles. Peat deposits of bogs are traditional sources of information about environmental changes in paleogeographical studies. The inner parts of the Russian Altai experience little precipitation and low temperatures, unfavorable conditions for bog development. For example, at the Kosh-Agach weather station, the annual precipitation is only 110 mm and the mean annual air temperature is -6.7°C (Sevastyanov, 1998). Currently, in the Russian Altai, few examples exist that characterize continuous evolution of individual landscapes supported by the data from peat profiles. Recently, some bogs have been found in peripheral parts of the Russian Altai that are slightly warmer and more humid. For instance, we found peat deposits of up to 2 m thick in the middle mountains, located in the west of the Russian Altai (Chernykh et al., 2013). In the northeast, in the river valleys of low mountains, thick peat deposits reaching 7 m in depth have been studied (Inisheva et al., 2011). Our study sites were in the Malye Chily River valley, which enters Lake Teletskoye from the west. The moraine dam splits the valley into two parts. The upper part of the valley (Archa River valley) is wide and waterlogged, whereas the lower part is narrow. The dam created a large lake in the Malye Chily River valley, with numerous bays in the valleys of its tributaries. Further, the dam's incomplete breakthrough created a vast wetland. A second, smaller lake was formed in the valley of an unnamed stream to the north of the dam. Part of the second lake still exists as Lake Ezhilyukel. First, we studied the whole waterlogged territory in the Yaryshkol and Archa River valleys. Upstream, peat thickness decreases. In sites adjacent to river beds, lacustrine silts are found at the surface. Two profiles in lacustrine-boggy deposits were constructed in locations with maximum peat thickness. Peat samples were taken from each profile for botanical

analysis, and a radiocarbon date was obtained for each profile. The analysis suggests that Lake Ezhilyukel was partially emptied about 8000 yr BP. The complete emptying of the lake in the Archa valley occurred around 6000 yr BP (Chernykh et al., 2014)

Cryogenic landscapes. The stability and degradation of permafrost areas are extensively discussed regarding future climate changes as potentially important source of greenhouse gases (Schuur et al., 2008, 2009; Elberling et al., 2010, 2013), infrastructure stability (Wang et al., 2003, 2006) and farming potential (Mick and Johnson, 1954; Merzlaya et al., 2008). Permafrost is an important driver of ecosystems because thermal characteristics of the ground directly control or indirectly influence Denali's local hydrology, patterns of vegetation, and wildlife communities. Increased mean annual air temperatures result in warming of permafrost. A naturally or artificially caused decrease in the thickness and/or areal extent of permafrost (National Research Council of Canada Technical Memorandum, No.142.1988). Expressed as: a thickening of the seasonal active layer; a lowering of the permafrost table; a reduction in the areal extent of permafrost; or the complete disappearance of permafrost.

Floodplains. From 1976 to 2006, the annual precipitation in the Altai-Sayan mountain system increased insignificantly, but the increase occurred in the warm season (April – September), while in winter, precipitation slightly decreased and, consequently, water resources also decreased at the beginning of the spring snow melting (Sukhova, 2008). Due to more intensive spring warming which covers more altitudinal zones for shorter periods, which in turn has stimulated simultaneous snow melting (on a basin area that has grown larger since warming) and considerable precipitation and flooding since the 1980s, the negative trend of the maximum run-off of most rivers in Altai and Western Sayan (Katun, Biya, Tomj, etc.) has become positive. Therefore the probability of dangerous floods has increased for large rivers (Semenov, 2011).

Conclusions

Calculated that about 15% of all Russian Altai landscapes are indicator landscapes. They are glaciers and another glacial-nival landscapes, geocotones, landscapes in the extreme conditions, peat lands and cryogenic landscapes. This allows us to consider the territory of the Russian Altai as a promising ground for monitoring the dynamics of natural processes.

References

1. Agatova AR, Nazarov AN, Nepop RK, Rodnigh H (2012) Holocene glacier fluctuations and climate changes in the southeastern part of the Russian Altai (South Siberia) based on a radiocarbon chronology. *Quaternary Science Reviews*. 43. 74-93.
2. Assessment Report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. 2008. M.: Roshydromet. V. 1–2. <http://climate2008.igce.ru/v2008/htm/index00.htm>
3. Barry, R. G. (2006) The status of research on glaciers and global glacier recession: A review, *Prog. Phys. Geog.*, 30(3), 285–306.
4. Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S., van der Knaap W.O., Ammann B. (2007) Late Glacial and Holocene vegetational history of the Altai Mountains (southwestern Tuva Republic, Siberia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 245. 518–534.
5. Catalogue of Glaciers of the USSR (Katalog lednikov SSSR) (1974), Volume 15, Issue 1, Part 6, 60 pp., Leningrad, Gidrometeoizdat, In Russian.
6. Catalogue of Glaciers of the USSR (Katalog lednikov SSSR) (1977), Volume 15, Issue 1, Part 5, 47 pp., Leningrad, Gidrometeoizdat, In Russian.
7. Chernykh D.V., Samoylova G.S. (2011) Landscapes of Altai (Altai krai and Republic of Altai) / Map. M – 1:500000. Novosibirsk.
8. Chernykh, D.V., Galakhov, V.P., & Zolotov, D.V. (2013). Synchronous fluctuations of glaciers in the Alps and Altai in the second half of the Holocene. *The Holocene*. Vol. 23. Iss. 7. 1072–1077.
9. Chernykh D.V., Zolotov D.V., Yamskikh G.Y., Grenaderova A.V. (2014) Postglacial environmental change in the valley of Malye Chily River (the basin of Lake Teletskoye), northeastern Russian Altai. *Physical Geography*. 2014. Vol. 35. Iss. 5. 390–410.
10. Davis, M.B. and Shaw, R.G. (2001) Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. *Science*, 2001. 292. 673–679.
11. Dolgushin, L. D., and G. B. Osipova (1989), Ledniki (Glaciers), Mysl Publishers, Moscow, 448 pp., In Russian.

12. Elberling B., Christiansen, H.H., Hansen, B.U. (2010) High nitrous oxide production from thawing permafrost. *Nature Geosci.* 3. 332–335.
13. Elberling B., Michelsen A., Schädel C., Schuur E.A., Christiansen H.H., Berg L., Tamstorf, M.P., Sigsgaard, C (2013) Long-term CO₂ production following permafrost thaw. *Nature Clim. Change.* 3. 890–894.
14. Guisan, A., Holten, J.I., Spichiger, R. and Tessler, L. (Eds.). 1995. Potential Ecological Impacts of Climate Change in the Alps and Fennoscandian Mountains. Geneva. 195 pp.
15. Inisheva, L.I., Shurova, M.V., Larina, G.V., Khmeleva, I.R., Inishev, N.G. & Smirnov, O.N. (2011). Peat bogs in the northeastern Altai. *Proceedings of Biisk Branch of the Russian Geographical Society.* Iss. 32. 59–65. In Russian.
16. IPCC (2007) Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. www.ipcc-data.org
17. Kadota T., Gombo D. (2007), Recent glacier variations in Mongolia (2006), *Ann. Glaciol.* 46/ 185–188.
18. Kargel, J.S., et al. (16 authors) (2005), Multispectral imaging contributions to global land ice measurements from space, *Rem. Sens. Environ.* 99. 187–219.
19. Merzlaya G., Stepanov, A., Fedorov, A.Y. (2008) Growing potatoes above the arctic circle, *Russ. Agric. Sci.* 34. 373–376.
20. Mick A.H., Johnson H.A. (1954) Soil resources and agricultural development in Alaska, *Arctic.* 7. 236–248.
21. Narozhny Y.K. (2001) Glacier resource assessment and fluctuation trends in the Aktru basin (Altai) for the last 150 years. In: *Glacier study materials.* Moscow. Issue 90. 117–125. In Russian.
22. Narozhny Y.K., Nikitin S.A. (2003), Contemporary glaciation in the Altai at the beginning of the 21st century. *Mat. Glyatsiol. Issled.* (Data Glaciol. Res.). 95. 93–101. In Russian.
23. Pattyn, F., De Smedt B., De Brabander S., Van Huele W., Agatova A., Mistrukov A., Declair H. (2003), Ice dynamics and basal properties of Sofyiskiy glacier, Altai mountains, Russia, based on DGPS and radio-echo sounding surveys. *Ann. Glaciol.* 37. 286–292.
24. Rehfeldt G.E., Tchebakova N.M., Parfenova E.I. (2004). Genetic responses to climate and climate change in conifers of the temperate and boreal forests. In: *Recent Research and Development of Genetic Breeding.* No 1. 113–130.
25. Schuur E.A. Bockheim G., Canadell J., Euskirchen J.G., Field E., Goryachkin C.B., Hagemann S.V., Kuhry S., P., Lafleur, P. M., Lee, H., Mazhitova, G., Nelson, F.E., Rinke, A., Romanovsky, V.E., Shiklomanov, N., Tarnocai, C., Venevsky, S., Vogel, J.G., and Zimov, S.A. (2008) Vulnerability of permafrost carbon to climate change: Implications for the global carbon cycle, *Bioscience.* 58. 701–714.
26. Schuur E.A., Vogel J.G., Crummer K.G., Lee H., Sickman J.O., Osterkamp T.E. (2009) The effect of permafrost thaw on old carbon release and net carbon exchange from tundra. *Nature.* 459. 556–559.
27. Semenov V.A. (2011) Climate change caused by dangerous and unfavorable hydrological phenomena on the rivers of Russia. *Meteorology and Hydrology.* Vol.2. 74–82.
28. Sevastyanov, V.V. (1998). Climate of highlands in Altai and the Sayan Region, Tomsk: Tomsk State University, 202 p. In Russian.
29. Shahgedanova M. Nosenko G. Khromova T. Muraveyev A. (2010) Glacier shrinkage and climatic change in the Russian Altai from the mid-20th century: An assessment using remote sensing and PRECIS regional climate model. *Journal of geophysical research.* Vol. 115. № 16.
30. Shiyatov, S.G., Mazepa, V.S., Moiseev, P.A. et al. (2001) Climate change and its impact on mountain ecosystems of Taganay National Park for the last centuries. In: Kokorin, A., Kozharinov, A., Minin, A. (Eds). Climate change impact on ecosystems. Protected nature areas in Russia: analysis of long-term observations. M.16–33.
31. Sukhova M.G. (2008) Regional features of climatic variations in Altai. In: Collection of reports for the All-Russian Conference “Regional aspects of Global climate change and its consequences”. Kaluga: KGPU Publish House. 29–31. In Russian.
32. Surazakov A. B., Aizen V.B., Aizen E.M., Nikitin S.A. (2007), Glacier changes in the Siberian Altai Mountains, Ob river basin, (1952–2006) estimated with high resolution imagery. *Environ. Res. Lett.* 2. 1–7.
33. Wang S., Li Z., Wu J. (2003) The state of the art and new subjects of highway research in permafrost regions of China. *J. Glaciol. Geocryol.* 25. 471–476.
34. Wang S., Huang X., Hou S. (2006) Numerical analyses of pavement deformation and stress in permafrost regions. *J. Glaciol. Geocryol.* 28. 217–222.

НАУЧНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ КОНЦЕПЦИИ DIGITAL EARTH И НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Еремченко Евгений

Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия
email: eugene.eremchenko@gmail.com

Резюме

Концепция Digital Earth («Цифровая Земля») изначально формулировалась как технологический и социальный феномен. Вместе с тем, очевидное наличие в ней принципиально нового качества и возможностей, не реализуемых иными средствами и методами, позволяет поставить вопрос о принципиальной научной новизне концепции и её парадигмальном характере, что, в соответствии с теорией научных революций Т. Куна, означает переход к новому научному принципу работы с геопространственной информацией. В работе, носящей обзорный характер, рассматривается история становления концепции Digital Earth и даётся попытка прогноза развития новой научной парадигмы в будущем.

Ключевые слова: Digital Earth, Цифровая Земля, картография, геоинформатика, семиотика, научная революция

Введение

Термин Digital Earth («Цифровая Земля») был предложен в 1998 году вице-президентом США Альбертом Гором в ряде выступлений, фактически сформулировавших госзаказ на разработку географической системы, обладающей рядом радикально новых свойств, недостижимых с помощью классических, хорошо известных к тому времени подходов. В настоящее время именно Альберт Гор считается основоположником Цифровой Земли, хотя сама идея, по всей видимости, имеет самоочевидный характер и высказывалась неоднократно. Например, в русской литературе. В романе Михаила Булгакова «Мастер и Маргарита» ещё за полвека до выступлений Альберта Гора был подробно описан «волшебный» глобус (Глобус Воланда), точно предсказавший функциональные возможности и особенности будущей «Цифровой Земли», первым, кто это подметил был А.И.Мартыненко (2002).

Спустя 7 лет после выступлений Гора, в 2005 году идея Цифровой Земли была воплощена на практике в геосервисе Google Earth, ставшем и остающимся вплоть до наших дней эталоном реализации данной идеи. Надо отметить, что его появлению предшествовали ряд аналогичных или методически близких продуктов. Среди них можно упомянуть разработанный компанией Keyhole прототип, из которого в дальнейшем и возник Google Earth, а также сервис NASA WorldWind и компонент ArcGlobe, являвшийся дополнительным модулем функционального расширения для классической ГИС ArcGIS.

Геосервис Google Earth за прошедшие с момента его запуска 12 лет обрёл популярность, беспрецедентную не только для цифровых карт и разнообразных сетевых и обычных ГИС, но и для каких бы то ни было программных продуктов вообще, а количество загрузок его клиентского приложения превысило 2 млрд. Google Earth не только стал самым популярным геопространственным продуктом в истории человечества и, вероятно, превзошёл по популярности все остальные, вместе взятые. Это, в свою очередь, стимулировало широкое обсуждение и поиск причин, обусловивших столь невероятный результат. Очевидно, что такую популярность могли обеспечить лишь существенное улучшение качества восприятия географической информации и наличие у Google Earth новых функциональных возможностей. Факт наличия этих новых качеств и новых возможностей в Google Earth также не вызывал сомнений — однако их природа оставалась неясной. Отсутствовали ясные определения

Цифровой Земли, ситуация дополнительно осложнялась появлением многочисленных геопространственных сервисов и приложений, также претендующих на концептуальную новизну и дополнительно осложняющих задачу классификации всего их растущего и пёстрого многообразия. Среди претендентов на новизну следует особо выделить так называемые «геопорталы» - аналоги сервиса Google Maps, открытого в 2005 году, всего за несколько дней до старта Google Earth.

Дискуссия

В основополагающих для концепции Цифровой Земли выступлениях Альберта Гора она описывалась подробно, но иносказательно и метафорически - дефиниции концепции приведено не было. Явно выделялись в качестве ключевых такие особенности нового подхода, как многомасштабность и трёхмерность, подчёркивалась интеграционная сущность нового способа работы с геопространственной информацией и обусловленность его новизны новыми технологиями и новыми социальными практиками. До появления Google Earth вопрос о дефиниции - и, следовательно, о взаимозависимости Google Earth и других методов работы с геопространственной информацией - носил умозрительный характер, однако со стартом этого геосервиса в 2005 году и стремительной адаптацией заложенного в нём подхода обрёл исключительную остроту.

Google Earth, ставший с 2005 года прямым воплощением концепции Цифровой Земли и потому рассматривавшийся как исчерпывающее, тождественное ей самой воплощение, возник для широкой аудитории ad hoc, без теоретического обоснования заложенной в нём концепции. Это способствовало закреплению представлений о Google Earth как о новом бренде, обязанном своей новизной технологическому решению или сумме технологических решений, в нём реализованных. Подобная точка зрения дополнительно подкреплялась авторитетом Альберта Гора, также предполагавшего, что будущая Цифровая Земля появится вследствие технологического развития и именно технологиям будет обязана своей новизной. Вместе с тем, подобная точка зрения была подвергнута критике. Даже первое знакомство с географическим сервисом Google Earth наглядно демонстрировало, что новый сервис не только не соответствует определению географической карты, но и безусловно противоречит ей в каждом пункте без исключения. Это было тем более удивительно, что до этого все географические продукты и сервисы, вплоть до самых новаторских (таких, как ГИС), определениям карты не противоречили. Более того, Google Earth представал в некотором роде «невозможным объектом» для классической картографии - чем-то вроде гравюр Маурица Эшера. Например, в нём была реализована явно и недвусмысленно запрещённая классической картографией возможность соединения воедино карты топографической и карты тематической — пользователь Google Earth мог с лёгкостью, бесшовно и интерактивно переходить от просмотра глобального вида Земли к предельно возможной (и предельно высокой) детализации любого произвольного её участка.

Неопределённость с отнесением нового сервиса к классу классических географических карт во всём их многообразии, которые в тот момент мыслились единственно возможным инструментом визуального представления геопространственной информации, осложнялась калейдоскопом новых маркетинговых брендов, появившихся в пугающем количестве; особенное распространение получили так называемые «геопорталы» - многочисленный класс геопространственных сервисов, повторявших в своей основе сервис Google Maps и представлявших собой глобальный растрово-векторный набор данных, собранных в набор дискретных масштабных слоёв, представляемых в картографическом интерфейсе (часто с использованием проекции Меркатора). Пользователь мог интерактивно менять масштаб просмотра и зону просмотра, но не мог манипулировать ракурсом просмотра — он был жёстко обусловлен используемой в геопортале картографической проекцией.

Все новые продукты в той или иной мере отличались от классических (как бумажных, так и электронных) карт и ГИС. В сообществе геоинформатиков возникло стремление обобщить этот аморфный класс, собрав в него новые продукты по признаку наличия в них существенной и очевидной новизны; эта тенденция нашла своё выражение в концепции так называемой «Неогеографии», выдвинутой Эндрю Тёрнером в книге «Введение в неогеографию» (2006) и фактически констатировавшей, что в области географии появилось нечто кардинально новое. Он предпринял попытку дать определение неогеографии: *Neogeography means “new geography” and consists of a set of techniques and tools that fall outside the realm of traditional GIS, Geographic Information Systems. Where historically a professional cartographer might use ArcGIS, talk of Mercator versus Mollweide projections, and resolve land area disputes, a neogeographer uses a mapping API like Google Maps, talks about GPX versus KML, and geotags his photos to make a map of his summer vacation. Essentially, Neogeography is about people using and creating their own maps, on their own terms and by combining elements of an existing toolset. Neogeography is about sharing location information with friends and visitors, helping shape context, and conveying understanding through knowledge of place. Lastly, neogeography is fun. Why else would people create a map of the locations of the television show 24, or share the location of their first kiss? Never again will you struggle to recall “Where was that photo taken?”*

Очевидно впрочем, что данная пространная формулировка собственно определения научного понятия не содержит, являясь лишь перечислением вторичных признаков, характеризующих два противопоставляемых между собой множества геопродуктов **неогеографию**, с одной стороны, и **карты и ГИС**, с другой. При этом автор отчётливо обособлял эти две группы, подчёркивая их оппозиционность друг другу. Более того, в дальнейшем Э. Тёрнер прямо указывал, что ситуация оппозиционности является конфликтной, временной и в конечном итоге одно из направлений «уничтожит» другое. Очевидно, что термин «Неогеография» в его представлении не ограничивается только лишь Цифровой Землёй и распространяется также на множество других геопространственных продуктов и сервисов. Это множество не охарактеризовано со сколь-нибудь отчётливой ясностью, и вопрос отнесения того или иного продукта к одной из двух декларированных им групп; классификационный вопрос остался открытым.

Появление понятия о Неогеографии вызвало противоречивую реакцию. С одной стороны, заложенная в работе Э.Тёрнера идея конфликтности двух групп геопродуктов естественным образом привела к поляризации научного сообщества. Попытки избежать конфликта посредством выведения новых продуктов и сервисов за рамки собственно картографии, успехом не увенчались — было очевидно, что и неогеография, и ГИС, и картография относятся к одной и той же предметной области.

Одновременно с дискуссией о неогеографии феномен Цифровой Земли стал предметом изучения Международного общества Цифровой Земли (International Society for Digital Earth, ISDE), основанного в том же 2006 году в Пекине (Китай). Научной базой общества стали идеи, высказанные в основополагающих выступлениях Альберта Гора. При этом, свою деятельность общество сконцентрировало на технологическом и социальном аспектах Цифровой Земли. Основной площадкой стал Международный журнал Цифровой Земли (International Journal for Digital Earth, IJDE). В России появление Google Earth было встречено с большим энтузиазмом, и сразу встал вопрос о научной его новизне. Качественная новизна, непохожесть на другие геопродукты и геосервисы казалась очевидной и бросалась в глаза буквально с первого взгляда. Парадоксальное несоответствие Google Earth базовым принципам картографии также казалось очевидным. В 2008 году российская группа «Неогеография» предложила первое эмпирическое определение неогеографии, основанное на выделении специфических особенностей «неогеографических» продуктов и сервисов:

Неогеография – это новое поколение средств и методов работы с геопространственной информацией, отличающееся от предыдущих (карт и ГИС) тремя признаками:

- *использованием географических, а не картографических, систем координат;*
- *применением растрового, а не векторного представления географической информации в качестве основного;*
- *использованием открытых гипертекстовых форматов для доступа к семантике.*

Данное определение в силу ясного выделения характерных и очевидных признаков, отличающих продукты класса Google Earth от карт и ГИС открывало возможность классификации всего множества разнообразных геопродуктов и геосервисов, а также выявления их связи друг с другом. Карты, бумажные и цифровые не удовлетворяют ни одному из трёх положений приведенного определения, картографические ГИС не удовлетворяют первому пункту. Определение явно выделяло среди пёстрого множества геонивинков Google Earth и его аналоги, такие как Erdas Titan, CesiumJS, и др. - только они соответствовали всем трём условиям. Тем самым новое определение, фактически заявленное как определение неогеографии, явилось определением Цифровой Земли.

Особенно интересным оказался вопрос о классификации геопорталов — столь же новых решений, появившиеся практически одновременно с Google Earth и также обретших популярность в первую очередь за счёт относительного удобства работы с ними. Уже первый геопортал Google Maps мог открываться в обычном браузере, в то время как Google Earth представлял собой специализированное клиентское приложение. Впрочем, в дальнейшем это различие было устранено, и уже в 2017 году появилась новая, полностью браузерная версия Google Earth. С точки зрения новизны геопорталы были безусловно новым продуктом, и в этом смысле могли быть отнесены к «неогеографии». Однако геопорталы не удовлетворяют первому элементу определения, поскольку используют режим картографических проекций и не позволяют произвольным образом менять ракурс просмотра. Необходимо отметить, что имеются геопорталы, в которых для узкого диапазона масштабов реализован режим имитации просмотра под стандартным углом (так называемый режим Bird's View), однако этот режим носит именно имитационный и демонстрационный характер.

Тот факт, что предложенному определению удовлетворяют только и исключительно продукты, выполненные в идеологии Digital Earth, подтверждает интуитивное представление о её радикальной новизне и одновременно может служить основой для классификации всего множества геопространственных продуктов и решений, уже не ограничивающегося одними лишь географическими картами и их производными — цифровыми картами, глобусами, ГИС.

Естественным условием правильного и полного восприятия обстановки, погружённой в реальный геопространственный контекст, является возможность получения о ней максимально полного, исчерпывающего представления. Необходимым условием этого является возможность рассмотреть её с разных сторон, под разными ракурсами, и увидеть её как целиком, так и отдельные её элементы — детально, т. е. рассмотреть их с меньшего расстояния. Возможность смены ракурса просмотра и дистанции относится к числу базовых условий достоверного восприятия действительности. Так, появление увеличительной оптики фактически служило удовлетворению потребности в уменьшении визуальной дистанции до рассматриваемого объекта для получения о нём более полной и достоверной информации. Идея важности смены ракурса просмотра закреплена в одном из наиболее востребованных технологических ожиданий человечества — в так называемой голографии, или голографической визуализации, сводящейся к возможности произвольной и интерактивной, бесшовной смены ракурса просмотра.

Классическая карта, использующая знаки для отображения реальной обстановки, жёстко связана с ракурсом просмотра и дистанцией, определяемыми, соответственно, картографической проекцией и генерализацией. Тем самым резко ограничивается целостность восприятия обстановки, однако удаётся обеспечить ограниченную метричность карты, т.е.

возможность измерения одного или нескольких параметров с помощью внешнего материального эталона — например, линейки, транспортира, курвиметра, и т. д., для чего требуется однородность соответствующей характеристики в пределах листа карты. Метрические возможности карты неизбежно ограничиваются выбранной картографической проекцией. Аналогичным образом исключается возможность изменения детализации обстановки — она жёстко связана с конкретным масштабом картографического произведения.

Использование механизмов генерализации и проекции явилось естественным следствием использования технических средств, доступных на определённом отрезке истории человечества. С его помощью удалось создать мощный и гибкий инструмент изучения окружающего мира — географические карты. Однако сумма новых технологий, появившихся к исходу XX века, позволила достичь радикально нового качества. Этими технологиями стали: 1) дистанционное зондирование Земли, 2) компьютерная обработка информации, и 3) гипертекстовая интеграция гетерогенных наборов данных. При этом важно отметить, что все вышеперечисленные технологии сами по себе новое качество не обеспечивают. Все они использовались в разных сочетаниях в продуктах и сервисах и задолго до появления Цифровой Земли, не приводя к каким-либо радикальным изменениям качества восприятия информации.

Новые технологии являются лишь предпосылками, позволяющими реализовать на практике новый метод работы с геопространственной информацией, снимающий ограничения ракурсности и масштабности, органически присущие классическому картографическому методу. Тем самым преодоление этих ограничений, воспринимаемых именно как методические ограничения, может рассматриваться в качестве фактора внутренней эволюции картографических продуктов, обусловленной появлением качественного нового метода в условиях доступности новых технологий. Это позволяет построить типологию всего известного нам многообразия геопространственных продуктов в виде схемы эволюции отдельных их классов. Она включает: 1) группу карт (и картографически организованных продуктов - например, традиционных ГИС), не поддерживающих многоракурсность и многомасштабность; 2) традиционных глобусов, поддерживающих многоракурсность, но не обеспечивающих многомасштабность; 3) геопорталов, поддерживающих, наоборот, дискретную многомасштабность, но не обеспечивающих многоракурсности, и 4) продуктов класса «Цифровая Земля», обеспечивающих как многоракурсность, так и многомасштабность.

При этом классы 2) и 3) носят очевидно промежуточный, паллиативный характер и являются переходными по отношению к финальному этапу эволюции геопространственных продуктов - Цифровой Земле. Одновременная поддержка в ней и многоракурсности, отождествляемой с голографией, и многомасштабности позволяет говорить о том, что Цифровая Земля как метод визуализации качественно превосходит голографический и может быть названа «сверхголографией». Интересна темпоральная динамика развития картографического метода. Первая топографическая карта, при создании которой было явно использованы принципы картографии, была обнаружена при раскопках посёлка Чатал-Гуюк в Малой Азии, на территории современной Турции. Она датируется 6300-6200 гг. до н.э. Это, в свою очередь, означает, что к тому времени, более 8 тыс. лет назад, процесс создания картографического метода уже завершился. Это по крайней мере позволяет поставить вопрос о том, что передача информации посредством знаков была впервые реализована в картографических продуктах, а не в текстах. Глобусы известны уже более 2 тыс. лет. В то же время такой паллиативный вид геопространственной визуализации, как геопортал, был обнародован всего лишь за считанные дни до запуска Google Earth.

Междисциплинарный эффект Цифровой Земли

Характерной особенностью классической картографии является отображение реальности посредством представления о границе, предполагающей пространственную изолированность

сущностей, относимых к разным категориям, и тем самым их противопоставление. Картографические знаки точечной, линейной и полигональной топологии образуют всё многообразие средств отображения обстановки на картах. Можно сказать, что карта — это опосредованный знаками образ местности.

В то же время в последние годы часто используется радикально иной метод представления обстановки - непосредственно с помощью изображений, данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Именно бесспорное доминирование ДДЗ является наиболее характерным, бросающимся в глаза отличием Цифровой Земли от классических карт и ГИС, хотя отличие это — не уникальное. ДДЗ очень активно используются и в геопорталах, в которых, как правило, имеется как минимум два режима представления обстановки — с помощью картографических знаков и с помощью изображений. Именно использование изображений, и в первую очередь космоснимков, позволило реализовать бесшовный режим изменения масштаба, характерный для Цифровой Земли и только для неё. Изображения не нуждаются в искусственной, субъективной генерализации и позволяют достоверно отображать местность в очень широком диапазоне масштабов. Эта особенность космоснимков широко используется на практике не только в продуктах, выполненных в идеологии Цифровой Земли, но и в геопорталах и, до некоторой степени, в картах и ГИС. Однако только в концепции Цифровой Земли с их помощью удалось разрешить недостижимую прежде задачу — обеспечить бесшовную масштабируемость, причём в очень широком диапазоне, от глобального до локального. При этом использование изображений не исключает использование классических для картографии векторных данных, однако основная визуальная нагрузка приходится теперь именно на изображения.

Интересен семиотический аспект этой ключевой особенности концепции Цифровой Земли. С точки зрения классической семиотики, картографические произведения состоят исключительно из знаков, и изображения - один из видов знаков, так называемые знаки иконические. В этом случае ничего нового в новых продуктах и в Цифровой Земле — фокус лишь переносится с одних типов знаков на другие, не более.

Однако в какой мере эта точка зрения верна? Вероятно, мы вправе отнести к классу иконических знаков сделанные человеком рисунки, в которых воплотился субъективизм автора. Но в какой мере это справедливо ещё и для автоматически полученных, документально точных изображений — данных дистанционного зондирования? Современные визуальные материалы всё ближе приближаются к качеству, характерному для непосредственных, чувственно воспринимаемых визуальных образов. Вероятно, и в них ещё можно обнаружить элемент авторского субъективизма — например, в выборе композиции. Впрочем, этот фактор практически сходит на нет в растровых покрытиях, полученных из космоснимков — или, например, в таком виде визуальных образов, как сферические панорамы или массивы сферических панорам — такие, как набор данных Google Street, позволяющих практически бесшовно просматривать обстановку, меняя не только ракурс и масштаб, но и точку просмотра. Визуальное восприятие обстановки с их помощью уже практически неотлично по своему качеству от прямого, не опосредованного чем бы то ни было наблюдения на местности.

Правомерно ли относить столь совершенные представления визуальной информации к знакам вообще и к иконическим данным - в частности? Если ответить на этот вопрос утвердительно, тогда следует признать, что обстановка, воспринимаемая непосредственно на местности невооружённым глазом также является иконическим знаком. Но подобное отождествление любого чувственного восприятия со знаком вообще логически противоречиво, ибо в этом случае мы обесмысливаем саму идею знака. Хуже того, она противоречит самой идее искусственного создания знаковой реальности субъектом, ибо для этого необходимо признать наличие чувственных восприятий, знаками не являющихся. Мы приходим к порочному кругу, выход из которого только один - необходимо признать, что прямое чувственное восприятие, не опосредованное субъектом, знаками (в том числе иконическими) не является.

Более того. Очевидно, что визуальные образы позволяют не только точно воспринимать с их помощью обстановку, но и являются эффективными носителями метрической информации; разработка методики точного измерения такой эффективности - дело будущего, однако уже из сравнения невероятной популярности Google Earth с куда более скромными успехами также в изобилии имеющихся геосервисов, использующих знаки, можно предположить, что данные дистанционного зондирования, воспринимаемые непосредственно, по эффективности ничуть не уступают картографическим знакам - и, вероятно, намного их превосходят. Тем самым следует предположить, что беззнаковые образы являются ёмкими и эффективными носителями метрически точной информации. Этот вывод противоречит текущим семиотическим воззрениям, согласно которым носителями информации могут быть знаки и только знаки.

Для разрешения данного семиотического кризиса было выдвинуто предположение о необходимости введения в семиотику (и в частности, в картосемиотику) представления о так называемых «нулевых» знаках - носителях метрически точной информации, знаками не являющихся и имеющих поэтому «нулевую» знаковость. Именно нулевые знаки явились исходным источником для создания собственно знаков. Понятие о «нулевых знаках» вводится в семиотику в точной аналогии с состоявшимся двумя тысячелетиями ранее введением понятия о нуле в математику и фактически, с учётом особого статуса семиотики как науки обо всех мыслимых знаках вообще, завершает этот процесс. Без понятия о нулевом знаке семиотика является логически противоречивой.

Введение представления о «нулевых знаках» как эффективных носителях информации естественным образом порождает новые научные вопросы, имеющие откровенно междисциплинарный, а также одновременно академический и прикладной характер. Каким образом осуществляется восприятие беззнаковых образов и метрически точной информации, в них содержащейся, субъектом? Необходимо предположить наличие у последнего как минимум двух независимых каналов метрически точного восприятия пространства — 1) с помощью знаков, и 2) беззнакового. Учитывая искусственность знаковой реальности, можно сделать вывод о том, что беззнаковое восприятие пространства является естественным и базовым для субъекта, отличается, по всей видимости, чрезвычайно высокой эффективностью и в этом качестве может быть непосредственно использовано в системах управления различного рода. Собственно, бессистемным примером такого внедрения беззнаковой реальности в нашу жизнь и является Цифровая Земля в различных её ипостасях. Междисциплинарная проблематика, стоящая за исследованием особенностей восприятия геопространственной обстановки с помощью беззнаковых механизмов, безусловно нова, актуальна и востребована практикой. Её изучение следует считать одной из важнейших задач общенаучного уровня, ставших следствием появления нового метода работы с геопространственной информацией — Цифровой Земли.

Заключение

Концепция «Цифровой Земли» и новый метод работы с геопространственной информацией, в ней реализованный и обеспечивший её новизну, фактически обозначила собой новую научную революцию, важнейшим междисциплинарным итогом которой следует полагать выявившуюся необходимость пересмотра базовых положений семиотики и неявно господствовавших представлений о том, что носителями информации могут быть исключительно знаки. Исследования в этой области выглядят весьма перспективными, многообещающими и в академическом, и в практическом отношениях, и должны быть поддержаны научным сообществом.

Литература

Мартыненко А.И. Электронная Земля, Электронная Россия, Электронная Москва: методология и технологии, М., ИПИ РАН, 2002

ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИДЕЙ НИКОЛАЯ АДОЛЬФОВИЧА СОЛНЦЕВА ДЛЯ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Снытко В.А. *, Романова О.С.**

Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук, Россия

*e-mail: *vsnytko@yandex.ru, **olgroma09@gmail.com*

The article is dedicated to the founder of the landscape-geographical school of Moscow State University, the creator of the theory of modern Russian landscape studies Nikolai Adolfovich Solntsev. The value of Solntsev's scientific ideas for the development of complex physical geography is shown.

Физическая география в СССР после Великой Отечественной войны получила развитие благодаря широкому внедрению аэрофотосъемки. Ландшафтные съемки послужили основой для развития теории ландшафта.

Николай Адольфович Солнцев (1902-1991) – один из создателей теории и практики ландшафтоведения, известный своими научными работами, как в нашей стране, так и за рубежом. Солнцеву ландшафтоведение обязано новым, наиболее плодотворным этапом своего развития, которое началось в конце 40-х – начале 50-х гг. XXв. В 1947 г. Н.А. Солнцев выступил на втором Всесоюзном географическом съезде с теоретическим докладом, обобщившим первые результаты работ ландшафтоведов Московского университета. Развивая представление о ландшафте, показанное в трудах Л.С. Берга, Л.Г. Раменского, С.В. Калесника, Н.А. Солнцев дал новое, более четкое его определение, уделив особое внимание морфологии ландшафта. По Н.А.Солнцеву ландшафт представляет собой генетически единую территорию, построенную из закономерно сочетающихся урочищ, которые в свою очередь состоят из простейших морфологических единиц ландшафта – фаций. Фации и урочища служат непосредственными объектами полевой ландшафтной съемки. Идеи Солнцева были приняты не сразу. Помогли в этом, организованные им в 1946-1963 гг. экспедиции (Красновидовская, Приокско-Террасная, Зарайская и др.)[4].

Солнцев Н.А. по праву считается основателем ландшафтно-географической школы Московского университета. В истории становления и развития Школы выделяют пять этапов [11]. Первый этап (1945-1949) – возникновение школы. В этот период начались полевые исследования равнинных ландшафтов, результаты которых позволили сформулировать основополагающие понятия ландшафта и его морфологическую структуру. Солнцев разработал новый оригинальный курс «Основы ландшафтоведения» для студентов, который был введен в учебный план кафедры физической географии СССР, опубликовал статью по теории ландшафтоведения в Трудах II Всесоюзного географического съезда [1].

На втором этапе (1950-1961) происходит становление Школы. В этот период, будучи заведующим кафедрой физической географии СССР географического факультета МГУ, Солнцев всеми силами развивает комплексную физическую географию: осуществляет ландшафтные экспедиции, организует полевую практику, готовит кадры ландшафтоведов. Солнцев создал методику выявления, изучения и картографирования ландшафтов и их морфологических частей. В 1953 г. он организовал первую в стране лабораторию ландшафтоведения при кафедре физической географии СССР Московского государственного университета. В начале 60-х гг. под руководством Н.А. Солнцева были защищены первые ландшафтные диссертации С.С. Судаковой, А.А. Видиной, Ю.Н. Цесельчуком. В это время сформировалось новое научное направление - геохимия ландшафта. Н.А.Гвоздецкий разработал основы горного ландшафтоведения. Третий этап (1962-1975) характеризуется становлением регионального направления в ландшафтоведении и расширением проблематики исследований. В этот период активно развиваются прикладные

исследования. Ландшафтные идеи начали широко использовать в практике народного хозяйства. В Вестнике Московского университета и Известиях Всесоюзного географического общества опубликованы оригинальные работы Солнцева, посвященные морфологии ландшафтов, выявлению признаков ландшафтов и его составных частей [2, 3].

Четвертый этап (1976-1989) – это время синтеза накопленных научных данных, а также решения проблем регионального и космического ландшафтоведения. В этот период происходит перестройка комплексной физической географии в теоретическом и методологическом плане, внедряется системный подход, используются математические методы исследования и расширяются стационарные исследования. Изучение динамики ландшафтов стало одним из ключевых направлений исследований, была разработана теория методика изучения динамики ландшафтов. По этой тематике исследования велись в Институте географии Сибирского отделения АН СССР, под руководством В.Б.Сочавы и в Тбилисском университете на Марткопском стационаре под руководством Н.Л.Беручашвили.

Современный, пятый этап начался с 1990 года. Это переломный год, когда изменилась политическая ситуация в стране, повлекшая за собой ряд отрицательных последствий в развитии ландшафтно-географической школы МГУ. Нарушились связи с ландшафтными школами союзных республик, появилась проблема воспроизводства кадров, ушли из жизни профессора и научные сотрудники, с которыми связана история развития и становление Школы. Вместе с тем, на современном этапе одновременное развитие получили структурно-генетическое, функционально-динамическое, геохимическое, геофизическое, эволюционное, антропогенное, региональное и математическое направления ландшафтных исследований. Получил развитие геоэкологический анализ современных ландшафтов.

Главная заслуга Николая Адольфовича – создание теории современного отечественного ландшафтоведения. Основываясь на опыте полевых работ, Солнцев первым создал методику полевых ландшафтных исследований. Его методика прочно вошла в программы учебных практик студентов географических факультетов. Накопленный фактический материал полевых исследований позволил сделать важные теоретические обобщения в ландшафтоведении и в физической географии в целом. Солнцев разработал учение о морфологической структуре ландшафтов, которое стало основой для ландшафтного картографирования. В вопросе динамики ландшафтов им был сделан ряд основополагающих теоретических разработок. Сформулирован принцип неравнозначности взаимодействующих факторов, которые по степени воздействия их друг на друга в относительно короткие промежутки времени располагаются в следующий ряд: земная кора, воздух, вода, растительность и животный мир (ряд Солнцева). Было показано, что развитие ландшафтов имеет ритмический и циклический характер, а изменения, накопленные в течении цикла необратимы. Им обоснован генетический принцип физико-географического районирования и дана схема районирования Европейской части СССР.

Н.А.Солнцев автор, соавтор и редактор более 90 научных работ. Под его редакцией выпущены ряд Ландшафтных сборников, в которых нашли отражение теоретические, региональные, методические и прикладные проблемы ландшафтоведения, вопросы применения ландшафтных методов для решения практических задач, ландшафтные характеристики отдельных регионов [4-7].

Результаты исследований Н.А. Солнцева, его основополагающие идеи при жизни были опубликованы только в виде нескольких статей. Отдельная обобщающая книга работ ученого была опубликована уже после его кончины, к 100-летию со дня рождения. В это издание вошли основные труды Н.А. Солнцева, написанные им в период 1948-1984 гг., в которых рассмотрены общие закономерности строения ландшафтов, их диагностические признаки, вопросы морфологии, динамики, устойчивости ландшафтов, методики ландшафтных исследований и картографирования, теории природных комплексов, проблемы прикладного и регионального ландшафтоведения [10].

Научные идеи Н.А.Солнцева продолжают развивать его многочисленные ученики и их последователи. Н.А. Солнцев создал научную школу, одним из ярких представителей которой был Н.Л. Беручашвили.

Николай Леванович Беручашвили в тесном сотрудничестве с учеными Московского университета участвовал в создании учебных пособий, в том числе он соавтор учебника «Методы комплексных физико-географических исследований», в котором приводится не имеющий аналогов в мире отечественный метод ландшафтного картографирования, развитие этого метода в оригинальной тбилисской ландшафтно-геофизической школе [9]. Продолжателем идей отца стал также сын Николая Адольфовича - Владимир Николаевич Солнцев, опубликовавший ряд работ по вопросам ландшафтоведения [8 и др.].

К 110 - летию со дня рождения Николая Адольфовича опубликован «Ландшафтный сборник (развитие идей Н.А. Солнцева в современном ландшафтоведении)». Сборник предваряет статья с воспоминаниями ученицы Солнцева И.И.Мамай, в которой показаны основные вехи биографии Солнцева, его качества как ученого, преподавателя, общественного деятеля, человека, приведены уникальные фотографии [12].

Литература

1. Солнцев Н.А. Природный географический ландшафт и некоторые его общие закономерности // Труды IV Всес. Геогр. съезда. Т. I. М.: Географгиз, 1948. С. 258-269.
2. Солнцев Н.А. О взаимоотношениях «живой» и «мертвой» природы // Вестн. Моск. Ун-та. Серия 5. География. 1960. № 6.
3. Солнцев Н.А. Основные этапы развития ландшафтоведения в нашей стране // Известия Всес. Геогр. об-ва. 1962. № 1.
4. Ландшафтоведение. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
5. Ландшафтный сборник. М.: Изд-во МГУ, 1970.
6. Ландшафтоведение. М. М.: Изд-во МГУ, 1972.
7. Ландшафтный сборник. М.: Изд-во МГУ, 1973.
8. Солнцев В.Н. Структурное ландшафтоведение. М., 1977.
9. Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований. Учебник. М.: Из-во МГУ, 1997.
10. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте (избранные труды). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 384 с.
11. Географические научные школы Московского университета / Под.р. акад. Н.С. Касимова, проф. А.М. Берлянта, чл.-корр. РАН С.А.Добролюбова, чл.- корр. РАН К.Н.Дьяконова, проф. Н.С. Мироненко. М.: Издательский Дом «Городец», 2008. – 680 с.
12. Ландшафтный сборник (Развитие идей Н.А. Солнцева в современном ландшафтоведении). М. – Смоленск: Ойкумена, 2013. 330 с.

ПОЛИМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Хорошев Александр

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Россия

E-mail: avkh1970@yandex.ru

MULTISCALE MODELING OF LANDSCAPE STRUCTURE AS A TOOL FOR SPATIAL PLANNING

Khoroshev A.

Faculty of Geography, Moscow Lomonosov State University, Russia

E-mail: avkh1970@yandex.ru

Abstract

The most critical issue in multiscale landscape studies is the quantitative evaluation of contributions from each scale level to spatial variability of landscape attributes. The most commonly used concept that relates pattern to process in landscape ecology, the so-called patch-corridor-matrix model, perceives the landscape as a planimetric surface. The need to include vertical dimension to landscape pattern models requires consideration for the role of topographic and geological structures. Determining the right neighborhood size is a major focus of current multi-scale modeling. To develop this idea we argue that the statistically significant relations between a set of correlating soil-vegetation properties and spatial pattern of relief in the higher-order geosystem indicate the present-day or former-time process that governs spatial heterogeneity. Hierarchical levels are not postulated a priori but are induced based on evaluation of linkages between the properties of the focus unit and spatial emergent properties of embracing higher-order geosystem. Geosystems of different rank orders are generated by processes acting at different space and time scales. Soil and vegetation can reflect constraints from the higher-order geosystem by certain groups of attributes, and not necessarily by the whole set of attributes. Each attribute can receive signal from several rank-orders of geosystems simultaneously. The group of attributes governed by the same higher-order geosystem form partial geocomplex that indicates manifestation of a single ecological process. The main focus of the research is the determination of scale levels required to make planning decisions for sustainable multifunctional land use. A series of examples of recommendations for forestry, agriculture and nature protection based on our studies in the taiga zone in European Russia is provided.

Key words: multiscale modeling, geosystem, planning, taiga

Ландшафтный подход к территориальному планированию подразумевает принятие пространственных решений на основе концепций полиструктурности, иерархической организации ландшафта и прогнозирования цепных реакций между компонентами ландшафта. Антропогенное воздействие может затрагивать свойства с разным характерным пространством и характерным временем. Поэтому необходим строгий выбор иерархического уровня, который является основным для управления или использования свойств того или иного компонента ландшафта, которое сопряжено с множеством других свойств. Концепция полиструктурности (Боков, 1990; Солнцев, 1997; Гродзинский, 2014) позволяет выбирать разные способы описания пространственной структуры в зависимости от целевой функции планировочных решений и типов потоков вещества, которые ими затрагиваются. Наиболее сложен аспект прогнозирования цепных реакций, поскольку за пределами стационаров редко предоставляется возможность отслеживания последовательности изменений в ландшафте в течение более или менее длительного времени. В связи с этим представляет интерес изучение возможностей и допустимости применения эргодического подхода, а именно: в каких пространственных рамках было бы корректно считать градиент изменений группы свойств в пространстве аналогом

изменений во времени. Проблема состоит в том, что типы межкомпонентных отношений и теснота связей могут варьировать в пространстве. Простейший пример: по мере удаления от болота и снижения уровня грунтовых вод сосна вытесняется елью, но с приближением к глубоковрезанной долине и дальнейшем понижении уровня грунтовых вод ель вытесняется сосной. Если найден способ идентифицировать ареал, в котором компоненты связаны по единому правилу, то планировщик получает следующие возможности: а) интерпретировать процесс, сформировавший ту или иную структуру (например, движение грунтовых вод в зависимости от рельефа); б) знать мощность его влияния на компоненты ландшафта в каждой точке ареала (например, наблюдая за долей гигрофитов); в) прогнозировать будущее состояние конкретного ПТК в результате изменения мощности основного организующего пространство фактора (например, понижения уровня грунтовых вод), по аналогии с другим ПТК ареала уже испытывающего такое воздействие; г) оценить степень желательности такого изменения; д) принять решение о допустимости изменения структуры ПТК в результате планировочного решения, влияющего на природный фактор. Допустимость тех или иных планировочных мероприятий в большой степени определяется устойчивостью геосистем. Устойчивость свойств почвенного и, особенно, растительного покрова могут зависеть от степени типичности или редкости геосистемы низкого ранга в контексте геосистем более высокого ранга, т.е. категориями «родственного» или «враждебного» окружения. Целью пространственных планировочных решений может быть либо максимально длительное использование какого-либо свойства ландшафта (использование «надежности»), либо защита (максимально возможное «продление жизни») геосистем с неустойчивыми в существующей ландшафтной обстановке свойствами, либо восстановление утраченных желательных для человека свойств геосистемы. Поэтому в целях управления ландшафтом и прогнозирования последствий воздействия свойства компонентов ландшафта можно объединить в следующие плеяды: 1) строго контролируемые морфолитогенной основой (например, собственным рельефом ПТК или рельефом геосистемы более высокого ранга); 2) определяемые взаимодействием нескольких компонентов (например, почв и фитоценоза); 3) определяемые взаимодействиями свойств одного компонента (например, ярусов фитоценоза между собой или видов одного яруса); 4) определяемые случайными процессами (например, порожденные климатическими явлениями или деятельностью животных, нестрого привязанных к конкретному виду ПТК). Опыт крупномасштабных ландшафтных исследований, в том числе стационарных, показал необходимость распознавать не единственную иерархию (по типу «матрешки»), а множество масштабных уровней, специфических для каждого процесса и контролируемой им плеяды свойств компонентов. На современном этапе развития ландшафтоведения требуется не просто выявлять связи, а соотносить их с тем или иным масштабным уровнем ландшафтной организации и исследовать варьирование тесноты связей и математического вида зависимости в пространстве. Особенно пристальное внимание исследователей в последние десятилетия привлекают эффекты взаимодействия и суперпозиции разнотипных структур, формируемых разномасштабными процессами переноса вещества, энергии, информации (Turner, Gardner, 2015). Актуальна проблема количественного разделения вкладов разномасштабных структур в варьирование свойств ландшафта, формализации выделения целостных геосистем. В частности, поставлен вопрос о разделении вкладов в ландшафтную дифференциацию жесткого морфолитогенного каркаса и процессов саморазвития независимых от него типов структур. Различной жесткостью межкомпонентных связей на разных участках объясняется повышенный интерес к проблемам выделения ядер типичности и переходных зон. Выработка объективных оснований для картографирования разных типов структур направлена на экологически безопасную адаптацию видов угодий к ландшафтной структуре при территориальном планировании. С другой стороны, районирование по комбинациям ландшафтных структур нацелено на разработку регионально-специфичных стратегий землепользования в рамках более широкомасштабных видов интегрального территориального планирования.

На основании вышеизложенных представлений автором предложена концепция полимасштабной организации ландшафта (Хорошев, 2016), которая позволяет корректно выбирать иерархические уровни принятия пространственных планировочных решений. Изложим и проиллюстрируем ее основные положения.

1. *Ландшафтная единица разными своими свойствами участвует одновременно в полимасштабной системе межкомпонентных отношений и подчиняется вмещающим геосистемам разных уровней. Наличие разнотипных геосистем в одном и том же пространстве трактуется как полиструктурность ландшафта.* Большинство свойств ландшафта меняется в соответствии с некоторыми градиентами среды, которые могут быть или постепенными, или резкими. Каждая операционная территориальная единица (ОТЕ) характеризуется, с одной стороны, собственными свойствами, обусловленными внутриуровневыми межкомпонентными связями, и, с другой стороны, потенциалом некоторого вещественно-информационного поля, создаваемого эмерджентными свойствами вмещающих геосистем (межуровневыми связями), возможно, нескольких иерархических уровней. Полимасштабный анализ включает выдвижение и проверку серии гипотез, что ОТЕ зависит от эмерджентных свойств ряда вмещающих геосистем, размер которых мы и определяем путем перебора серии статистических моделей. Иначе говоря, в начале исследования мы мысленно представляем свойства компонентов ландшафта как некую «грудку кирпичей», способы и причины соединения которых (тип связей и порождающий их процесс) надо выяснить. Свойства-«кирпичи» могут соединяться разными способами (то есть иметь достоверные связи), формируя целостные парциальные геосистемы, подчиняющиеся единому системообразующему фактору. Одновременное подчинение свойств компонентов разномасштабным процессам и явлениям в геосистемах разных типов трактуется как *полимасштабная организация географического ландшафта.*

2. *Многомерность ландшафта требует представления отдельных измеряемых признаков через ранжированные по значимости параметры порядка, отражающие сопряженную реакцию групп признаков на варьирование экологических факторов.* Исходные полевые данные обычно представлены многочисленными отдельными количественными признаками компонентов (обилие каждого вида растений, мощность того или иного почвенного горизонта, гранулометрический состав почвы и т. п.). Однако процедуры снижения размерности (метод главных компонент, многомерное шкалирование и др.) позволяют с относительно небольшой потерей информации перейти к меньшему количеству переменных другого типа, которые отражают *соотношение* признаков. Для снижения размерности исходные данные, характеризующие каждый геогоризонт (признаки древостоя, травостоя, почв и др.) можно преобразовать методом многомерного шкалирования (Пузаченко, 2004). Полученные латентные переменные – «оси дифференциации» – обычно подчиняются нормальному распределению, что позволяет применять стандартные линейные статистические методы.

3. *Координаты ландшафтной единицы на оси экологического фактора отражают результат конкурентных отношений элементов компонентной структуры с противоположной реакцией на этот фактор. Результаты конкурентных отношений рассматриваются как свойство ландшафта – чувствительность к тому или иному физическому полю. Каждое из таких свойств может находиться в системных отношениях с другими свойствами; результат отношений можно оценить через статистическое понятие «связь» как ограничение разнообразия состояний в результате прямого взаимодействия либо параллельной реакции на третье свойство.* Например, в фитоценозе может быть представлена либо только ель (при относительно богатом минеральном питании), либо только сосна (при бедном питании), либо обе породы в том или ином соотношении (промежуточные условия). В случае видов живой природы это конкуренция в буквальном смысле, исход которой определяется как собственными свойствами видов (теневыносливость, светолюбие и др.), так и свойствами других

компонентов. На оси «трофности» почв при бедном минеральном питании в таежной зоне подзолистый горизонт будет доминировать, при среднем – сосуществовать с гумусовым, а при богатом – будет вытеснен гумусовым горизонтом. Таким образом, представление множества исходных данных через ограниченное число латентных переменных (координаты по оси экологического фактора) позволяет рассматривать отдельные признаки как элементы системы, связанные конкурентными отношениями. Поскольку на каждое свойство влияет целый ряд независимых экологических факторов, то каждая ОТЕ будет охарактеризована координатами на нескольких осях и, следовательно, принадлежностью к разнотипным ландшафтным структурам. Каждая ось характеризует какой-либо из взаимонезависимых ландшафтоформирующих процессов, который либо происходит сейчас, либо проявлялся в прошлом, оставив вещественное наследие в современном ландшафте. Например, ось влажности может быть интерпретирована как результат процесса перераспределения влаги в ландшафте под действием латеральных и радиальных потоков. Ось трофности отражает наследие процессов седиментации разных эпох, в результате которых один сектор ландшафта сложен водноледниковыми песками, другой моренными суглинками, а третий – коренными дочетвертичными породами, отпрепарированными современной эрозией. Таким образом, отталкиваясь от значений измеренных свойств ландшафта, мы выявляем совокупность основных процессов, которые имеют системообразующее значение, то есть отражаются в свойствах компонентов и могут служить причиной их пространственной дифференциации и латеральной связи между пространственными единицами и тем самым формировать разные типы ландшафтных структур.

4. *Исход конкуренции элементов компонентной системы (значение свойства компонента) может определяться как влиянием других компонентов, так и рамочными условиями вмещающей геосистемы более высокого ранга, который должен быть определен в результате полимасштабного анализа структуры.* Рассматриваются две группы причин пространственных различий свойств компонентов ландшафта. Первая группа – варьирование под действием свойств других компонентов на уровне ОТЕ, т.е. «внутриуровневые связи». Вторая группа – «межуровневые связи», т.е. влияние разнотипных геосистем более высокого масштабного уровня («вмещающих геосистем») необязательно находящихся в иерархическом соподчинении. Они состоят из множества ОТЕ, которые в совокупности создают эффект, не свойственный каждому элементу по отдельности. Результат сравнения вкладов внутриуровневых и межуровневых связей в формирование пространственных различий может быть положен в основу выбора планировочных решений. Главный вопрос при таком выборе: следует ли учитывать удаленные эффекты или рамочные условия в геосистеме более высокого ранга при выборе типа землепользования и размещении того или иного объекта в конкретном урочище. Более детально источники пространственного варьирования (дисперсии) свойств показаны на рис. 1. Он отражает следующие гипотезы применительно к свойству компонента ландшафта, обозначенному буквой X. Значение свойства X определяются как внутриуровневыми (межкомпонентными) связями со свойствами некоторых других компонентов (рис. 1, Б), так и рамочными условиями, навязанными вмещающими геосистемами (рис. 1, В, Г). Значения свойства X может варьировать в пространстве независимо от ряда других свойств (рис. 1, А). Разные свойства компонентов ландшафта (X, А, В, С, D на рис. 1) могут варьировать в пространстве сопряженно друг с другом, так как контролируются рамочными условиями вмещающей геосистемы либо влиянию вмещающих взаимонезависимых геосистем одновременно нескольких масштабных уровней («надсистемы I, II, III, IV», рис. 1, В, Г). Часть дисперсии свойства X может определяться случайными процессами, независимыми ни от других компонентов, ни от вмещающих геосистем (рис. 1, А). Часть дисперсии свойства X, необъясняемая внутриуровневыми связями, рамочными условиями надсистем или случайными процессами, может быть обусловлена пространственным варьированием на более низком иерархическом уровне, т.е. дисперсией подсистем (рис. 1, Д).

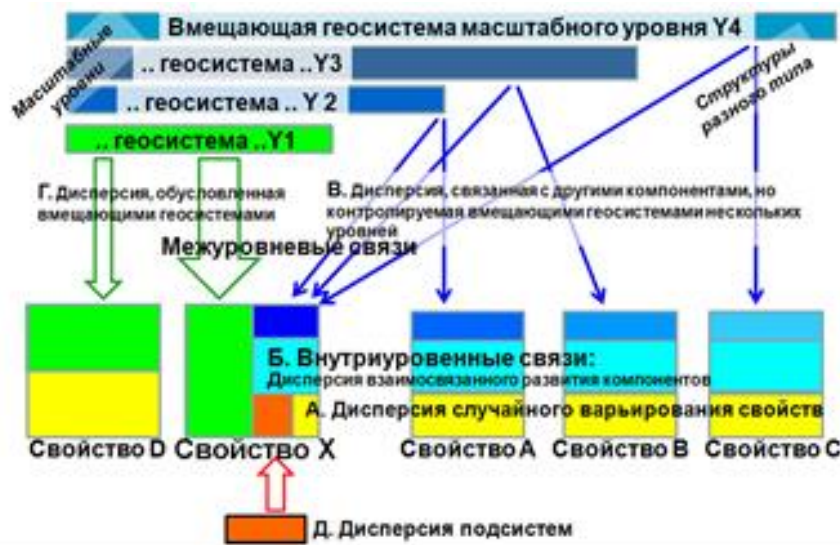


Рис. 1. Схема разделения вкладов в дисперсию свойства X.

С, D, E, F – свойства других компонентов ландшафта. Y1, Y2, Y3, Y4 – вмещающие разнотипные надсистемы разных масштабных уровней, задающие диапазон допустимого варьирования для свойств. А...Д – составляющие части дисперсии свойства X. А - Дисперсия случайного варьирования свойств. *Внутриуровневые связи*: Б - дисперсия взаимосвязанного развития компонентов. *Межуровневые связи*: В - Дисперсия, связанная с другими компонентами, но контролируемая вмещающими геосистемами нескольких уровней. Г - Дисперсия, обусловленная вмещающими геосистемами. Д - Дисперсия подсистем.

Для исследования связей между индивидуальным свойством и группой свойств выбран метод «регрессии поверхности отклика» (Response surface regression). Применяемая модель имеет вид: $Y = b_0 + \sum b_n X_n + \sum b_k X_n^2 + \sum b_z X_n X_m \pm \varepsilon$, (1а, 1б), где Y – координата на оси дифференциации того или иного компонента ландшафта (т.е. на экологическом градиенте), $X_{n(m)}$ – координаты свойств другого компонента на значимой для него оси дифференциации (модель 1а) либо свойства вмещающих геосистем (модель 1б), $b_{n(k,l)}$ – регрессионные коэффициенты, ε – стандартная ошибка расчета (мера случайного варьирования).

5. *Пространственные комбинации взаимодействующих ОТЕ обуславливают поле физических свойств в ландшафте. Потенциал поля в каждой точке пространства рассматривается как результат трансляции информации от окружающих ОТЕ.* Пространственные элементы создают «совместными усилиями» поле некоторого свойства; изменение каждого элемента меняет свойства поля и его потенциал в каждой конкретной ОТЕ. Например, такое поле порождается процессами, которые определяются комбинацией форм рельефа (подземный и поверхностный сток, эрозия, горно-долинная циркуляция воздуха и т.п.). Обмен информацией между одноранговыми системами (ОТЕ) формирует эмерджентное свойство некоторой относительно крупной геосистемы (например, поле грунтовых вод), которое отражается на значениях свойств элементарной ОТЕ. Иначе говоря, структурные отношения в одной геосистеме воспроизводятся в структуре другой геосистемы, что трактуется как передача информации (Боков, 1990). Если единство мозаичной территории обусловлено одинаковым воздействием горных пород, то ареал их распространения (по крайней мере, в пределах слоя циркуляции грунтовых вод и температурных колебаний) соответствует ареалу вмещающей геосистемы по отношению к элементам мозаики (фациям). Верхняя часть земной коры с соответствующим расчлененным в той или иной степени рельефом образует трехмерное тело – «вмещающую геосистему», в пределах которого существуют системообразующие потоки

(воздуха, грунтовых и поверхностных вод, тепловой энергии и др.), создающие рамочные условия для «вмещаемых» фаций. Единый генезис создает единую трехмерную геосистему, в которой существует множество интегрирующих ее потоков, ослабевающих вблизи ее границ, но замещаемых при этом другими усиливающимися потоками, которые создают коннекционные районы, парадинамические системы.

б. *Изменение свойств какой-либо пространственной единицы внутри вмещающей геосистемы вызывает отклик свойств ОТЕ, зависящих от этого свойства.* Построение серии статистических моделей связывает свойства конкретных ОТЕ с характеристиками окрестностей нескольких размеров. Такими характеристиками могут быть морфометрические свойства рельефа (определяющие, например, эмерджентное свойство «поле грунтовых вод»), пространственные характеристики растительного покрова (определяющие, например, эмерджентное свойство «жизнеспособность популяций мигрирующих животных»), структура земельных угодий (определяющие, например, эмерджентное свойство «микроклимат») и т. п. Затем сравнивается качество и достоверность этих моделей. На выходе будет получена классификация свойств компонентов по чувствительности к свойствам окрестностей разного размера. Фактически это означает классификацию по принадлежности процессов, ответственных за варьирование данного свойства ландшафта, к масштабным уровням вмещающих геосистем. Таким образом, появляются основания для соотнесения характеристик ландшафта с масштабными уровнями. Например, глубина оподзоливания в таежном ландшафте может через степень дренированности зависеть от свойств междуречья в целом (его размеров, выпуклости, расчлененности), а степень оглеения – от микрорельефа внутри этого междуречья. Исходя из концепции полиструктурности, принципиально, что значимые для свойства ОТЕ процессы во вмещающих геосистемах могут иметь разную природу; поэтому вмещающие геосистемы необязательно вложены друг в друга. По этой причине для обозначения их неодинаковых размеров целесообразно использовать термин «масштабный уровень», а не «иерархический уровень». Если в качестве характеристики вмещающей геосистемы используются морфометрические характеристики рельефа (например, вертикальная и горизонтальная расчлененность, вертикальная и горизонтальная кривизна), то составляются модели (16), связывающие координаты ОТЕ на каждой оси дифференциации, с характеристиками окрестностей разного размера поочередно. Та окрестность ОТЕ, при которой коэффициент детерминации (доля объясненной дисперсии) максимален, интерпретируется как характерное пространство процесса, ответственного за дифференциацию того или иного свойства. Ее размер трактуется как размер вмещающей геосистемы, содержащей ОТЕ.

Поле абсолютных высот интерпретируется в трех аспектах: а) как индикатор трехмерного геологического тела (результата потоков вещества прошлых эпох) и современных радиальных потоков элементов минерального питания; б) как условие современных латеральных водных потоков; в) как условие антропогенной активности. На примере данных, полученных в среднетаежном ландшафте Архангельской области доказаны, например, высокие корреляции вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа с уровнем грунтовых вод, что позволяет рассматривать их как условие формирования поля гигротопов в ландшафте. Вертикальная и горизонтальная кривизна позволяют охарактеризовать положение ОТЕ относительно зон аккумуляции и рассеяния вещества. На выходе получаем классификацию свойств компонентов ландшафта по чувствительности к масштабным уровням вмещающих геосистем, а, следовательно, и к процессам, ответственным за обособление вмещающих геосистем. Зная, что к определенному уровню организации рельефа чувствительна некоторая группа свойств компонентов, мы получаем основания для классификации рельефа по морфометрическим свойствам этого уровня и можем использовать полученные классы как основание для классификации геосистем. С одной стороны это классификации рельефа по строго геоморфологическим критериям. С другой – мы точно знаем, что к процессам именно такого масштабного уровня «привязано» варьирование в пространстве ряда свойств компонентной структуры ландшафта. Классификация рельефа

приобретает комплексное «ландшафтное» содержание. Соответствующая карта следует детерминистской логике: «Принадлежность к данному классу рельефа определяет такое-то сочетание свойств почвенно-растительного покрова, чувствительных к данному масштабному уровню рельефа вмещающих геосистем». В отличие от традиционной детерминистской модели морфологической структуры ландшафта, выделение единиц формализовано, а критерием проведения границ выступают особые свойства, возникающие при взаимодействии пространственных элементов, а не их усредненная характеристика.

7. *Поскольку морфометрические свойства комбинаций форм рельефа меняются в пространстве постепенно, пространство ландшафта рассматривается как континуум мозаичных геосистем, в центре каждой из которых проявляется эмерджентный эффект взаимодействия их пространственных элементов. Постепенное изменение в пространстве свойств вмещающих геосистем вносит вклад (необязательно решающий) в континуальное изменение свойств конкретных природных комплексов низкого ранга.* Давно отмечено, что взаимосвязь необязательно выражается в полном совпадении пространственных границ компонентов; сущность многих ландшафтов составляет их переходный экотонный характер (Беручашвили и др., 1989). Характеризуя ОТЕ свойствами вмещающей ее гипотетической геосистемы более высокого ранга, мы тем самым абстрагируемся от некоторых локальных границ или, по крайней мере, на этапе выдвижения гипотезы не придаем им комплексного значения. Тогда, например, переход через бровку склона может трактоваться не как обязательная принципиальная смена всех свойств геосистемы, а лишь некоторое изменение по градиенту расчлененности и кривизны рельефа и, соответственно, некоторое ослабление или усиление потоков вещества, на которое одни компоненты среагируют, а другие – нет. Пусть установлено, что некоторая группа свойств компонентов меняется в пространстве сопряжено друг с другом (т.е. образует «плеяду») и при этом известен размер окрестности, от характеристик которой (например, степени расчлененности рельефа) зависит каждый член этой плеяды. Если для серии территориально сопряженных ОТЕ характеристики окрестностей остаются неизменными (например, окрестность плоская, эрозионные формы или холмы отсутствуют), то и члены плеяды не меняют значений. В таком случае мы имеем дело с монотонной парциальной геосистемой. Продолжая наращивать серию изученных пространственных единиц на той же, казалось бы, неизменной плоской поверхности, мы можем обнаружить некоторое изменение свойств почв или фитоценоза, причем одновременно обнаруживаем появление в окрестности прежнего размера эрозионных форм. Тогда, например, уменьшение оглеения почв можно объяснить снижением уровня грунтовых вод в связи с появлением латерального оттока грунтовых вод в эрозионную форму. Не исключено, что в плеяде при этом изменились не все ее члены, а лишь некоторые, или члены плеяды изменились в разной степени. Тогда встает вопрос о степени неопределенности классификационной принадлежности, которые тесно связаны с вопросом о дискретности/континуальности ландшафтной организации. Его можно решить несколькими статистическими способами, позволяющими построить картографическое изображение.

Во-первых, при классификации рельефа по морфометрическим характеристикам заданной окрестности легко рассчитать дистанцию каждой пространственной единицы от «центра класса», т.е. наиболее типичного его представителя, максимально отличного от других классов. Тогда отклонение почвенно-растительного покрова от монотонности интерпретируется как следствие не вполне типичных для данного класса характеристик рельефа. Во-вторых, можно применить не детерминистскую логику, описанную выше, а вероятностную: «При такой-то комбинации форм рельефа в данной окрестности наиболее *вероятен* такой-то класс свойств почвенно-растительного покрова (ПРП), чувствительных к данному масштабному уровню». Тогда средствами дискриминантного анализа мы задаем класс ПРП, наблюдаемый в каждой «точке» полевого описания как группирующую переменную («обучающая выборка»), а морфометрические характеристики рельефа окрестности – как зависимые переменные. Строятся серия карты

вероятности встречаемости каждого класса ПРП в каждой ОТЕ, карта наиболее вероятных классов ПРП. Расчет условных (постериорных) вероятностей применяется для определения степени соответствия совокупности свойств типичным значениям для дискретных классов другого компонента. Метод позволяет выделить геосистемы с высокой адаптацией одного компонента к другому и геосистемы в переходных, потенциально неустойчивых состояниях. Последние имеют свойства, характерные сразу для нескольких классов и могут быть смещены случайными воздействиями к более типичному для того или иного класса состоянию. Возможен и вариант равной вероятности нескольких устойчивых состояний. На основании вероятностей формирования каждого класса ПРП в каждой ОТЕ рассчитывается мера неопределенности классификационной принадлежности (НКП) по формуле Шеннона: $НКП = -\sum p_i \cdot \log(p_i)$, где p_i – вероятность принадлежности к классу. Выявляя по карте НКП ядра типичности (минимальная неопределенность) и оценивая ширину переходных полос, мы тем самым можем разделить резкие и постепенные границы. Между участками ландшафта, где почвенно-растительный покров строго адаптирован к морфолитогенной основе, могут встречаться широкие переходные полосы, в которых расширен диапазон возможных комбинаций свойств и большой вес приобретают узколокальные эффекты. Более детальные полевые исследования в широких переходных полосах позволят определить причины возможного сосуществования признаков нескольких классов геосистем, повысить корректность разграничения геосистем, определить тип экотона, распознать редкие и уникальные ландшафтные единицы. Последнее особенно важно при территориальном планировании и природоохранных мероприятиях.

8. *Вид межкомпонентных зависимостей может варьировать в пространстве. Могут быть установлены точные диапазоны ландшафтных условий, при которых группы свойств компонентов связаны по тому или иному правилу.* Речь идет о территориальных системах соседствующих ПТК, связанных единым типом межкомпонентных отношений. Такую систему можно представить как *геохору*, в которой действует единый процесс (например, движение грунтовых вод, рассеяние семян или поток вещества из пород в почвы), но с разной силой проявления в разных пространственных элементах. Границы между такими геохорами могут быть отнесены к категории «процессных» (по Н.Л. Беручашвили, 1990). Частным случаем может быть каскадная ландшафтно-геохимическая система, состоящая из контрастных элементарных ландшафтов, связанных нисходящим потоком вещества. Для выявления границ таких внутренне мозаичных геохор необходимо строго выявить набор ландшафтных условий, при которых существует статистически значимая связь. Например, на склоне с постепенно увеличивающейся вниз крутизной уровень грунтовых вод будет постепенно понижаться в том же направлении, а параллельно будет происходить вытеснение гигрофитов мезофитами или мезофитов – ксерофитами. При воздействии на один компонент (или его свойство) другие компоненты, входящие в описываемую достоверным уравнением плеяду, будут меняться сходным образом. При включении в выборку, для которой строится модель связей, пространственных единиц, не входящих в такую геосистему, качество модели ухудшается. Геохора, состоящая из компонентных систем, сохраняет целостность (понимаемую как тип связи) во времени. Ее внутренняя мозаичность может рассматриваться как модель разных временных стадий процесса (например, роста уровня грунтовых вод). Именно идентификация геохор такого рода создает возможность применения эргодического подхода для прогнозирования изменений ландшафта во времени. Поскольку связь можно выявить только на основании большого количества пространственных единиц, то параллельно мы выявляем ареал ОТЕ с единым видом зависимости между свойствами, одно из которых считается зависимым от свойств вмещающей геосистемы (например, уровень грунтовых вод), а другое – результатом адаптации к первому (например – соотношение ели и сосны). Частный случай задачи возникает при наличии двух массивов континуальных данных. Зависимой переменной является свойство растительного покрова, измеренное по космическому снимку в ОТЕ (продуктивность, влажность и т.п.), предикторами – морфометрические свойства

рельефа в некоторой окрестности ОТЕ. Расчет ведется для массива, включающего все ОТЕ внутри скользящего окна. Результат присваивается центральной ОТЕ окна.

Каждая ОТЕ характеризуется набором параметров модели (например, коэффициентов регрессионного уравнения и доли объясненной дисперсии). Классификация ОТЕ по параметрам модели позволяет выделить ареалы с разными видами зависимости между их собственными свойствами и свойствами вмещающей геосистемы. Подбирается такой размер скользящего окна, при котором коэффициент детерминации максимален. Таким способом устанавливается размер геохоры, в пределах которой свойства связаны по единому правилу и подчиняются единому процессу. Предлагаемый подход по смыслу близок к методу географически взвешенной регрессии, который может интерпретироваться как частный случай регрессионных моделей при предположении, что коэффициенты не являются постоянными в пространстве, а плавно изменяются по территории.

9. *Если доказана закономерная реакция свойств серии ОТЕ на пространственное варьирование эмерджентных эффектами взаимодействия ОТЕ, то можно разделить вклады саморазвития и вмещающих геосистем. Эффекты одновременного действия рамочных условий разноранговых вмещающих геосистем для большинства свойств ландшафта могут перекрывать по значимости рамочные условия вмещающих геосистем по отдельности. Эффекты совокупного воздействия групп компонентов могут перекрывать по значимости влияние компонентов по отдельности.* В качестве способа разделения вкладов детерминированных свойств и саморазвития предложен метод суперфакторов. Он предусматривает построение единого факторного пространства для объединенного массива данных о координатах ОТЕ на «осях» дифференциации компонентов и о свойствах рельефа разномасштабных вмещающих геосистем. Тогда методом главных компонент можно установить группы свойств, управляемые некоррелированными факторами. Выделяются взаимонезависимые суперфакторы – линейные комбинации переменных-осей, — которые делятся на три группы. Первая группа суперфакторов объединяется высокими факторными нагрузками для морфометрических характеристик рельефа вмещающих геосистем и некоторых почвенно-фитоценологических свойств ОТЕ. Тем самым описывается сопряженное варьирование свойств, контролируемых *межуровневыми связями, т.е. зависимых от свойств вмещающих геосистем* (рис. 1, В). Вторая группа суперфакторов имеет близкие к нулю факторные нагрузки для рельефа, но большие по модулю – для почвенно-фитоценологических свойств, то есть отражает *внутриуровневые межкомпонентные взаимодействия* (рис. 1, Б). Некоторые свойства компонентов могут иметь высокие нагрузки по двум группам суперфакторов, что отражает их участие в обоих типах взаимодействий. Третья группа описывает случайное варьирование свойств компонентов (рис. 1, А). Составляются серии моделей регрессии поверхности отклика по типу (1) для каждого свойства: $D_{nk} = \Phi(F_1, F_2, F_6, F_8)$, (2), где D_{nk} – значение свойства компонента n на оси k , $F_{1,2,6,8}$ – значения первой группы суперфакторов (номера условные), описывающих комбинированный эффект вмещающих геосистем. Аналогичная модель $D_{nk} = \Phi(F_3, F_4, F_5, F_7)$, (3), составляется для вклада второй группы суперфакторов, описывающих комбинированный эффект свойств других компонентов, независимых от рельефа вмещающих геосистем. Сравнение КД моделей (2) и (3) (при $p < 0,05$) позволяет получить ответ на следующий вопрос. Какая группа факторов вносит более значимый вклад в варьирование свойства: обусловленных морфолитогенными свойствами вмещающих геосистем или обусловленных межкомпонентными взаимодействиями независимо от вмещающих геосистем? КД модели (2) для конкретного свойства сравнивается с КД моделей (1б), описывающих зависимость свойства от рельефа вмещающих геосистем разного размера по отдельности. Если КД модели (2) больше, чем любой из КД моделей (1), то существует комбинированный эмерджентный эффект влияния вмещающих геосистем нескольких масштабных уровней. В ином случае подтверждается гипотеза о доминирующем влиянии вмещающей геосистемы только одного масштабного уровня. По аналогии, если КД модели (3) больше, чем любой из КД моделей (1а), то существует

комбинированный эмерджентный эффект нескольких компонентов на описываемое свойство. В ином случае подтверждается гипотеза о доминирующем влиянии какого-либо одного компонента на данное свойство. Таким образом, получив для каждого свойства оценку вкладов внутриуровневых и межуровневых связей в пространственное варьирование, мы можем для каждой разновидности парциальных геосистем принять принципиальное решение о необходимости (или отсутствии таковой) применять при картографировании сведения о размерах вмещающих геосистем. При высоком вкладе межуровневых связей с точки зрения ландшафтного планирования возникает необходимость уделять повышенное внимание удаленным эффектам: воздействию урочища на своих соседей, обратных воздействий соседних урочищ на объект планирования, эмерджентным эффектам взаимодействия соседствующих урочищ.

Мы приводили примеры ареалов единообразных типов межкомпонентных отношений в основном в системе «рельеф – почвы – грунтовые воды – растительный покров». Однако в еще большей степени предлагаемый подход применим к планировочной задаче оптимизации пространственной структуры ландшафта в тех случаях, когда ландшафтный покров может искусственно регулироваться для сохранения или развития той или иной хозяйственной или экологической ценности. Речь идет о намеренном изменении доли тех или иных угодий в ландшафте (степени лесистости, распаханности, запечатанности асфальтовыми покрытиями и т.п.), конфигурации, соседства угодий. Это может быть необходимо для регулирования жизнеспособности и миграционной способности популяций охраняемых или промысловых животных, эстетической ценности пейзажа для рекреации, микроклимата на полях, дачной застройки и многих других видов управления ландшафтом. Тогда в уравнениях связи в качестве зависимых переменных могут участвовать измеренные в ключевых точках количественные характеристики перечисленных индикаторов (численность популяций, посещаемость рекреантами, урожайность на полях и др.), а в качестве независимых — характеристики разнообразия, фрагментации, связности, соседства контрастных ландшафтных единиц. Если становится известен ареал, в пределах которого связь существует и однотипна, то при принятии планировочного решения легко прогнозировать, как изменится целевой показатель при том или ином намеренном изменении ландшафтного покрова в конкретном месте ландшафта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беручашвили Н.Л. (1990) Геофизика ландшафта. Высшая школа, 287 с.
2. Беручашвили Н.Л. Исаченко Г.А., Чистяков К.В. (1989) Ландшафт как реальность и объект профессионального исследования. Изв. Всес. геогр. о-ва, т. 121, вып. 3, с. 215–219
3. Боков В.А. (1990) Пространственно-временные основы геосистемных взаимодействий. Дисс. докт. геогр. наук. 406 с.
4. Гродзинский М.Д. (2014) Ландшафтная экология. Знания, 550 с.
5. Пузаченко Ю.Г. (2004) Математические методы в экологических и географических исследованиях. Академия, 416 с.
6. Солнцев В.Н. (1997) Структурное ландшафтоведение: основы концепции // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов. Тез. X ландшафтн. конф., с. 11–14
7. Хорошев А.В. (2016) Полимасштабная организация географического ландшафта. КМК, 416 с.
8. Turner M., Gardner R.H. (2015) Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process. Springer, 2015, 482 p.

ЛАНДШАФТНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТ

Кошевой В.А.

Кафедра физической географии и геоэкологии Московского государственного педагогического университета, Россия

e-mail: v_koshevoi@mail.ru

Интерес к болотам - этим природным комплексам с повышенным увлажнением застойного характера, проявляли и проявляют представители самых разных направлений науки. Не случайно поэтому, например, гидрологи считают болота водными объектами, геоботаники – участками суши, которые покрыты специфичной влаголюбивой растительностью, геологи и геоморфологи - частями литосферы, где идут процессы торфообразования и торфонакопления, а их поверхности присущи как вогнутые, так и выпуклые формы поверхности с особыми положительными и с отрицательными микроформами рельефа, почвоведы - объектами формирования и развития болотных почв.

Современное болотоведение, базирующееся на системном подходе при их познании, рассматривает болота как сложные и крайне специфичные природные комплексы. Поэтому, на наш взгляд, их неправомерно относить как к сугубоаквальным природным системам, так и причислять их только к территориальным, то есть к «сухопутным» природным объектам. Болота следует рассматривать как особые аква-территориальные, или другими словами, земноводные геосистемы, играющие важную роль в географической оболочке. Исходя из этого, изучать их следует методами комплексных физико-географических, или ландшафтных исследований.

Большой вклад в разработку и внедрение в практику ландшафтных исследований внёс Н.Л.Беручашвили.

В частности, им был предложен оригинальнейший подход к изучению геосистем – пространственно-временной анализ и синтез природных территориальных комплексов (ПТК). Он позволяет получать информацию потенциально возможных состояниях ПТК как в конкретный промежуток времени, так и в какие-либо иные временные отрезки.

Именно этот подход был впоследствии положен в основу самых различных ГИС, включая ГИС болотных ПТК, а также мониторинговых ландшафтных исследований, широко реализуемых в настоящее время.

Исследованием болот с ландшафтных позиций занимались многие болотоведы, например, Е.А.Галкина [3], С.Е.Тюремнов [10], М.С.Боч и В.В.Мазинг [2], В.Н.Кирюшкин [6], В.А.Шкаликов и К.В.Пашканг [11]. Научный интерес к этим сложным геосистемам имел свои взлёты и падения. Последний всплеск внимания к изучению болотных ландшафтов и их морфологической структуры приходится в России на период особенно активных мелиоративных работ в Нечерноземье в 80-е годы XX века.

Большинство ландшафтоведов, изучавших болота, основной единицей изучения и типологии принимают болотные ПТК ранга урочищ и составляющие их болотные фации. Базируясь на системном физико-географическом подходе изучения болот, нами были использованы как общепринятые методы ландшафтных исследований [1, 4, 5], так и гидрологические. Первые помогают охарактеризовать геоморфологическую специфику поверхности болота, почвенно-растительный покров, торфяную залежь, микроклиматические характеристики, генезис и морфологическую структуру сопредельных с болотом ПТК, динамически и функционально с ним связанных и оказывающих значительную роль на ход болотообразовательных процессов, вторые – выявить гидрологическую специфику болота – генезиса болотной котловины, её сточность, тип и источники водного питания.

Практическое использование этих методов при полевых исследованиях болотных природных комплексов было осуществлено в ходе подготовки кандидатской диссертации около 30 лет назад, когда подобные исследования всячески приветствовались и имели материальную поддержку в виде необходимого оборудования, научных стационаров и вполне приемлемого финансирования [7, 13].

На основе результатов полевых исследований болотных ПТК ранга фаций были охарактеризованы разные типы болотных урочищ, а использование фондовых материалов о более чем 1200 торфяниках Смоленщины, хранящихся в Москве и Смоленске, позволило разработать в соавторстве с проф. В.А.Шкаликовым, ландшафтную классификацию болотных ПТК на примере Смоленской области [12], которая впоследствии была уточнена автором [8].

Всего в физико-географических провинциях Валдайского и Московского оледенений рассматриваемой территории было выявлено 26 типов болотных урочищ, включая 16 типов, выявленных В.А.Шкаликовым в зоне валдайского оледенения Смоленщины. В названиях ландшафтных типов болот были вынесены характер стока, генезис болотной котловины и литогенная основа сопредельных с болотом территорий. К примеру, болотные урочища бессточных термокарстовых котловин моренных равнин, болотные урочища сточных ложин зандровых равнин, болотные урочища проточных старичных котловин пойм.

Каждый из 26 выявленных типов болотных ПТК характеризуется совокупностью таких свойств как характер состава прилегающих к болотам склонов, морфографические черты болотных котловин, донные отложения и подстилающие торф породы, форма поверхности, источники водно-минерального питания, болотные фитоценозы и почвы, подтип торфяной залежи, средняя и максимальная мощность торфа, ход развития болота.

Особый акцент в названиях болотных урочищ сделан на их гидро-геоморфологическую составляющую не случайно. Именно с рельефом болотной котловины связаны не только внешние признаки болотного ПТК – конфигурация, размеры и особенности распространения растительного покрова, но и характер водно-минерального питания, а, следовательно, ход развития болота, мощность и строение торфяной залежи. Необходимость учета литогенной основы сопредельных с болотом территорий обусловлена тем, что болото не существует изолированно от других ПТК, а тесно с ними связано. Неоспоримо то, что от особенностей рельефа сопредельных с болотом территорий, состава пород, их свойств зависит ход поступления вод на болото, их характеристики особенно на начальных фазах их развития.

Важным критерием при выделении типа болотных урочищ безусловно является также генезис болотной котловины. При этом ложа болот, близкие по своей форме и расположенные в одних и тех же геолого-геоморфологических условиях, могут иметь разный генезис. Например, в пределах пологоволнистых моренных равнин болотные урочища бессточных котловин формируются как в первичных западинах, образовавшихся в результате неравномерного отложения ледникового и водно-ледникового материала, так и в термокарстовых понижениях. В первом случае болотная котловина неглубокая, мощность торфа в ней редко превышает 2-3 м, а торф подстилается моренными суглинками или супесями. В другом случае котловина глубокая, мощность торфа в ней может достигать 6-8 м, а торф обычно подстилается сапропелями. Ложа болотных урочищ разного генезиса нередко сложены различными породами, имеют неодинаковые гидрологические условия, величину водосбора и т.д.

Ряд типов болот имеет четко выраженные внешние признаки, позволяющие легко идентифицировать их непосредственно на местности. Наиболее легко выделяются болотные урочища проточных водно-экзарационных ложбин, сточных и проточных логов моренных равнин, ряд пойменных болотных урочищ. Следует отметить, что в отдельных случаях даже после проведения полевых исследований точно определить генезис болотных котловин довольно сложно, так как процессы плоскостного смыва и суффозии порой затушевывают основной создавший их процесс. Большинство болотных урочищ встречаются изолированно, но

в Смоленской области они зачастую образуют сложные системы болотных урочищ, в которые входят разные типы этих ПТК.

Используя **концепцию Н.Л.Беручашвили о пространственно-временном подходе к ПТК**, нами при типологии болотных урочищ была учтена такая их характеристика как фаза современной стадии болотных комплексов - центрально-олиготрофная, периферически-олиготрофная, эвтрофная, мезотрофная. В свою очередь подход к болотам с позиций четырех измерений ландшафта может и должен служить основой при определении путей их рационального природопользования, а также созданию геоэкологической типологии болот. Такой подход позволит «произвести пространственно-временной анализ и синтез не только естественных, но и так называемых культурных ПТК и попытаться выделить состояния не только природных, но и природно-хозяйственных единиц»[1,с. 172]. К таковым единицам, безусловно, относятся и болота, на которых проводили или проводят осушительные и вторичные обводнительные мелиорации для самых разных видов хозяйственной деятельности, таких как сельскохозяйственное и лесное растениеводство, строительство зданий и коммуникаций, добыча торфа и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований. – М.: Изд-во МГУ, 1997. - 320 с.
2. Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. – Л.: Наука, 1979. – 188 с.
3. Галкина Е.А. Аэрометоды и их значение в развитии ландшафтного болотоведения / Докл. Комиссии аэрофотосъемки и фотограмметрии. Вып. 6. – Л.: Изд-во ЛГУ. – С.41-43.
4. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований. – М.: Мысль, 1996. – 208.
5. Жучкова В.К., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований. – М.: Академия, 2004. – 366 с.
6. Кирюшкин В.Н. Гидрогеологические факторы формирования болотных систем / Развитие и преобразование природной среды.– Л.: Изд-во ЛГУ. – С. 103-113.
7. Кошевой В.А., Шкаликов В.А. Особенности водного режима различных типов болотных природных комплексов / Закономерности развития ландшафтов: Межвуз. сб. науч. тр. – М.: Альфа, 1996. – С. 28-34.
8. Кошевой В.А. Ландшафтная типология болот Смоленской области / Природа и общество: в поисках гармонии: Сб. научных статей. – Смоленск: Универсум, 2015. – С. 86-95.
9. Кошевой В.А. Особенности водного режима разных типов болотных урочищ / Фундаментальные прикладные проблемы поверхностных вод суши: Материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. – Ульяновск: ФГБОУ ВПО «Ул.ГПУ им. И.Н.Ульянова», 2016. – С. 28-31.
10. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. – М.: Недра, 1977. – 488 с.
11. Шкаликов В.А. Ландшафтный метод классификации и районирования болот (на примере Смоленского Поозерья) // Изв. ВГО. – №4. – 1977. – С.53-62.
12. Шкаликов В.А., Кошевой В.А. Классификация болот Смоленской области / Динамика природных процессов и проблемы комплексного рационального использования естественных ресурсов Юго-Западного Нечерноземья. – Смоленск. – 1983. – С. 68-88.
13. Шкаликов В.А., Кошевой В.А. Основные особенности режима грунтовых вод различных типов болот Смоленской области / Проблемы природно-мелиоративного мониторинга СССР. – Смоленск. – 1991. – С. 45-47.

ЛАНДШАФТ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Паранина А.Н.

Факультет географии Российского гос. педагогического университета им. А.И. Герцена, Россия

e-mail: galina_paranina@mail.ru

LANDSCAPE AS OBJECT OF THE RESEARCH OF INFORMATIONAL PROCESSES

Paranina Alina

Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg, Russia

Abstract.

Value of information precipitantly grows in the modern society, but interferes with complete idea of informational processes lack of the universal definition of the concept "information", a dominance of researches of the quantitative party of informational processes and deficiency of knowledge of information in the nature. Artificiality of conceptual and mathematical models of informational processes is explained also by restrictions which are imposed by narrow specialization of the researcher and a condition of a laboratory experiment. The main problem of this scientific direction – a rupture of natural communications of the studied objects. In geographical researches of this problem does not arise since objects are natural systems, for example a landscape.

Researches of structure of a landscape give rich material about real, power and informational communications, their dynamics and continuous unity. The structure of a landscape is formed on crossing of the vertical and lateral streams representing links of local, regional and global circulations. It allows to consider not only intercommunications of elements of geosystems, but also the hierarchical relations. Definition of structure as existential organization of a landscape (according to A. G. Isachenko, 1991) actually coincides with definition of information as any inhomogeneity in distribution of substance and energy in a space-time (according to V. M. Glushkov, 1964), they are assumed as a basis researches.

Objects of our field researches are landscapes of the Northwest of ETR. The quantitative characteristics of geosystems of the southern taiga are received on a geographical hospital RGPU "Jhelezo" of A. I. Herzen. On the basis of collected actual data, materials of scientific publications and DDZZ the main manifestations of interrelation of a soil and vegetable cover and geological and geomorphological structure of the territory are defined. As criterion for evaluation of informational processes the main structure coefficients of vegetable weight and the common biodiversity are analysed.

On the example of the landscape catena of the Luga and Plussky lake and glacial landscape in article regularities of the organization and self-organization of geosystems are considered: 1. invariance of productional process, 2. organizing role of pro-accuracy; 3. possibilities of realization of design influence of a nadsistema. On the basis of the maximal indexes of biomass (and also a biodiversity, speed and the capacity of biological circulation) informational functions of geo-systems with a good pro-accuracy – slopes of the water partite plain and river valley (an optimum zone, design type of stability) are allocated. Low values of all indexes on the riding sfagnovy swamp (a zone of a pessimum, the destructive type of stability) are noted. On the washed-away coast and the drained sites of a bed of the river it is possible to investigate processes of a self-reproduction of geosystems.

Keywords: geosystem, structure, pro-accuracy, stability, information.

Введение

Локальные геосистемы ландшафта (ГС) представляют пример идеальной лаборатории исследования информационных процессов, т.к. объекты сохраняют свою живую сущность и связь с окружающим миром (это условие соответствует требованиям инфодинамики – одного из

современных научных направлений исследований информации). Потоки информации в ГС принято рассматривать в неразрывной связи с потоками вещества и энергии на основе применения стандартных физико-географических методов (в этом можно убедиться на примере работ в области геоботаники, геофизики и геохимии ландшафта).

Исследования ландшафтов Северо-Запада ЕТР в 1991-2005 гг. сформировали наши представления: 1. о структуре ГС, как устойчивом материальном выражении потока, процесса, функции, или реализованном информационном потенциале надсистемы; 2. о сохранении информации и основных способах сохранения; 3. об информации как организованном разнообразии систем и моделей. Такое рабочее определение информации объединяет информацию в природе и в знании (культуре), позволяет рассматривать информационные процессы в целостной системе «космос-ландшафт-человек» [5, 15, 16, 25].

1. Регион, объекты и методы исследований

Объекты наших полевых исследований – ландшафты Северо-Запада ЕТР. Количественные характеристики геосистем южной тайги в районе Среднего Полужья получены на географическом стационаре «Железо» РГПУ им. А.И. Герцена. Лужско-Плюсский озерно-ледниковый ландшафт характеризуется доминированием четвертичных отложений легкого механического состава. На песках зональные южно-таежные типы почв и растительности заменяются сосняками зеленомошными на подзолах альфегумусовых. В условиях гумидного климата и слабого дренажа плоской водораздельной поверхности развивается заболачивание. На склонах речных долин и в логах с проточным увлажнением формируются сложные и неморальные ельники (с участием широколиственных пород или только их спутников). В основу анализа информационных процессов в ГС положены результаты проведенных полевых исследований и такие базисные теоретические положения современной географии как: 1. учение о геосистемах В.Б. Сочавы; 2. закономерности организации и самоорганизации систем А.Д. Арманда [1]; 3. определение структуры ГС как ее пространственно-временной организации [10]; 4. концепция структуры почвенного покрова [8, 9, 21]; 5. положения о конструктивной роли надсистемы [6] и организующей роли потока [3]. В работе учитывался опыт различных географических стационаров, в том числе многоуровневый подход, разработанный под руководством проф. Н.Н. Беручашвили [2]. На основе собранных фактических данных, материалов научных публикаций и ДДЗЗ определены основные проявления взаимосвязи почвенно-растительного покрова и геолого-геоморфологического строения территории. В качестве критериев оценки информационных процессов проанализированы структурные показатели растительной массы и биоразнообразия.

2. Потенциал информационного моделирования локальных геосистем

Информационные ресурсы локальных ГС наиболее разнообразны и доступны, пространственно-временная динамика и значительный объем данных обеспечивает применение количественных методов, абсолютных и относительных оценок. Параметры ГС регистрируются на ключевых трансектах. В целом, их сложность определяют биота и почва – природные компоненты в большей степени организованные и способные к накоплению информации. Как известно, фоновые показатели определяются на автоморфных участках, однако наиболее высокие показатели плодородия почв, накопления биомассы и ее внутреннего разнообразия повсеместно отмечены на склонах, что позволяет предложить их в качестве эталона для определения информационного потенциала природных ГС территории [5].

2.1 Информация фаций ландшафта

Основной объект ландшафтных исследований – фация. Эта локальная ГС рассматривается как предельный уровень деления ландшафта по географическим критериям (положению в

географическом пространстве) и вещественно-энергетическая ячейка ландшафта, где протекают основные функциональные процессы, формирующие структуру ГС.

Функциональная структура фации определяется вертикальными (восходящими и нисходящими) потоками вещества, энергии и информации, составляющими локальные звенья теплооборота, влагооборота и малого биологического круговорота. Фации объединяются в урочища горизонтальными (субгоризонтальными, или латеральными, т.е. боковыми) потоками вещества, энергии и информации. Мозаики фаций, урочищ и типов местности дают представление о горизонтальной структуре и, в целом, – о морфологии ландшафта. Количественные и качественные параметры локальных ГС – основа для моделирования на локальном, региональном и глобальном уровне [4, 6, 7, 18]. Таким образом, ландшафтоведение позволяет увидеть в динамичной природе Земли не хаос, а организованную сложную структуру, т.е. порядок. Рассмотрим возможности исследований информации как организованного разнообразия ГС на примере Лужско-Плюсского озерно-ледникового ландшафта – в фациях хорошо дренированных (автоморфных и трансэлювиальных) местоложений и в фациях, занимающих элементы рельефа с трансаккумулятивными, полугидроморфными и гидроморфными условиями увлажнения. Для этого, в первую очередь, необходимо выявить факторы их изменчивости и устойчивости. Для характеристики пространственной изменчивости отдельных параметров функциональной структуры эффективны относительные показатели – например, процент от среднего значения для выбранной группы. Совмещение графиков, построенных по относительным величинам, позволяет проследить и сопоставить их динамику и соотношения в различных местоположениях. В Лужско-Плюсском озерно-ледниковом ландшафте факторы изменчивости ранжировались в следующем порядке: гравитационная экспозиция > биомасса > почвы > микроклимат [5, 12]. Гравитационная экспозиция – расположение по отношению к основному дренирующему потоку – реке Луге и различия уклонов поверхности (отражающих относительную высоту и крутизну элементов рельефа) обусловили различия в увлажнении и все, связанные с этим, особенности местоположений, и, в конечном счете, смену фаций. Свойства почв в большей мере зависели от состава растительных опавов, а микроклимат – от величины и структуры биомассы. При этом было выявлено, что общие запасы биомассы и структура растительной массы, т.е. её распределение по отдельным фракциям (ассимилирующей, скелетной и подземной частям) в сравниваемых геосистемах в общем близки.

Таблица 1.

Инвариантность продукционной структуры фаций Лужско-Плюсского озерно-ледникового ландшафта

№	Тип фитоценоза (с указанием геотопа)	Энерго- обеспеченность МДж/м ²	Запасы фитомассы т/га	Продукционная структура, %				Плодородие почв (гумус, %)
				стволы	ветви	листья (хвоя)	корни	
1	Ельник мертвопокровно-зеленомошный с сосной (водораздел, равнина)	950	146	63	11	5,5	20,5	0,3
2	Липняк широколиственный с сероольшаником (крутая верхняя часть склона восточной экспозиции)	960	170	68	10	6	16	Средние значения
3	Липняк снытьевый-широко-травный с подростом ели (подножье склона восточной экспозиции)	840	104	67	12	6	15	6,7-11,6
4	Ельник мертвопокровно-зеленомошный (склон южной экспозиции)	1060	223	68	12	6	14	1,8-6,0
5	Ельник мертвопокровно-кислично-зеленомошный (склон северной экспозиции)	940	164,9	68	12	6	14	1,8-6,0

Следовательно, в условиях хорошего дренажа, свойственного всем местоположениям долинного и придолинного склонового комплекса проявляется инвариантность продукционного процесса (табл. 1). В таблице представлены некоторые параметры типичных фаций, которые показывают направленность продукционного процесса ГС на достижение максимального эффекта, включая реализацию генетической программы доминантных биологических видов. Значительное *биологическое разнообразие* при этом выступает в роли приспособительной реакции геосистем *для достижения локальной устойчивости*. Направленность на достижение высокой биомассы объясняется функциональным значением – повышением устойчивости системы. При освоении пространства жизнь не только заполняет объем и приспособляется, но и преобразует его – творит более удобную для себя, насыщенную новыми элементами, среду. Эти новые элементы выполняют роль своеобразного буфера, поддерживающего гомеостаз системы в диапазоне значений, необходимом для существования. Так, «... самая главная, самая существенная направленность всякого почвообразовательного процесса – не отдавать, на сколько это возможно, элементы питания растений большому геологическому круговороту, а задерживать их в аккумулятивном, т.е. корне- и микрообитаемом горизонте, формы которого вырабатываются в соответствии с окружающими физико-географическими условиями, к которым приспособляются соответствующие формы биогеоценозов» [17]. Примером теоретической модели, описывающей это свойство ГС может служить понятие о буферных свойствах почв, как способности удерживать в коллоидной части, – так называемом почвенном поглощающем комплексе, – химические элементы, участвующие в поддержании рН, представляющие фонд микро- и макроэлементов минерального питания растений, в конечном итоге выполняют функцию поддержания плодородия.

2.2 Информация ландшафтной катены

Анализ ландшафтной катены ярко проявляет универсальную закономерность организации природы – изменчивость отдельных элементов системы (разнообразии), обеспечивает динамическое равновесие, т.е. устойчивость целого (сохранение). Или, иными словами, информация – основа устойчивости. Ландшафтная катена – закономерная последовательность фаций, или сопряженный ряд локальных геосистем, связанных между собой латеральными потоками. Исследования катены осуществляются на репрезентативной трансекте³, а модель представляется на гипсометрическом или обобщенном профиле. Исследования структуры ландшафтной катены позволяет рассмотреть весь спектр реализации географического потенциала через набор типичных ГС и роль отдельных природных процессов как факторов динамики. Рассмотрим *соотношение биомассы геосистем топологического уровня и энергии латеральных потоков* для хорошо и слабодренированных местоположений на двухфакторной концептуальной модели (рис. 1).

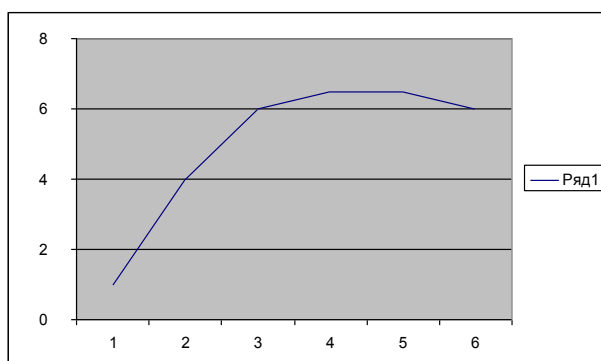


Рис. 1. Соотношение биомассы (по вертикальной оси) и степени дренированности (по горизонтальной оси) геосистем*

Биомасса (ось ординат) здесь служит показателем интенсивности малого биологического круговорота и отражает устойчивость локальных геосистем, а *латеральный поток* (ось абсцисс)

³ Трансекта закладывается с охватом наиболее типичных для ландшафта местоположений от уреза воды в реке (или другом водоеме) до наиболее высоких точек водораздела.

отражает степень дренированности в пределах ландшафтной катены. Латеральный поток, или сток, – в гидрологии признан интегральным фактором среды, отражающим своеобразие всех компонентов природы (по Муравейскому). В геохимии ландшафта характеристики стока – его скорость и направление позволяют рассматривать пути водной миграции химических элементов, связь между элементарными и геохимическими ландшафтами, включение их в систему глобального круговорота.

Анализ графика показывает, что биомасса, в обобщенной форме являются функцией скорости латерального потока, оба показателя снижаются по мере удаления от реки – основной дренирующей магистрали. При этом, очевидно влияние речного потока (как наиболее мощного канала вещества, энергии, информации) на сложность структуры исследованных геосистем и механизмы их устойчивости (табл. 2)

Таблица 2.

Типы устойчивости локальных геосистем				
Субгоризонтальная поверхность		Склоны		
Водораздельная равнина		Эрозионные		
		Придолинное расчленение	Речная долина	
Слабодренированные		Дренированные		
Болото сфагновое с сосной (1)	Сосняк сфагновый (2)	Сосняк зеленомошный (3)	Ельник зеленомошный (4)	Ельник сложный (5)
Деструктивный (пассивный)	Переходный тип устойчивости			Конструктивный (активный)

*Обозначения 1-5 на графике соответствуют номерам в таблице.

В условиях хорошего дренажа и близости коренных пород – на крутых склонах речной долины и постоянно проточных логов, – запасы биомассы и видовое разнообразие растительности достигают максимальных значений. Устойчивость латеральных потоков здесь обеспечивает не только сброс избытка воды, а вместе с ней – солей и кислот, снижающих плодородие почв, но и приток воды с водораздельной равнины, покрывающей дефицит влаги в отдельные сезоны и несущей дополнительные элементы минерального питания. Это способствует появлению широколиственных пород и их спутников, которых нет на водораздельной равнине, покрытой озерно-ледниковыми песками. При снижении проточности, – на склонах логов переменного увлажнения, тип леса сменяется с хвойно-широколиственного на хвойный и накопление биомассы замедляется. Восстановительная сукцессия ельников, например, включает промежуточное звено, когда устойчивость ГС временно поддерживается массой мелколиственных пород. Компенсаторное недостатку интенсивности биологического круговорота стабилизирующее действие оказывает мортмасса – лесная подстилка, медленное разложение которой делает её временным накопителем вещества и энергии, средой для организмов, защитой для склонов, экранирующей латеральные и вертикальные потоки. Предельно низкие значения емкости и скорости биологического круговорота отмечаются на верховом сфагновом болоте. Здесь функция стабилизации целиком переходит к растительному опаду – мертвой органике, которая накапливается благодаря сопротивлению к разложению. Живая часть здесь редуцирована до минимума, необходимого для ассимиляции и воспроизведения. Доминируют низшие растения.

Очевидно, что все ГС катены существуют, значит, устойчивы. Конструктивный тип устойчивости обеспечивается вариабельностью и скоростью восстановительных процессов, свойственным доминирующим здесь высшим растениям, он проявляется в условиях высокой проточности; пассивный тип устойчивости по механизму осуществления можно назвать деструктивным, поскольку он основан на мортмассе, накопленной в условиях низкой скорости всех процессов. Рассмотренная концептуальная модель раскрывает организованное разнообразие ландшафтной катены и подчеркивает проявление общих закономерностей: 1. влияние потоков

вещества, энергии, информации и, в целом, проточности геосистемы, на степень ее сложности и формы устойчивости; 2. проявление закона толерантности Шелфорда⁴ (наиболее очевидное при добавлении на график данных по молодым фациям поймы, или по подмываемым рекой склонам, т.е. существующим в условиях максимальной проточности); 3. применимость к ландшафтной катене понятия «норма реакции»⁵, разработанного в биологии; 4. значение динамики частей для устойчивости целого; 5. объективное отражение организованного разнообразия природных систем (информации природы) в моделях (знании), построенных на основе естественнонаучных концепций и методов. В этом контексте функции склонов речной долины, проявивших максимальное разнообразие в ландшафтной катене: 1. повышают устойчивость ландшафта (резервы биоразнообразия); 2. позволяют оценить биопотенциал (максимальное накопление биомассы); 3. уточнить этапы и направления эволюции ландшафта (память биоты, рельефа, почв). Выполнение информационных функций в природной и социальной системах позволяет рекомендовать их в качестве эталона при описании регионального потенциала.

2.3 Информация рисунка ландшафта

Наиболее перспективными в исследованиях ландшафтного рисунка являются методы математической морфологии ландшафта. Они позволяют получить новые универсальные закономерности, которые позволяют моделировать ГС и составлять прогнозы. Например, положения: «*поток организует пространство*» и «*инвариантность морфологического выражения динамики экзогенных процессов*». Инвариантность процессов проявляется, в частности, в том, что одна и та же формула описывает проявление термокарста и суффозии, – экзогенных форм имеющих различный генезис [3]. Известно, что вертикальное и горизонтальное направления потоков вещества и энергии в поле силы тяжести Земли создают разные формы симметрии объектов: первое - радиальные, второе - билатеральные формы [22]. Так, река с двух сторон окружена поймой, склонами долины, ГС водораздельной равнины. Следует отметить также силу тяжести, как фактора движения. На роль гравитации, как одного из основных факторов ландшафтогенеза, указывал Н.А. Солнцев («ряд Солнцева», – от «ведущих» компонентов к «ведомым», выстроен по степени убывания в них гравитационной связности) [19, 20]. Но эти идеи еще не получили должного развития [19]. Эндогенная энергия Земли посредством тектонических движений влияет на такие характеристики рельефа, как высота над уровнем моря, эрозионное расчленение территории, геологическое строение, сейсмичность, тектонические разломы и трещины. Планетарной трещиноватости посвящена серия работ [24, 11], в которых установлена связь разломов земной коры и трещиноватости осадочных толщ с природными компонентами и комплексами: линейной конфигурацией элементов рельефа (направления и изломы), ландшафта (цепочки и линейные границы естественных водоемов, болот, лесов). Разнообразные по внутреннему содержанию линейные структуры ландшафта получили название *линеаменты*.

Проявления радиальной симметрии геоморфологических элементов в связи с возрастом и активностью локальных тектонических структур Среднего Полужья отметил В.В. Ключкин, доцент кафедры физической географии РГПУ им. А.И. Герцена. При его участии в 1992-1997 гг. проведены наши исследования. Уровень проявления эндогенных процессов оценивался по соответствию линеаментов ландшафта основным направлениям трещиноватости коренных пород. Проведенные работы включали: характеристику высоты и уклона поверхности, измерение трещиноватости коренных пород на естественных геологических обнажениях в каньонообразных логах придолинного эрозионного расчленения р. Луга и в долине р. Ящера, а так же построение роз-диаграмм линеаментов по спектрально-аэрофотоснимкам крупного масштаба (1:15000).

Учет линеаментов различных направлений проводился по стандартной методике с интервалом 10° [23]. На радиусах диаграммы откладывалась встречаемость линеаментов каждого направления в их суммарной длине, количестве измеренных единиц и в процентах от общего

⁴ *толерантность* – диапазон совместимых с жизнью значений параметров среды.

⁵ *норма реакции* – способность генотипа к реализации в разных фенотипах по влиянием условий среды.

количества измерений. Совпадение полученных графиков подтвердило достоверность полученных результатов и позволило пользоваться одним, классическим, вариантом представления материала – диаграммой, построенной по количеству измерений на каждом направлении. Проявилась так же известная статистическая закономерность – чем больше объекты, тем их меньше (более протяженные линеаменты реже встречаются). Розы-диаграммы линеаментов Среднего Полужья показали преобладание диагональных и заметное участие ортогональных направлений, что совпадает с результатами, опубликованными для Северо-Запада России и Ленинградской области [11] и соответствует направлениям ротационно-обусловленной системы планетарной трещиноватости Земли. В качестве примера, рассмотрим схему распределения линеаментов по основным направлениям, полученную по 16 АФС для территории, прилегающей к геостанции «Железо» (рис. 2).

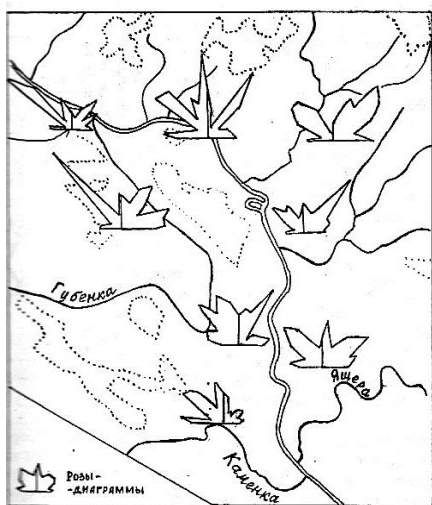


Рис. 2. Направления линеаментов в бассейне среднего течения р. Луги [13].

Для левобережной территории, наклоненной к СЗ, в направлениях природных границ геосистем разной дренированности и эрозионных комплексов выявлено преобладание СЗ 315°, реже СЗ 345°. В правобережной части, наклоненной к ЮЗ, возрастает роль СВ направлений, представленных такими элементами рельефа, как долины рек Кемки и Ифенки, тальвегами мелких рек и ручьев, границами лесных и болотных массивов. На фоне преобладающего направления СВ 35°- 45°, заметно выделяется СЗ 315°. На участках, пересекаемых рекой, преобладают ортогональные направления, близкие 0° и 270°. На участках водораздела разнообразие направлений заметно повышается: так, на междуречье Луги и Губенки, выделяются азимуты 300°, 325° и 345°. Полученные результаты согласуются с данными публикаций.

Для участка Среднего Полужья между реками Кемка и Лемовжа отмечена приуроченность разнопорядковых долин к диагональным сериям планетарной трещиноватости разных рангов, развитых в песчано-глинистых породах среднего девона, направлением 320-330°, 60-70° (рис. 3).

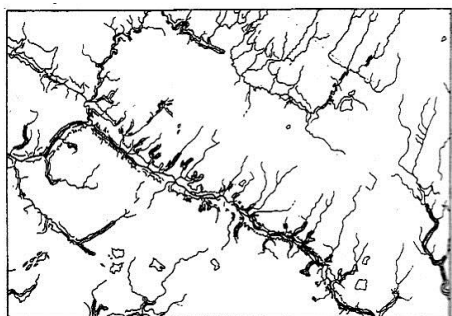


Рис. 3. Схема диагональной системы планетарных трещин, выраженная врезам в бассейне среднего течения р. Луги [11].

Наиболее крупные размеры планетарных отдельностей 9x10x16 км подразделяются на планетарные отдельности размером 4,5x5x8 км и далее. Ландшафтный рисунок, в связи с этим, имеет линейную, иногда ячеистую структуру – в мелком масштабе, и, в отдельных случаях, признаки радиальной симметрии. Характер проявления трещиноватости в рельефе: 1. прямое, непосредственное влияние на процессы формирования (склоны совпадают с плоскостями трещин); 2. косвенное, опосредованное влияние через активизацию экзогенных процессов в зонах ослабленного сопротивления пород по сериям трещин, маркируемое границами выделов почвенно-растительного покрова; 3. неустановленное, скрытое влияние трещин на ориентировку

склонов ледниково-аккумулятивных форм рельефа. Варианты соотношений трещиноватости с линеаментами ландшафтов: 1) полное совпадение; 2) отражение в линеаментах 1-2 направлений трещиноватости; 3) совпадение по направлению при количественных различиях [11]. Результаты наших измерений трещиноватости песчаников, образующих обширные обнажения на коренных склонах речной долины в нижнем течении Ящеры, отражает рис. 4 А.

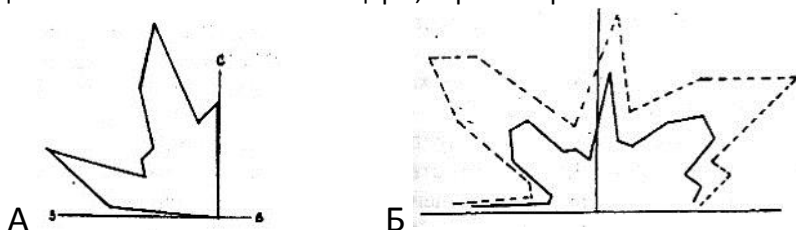


Рис. 4. А – основные направления трещиноватости пород в долине р. Ящера (слева)

Рис. 4. Б – диаграмма линеаментов того же участка, полученная по АФС масштаба 1:15000 (сплошная линия – количество, пунктир – общая протяженность линеаментов) [13]

Суммарные результаты замеров на участках долины с азимутами 305° и 355° показывают: характерное для СЗР преобладание СЗ направлений и системы нетипичных трещин 290°, 330-340° (единичные измерения в диапазоне 50-60° на графике не представлены). Причиной проявления системы нетипичных трещин в нижнем течении р. Ящеры, возможно, является локальная тектоническая структура – Толмачевский выступ фундамента Русской платформы. Активные восходящие движения сформировали каньонообразную долину, с врезанными в неё меандрами, обусловили смыв девонских отложений и обнажение пород ордовикского возраста. Диаграммы преобладающих ландшафтных направлений (рис. 4Б) не совпадают с измеренной трещиноватостью. Пики диаграмм располагаются как бы «в противофазе»: депрессии трещиноватости 315° соответствуют пики суммарной длины и количества линеаментов, и, наоборот, два пика трещиноватости 390° и 340° почти не имеют отражения в рисунке ландшафта. В этом проявляется относительная самостоятельность системы ландшафта, которая в рисунке речной долины отражает интенсивное локальное поднятие, но не откликнулось на появление новой системы трещин – общий план рисунка ландшафта сохраняет соответствие более продолжительными и масштабными процессами.

Пример разнообразия реального воплощения в рисунке ландшафта одной тектонической структуры представляет линеамент, пересекающий левобережную часть бассейна реки Луги: на одну линию здесь ложится серия крупных болот – Лосиный мох, Сыренский мох, Анисимов мох, участки берегов рек и озер. Структура, отраженная в линейных границах перечисленных природных комплексов, представляет собой тектонический сброс, достоверно прослеживающийся по данным бурения в палеозойских отложениях в направлении 330° вдоль долины реки Луги (протяженность 50 км, максимальное поднятие СВ крыла около 15 км, в ЮВ направлении амплитуда нарушения постепенно затухает). В целом, сопоставление диаграмм показывает (рис. 2), что в каждой точке пространства агентами денудации раскрыты лишь избранные системы трещин. Экзогенные процессы (выветривание, эрозия, денудация и др.) выделяют эти направления благодаря повышенной дезинтеграции и подвижности материала в направлении общего уклона поверхности, при условии действия гравигенных потоков (под действием силы тяжести). Таким образом, рисунок ландшафта показывает отражение потенциальной информации надсистем в реальном разнообразии существующих форм через соотношение разномасштабных процессов: 1. возможные направления линеаментов формирует планетарно-космическая система (ротация, планетарная система трещин); 2. степень их выявления задает региональная надсистема (эндогенная энергия, наклон разных частей водораздела, локальные тектонические нарушения); 3. реальное воплощение «здесь и сейчас» определяют экзогенная энергия и живое вещество

(климатические, гидрологические и рельефообразующие факторы и почвенно-растительные условия).

3. Информация в географическом пространстве

Определение информации как организованного разнообразия систем и моделей воспринимается по-разному специалистами естественнонаучного и гуманитарного профиля. Если первые могут легко наполнить такое определение знаниями общих и частных закономерностей структуры и функционирования географической оболочки Земли, то последние, не находя в гуманитарной области знаний достаточной опоры, отрицают порядок природы и настаивают на противопоставлении «хаос природы – общественный порядок». Попробуем сконструировать простую модель, раскрывающую неслучайный характер распределения информации в географическом пространстве. Для этого рассмотрим только два фактора – распределение солнечной энергии и рельеф. Наиболее очевидной является связь «энергия – информация», которая не требует обсуждения. В географии солнечной энергии отводится до 99% всех процессов на поверхности Земли, а информационные функции рельефа определяются его влиянием на потоки вещества и энергии. В первом приближении можно выделить три основных уровня такого воздействия (глобальный, региональный и локальный) и рассмотреть, как неровности земной поверхности разного масштаба влияют на перераспределение потока солнечной энергии. Глобальный рельеф – впадины океанов и материков определяют их широтное расположение и все различия, связанные с приходом солнечной энергии на шарообразную поверхность. Рельеф равнин и гор формирует два типа зональности – широтную и высотную. Топография рельефа определяет разнообразие геотопов (местоположений) с различиями гравитационной, ветровой и инсоляционной экспозиций. Как видим, от уровня к уровню *разнообразие элементов рельефа повышается закономерно*, аналогично растет ассортимент направлений. Таким образом, *рельеф Земли многократно преломляет поток солнечной энергии, увеличивая тем самым информационный потенциал исходного однородного потока*. На первый взгляд любое изобилие информации может показаться хаосом (действительно, для ориентирования в пространстве-времени динамичный ландшафт – ненадежная опора), но для устойчивости ГС (динамического равновесия), разнообразие – главная основа.

Выводы

Структура ландшафта представляет реальные информационные ресурсы для моделирования организованного разнообразия в природе. В целом проявляются следующие закономерности: 1. конструктивная, управляющая роль надсистем, задающих диапазон возможностей географических процессов; 2. многогранное проявление силы тяжести (прямое – через гравитационные потоки, косвенное – через устойчивость объектов с большей массой); 3. активная роль локальных ГС, реализующих региональный потенциал в реальном пространстве-времени. Исследования организованного разнообразия в географическом, геокультурном и информационном пространствах показывают, что универсальной причиной движения выступает разница потенциалов, алгоритм структурных преобразований описывает концептуальная формула «поток организует пространство», а устойчивость определяется проточностью (открытостью) географических систем и их моделей.

В результате исследований информации природных, природно-культурных и искусственных систем, разработан теоретический аппарат, применимый к любой части географического пространства. Для анализа устойчивых информационных связей, имеющих сходный характер проявления в географической оболочке, ее подсистемах и моделях, предложено *определение информации как организованного разнообразия природных, природно-социальных и знаковых систем*. Такой подход характеризуют: 1. представление об информационных процессах как отражении разнообразия при взаимодействии; 2. признание недетерминированности информационного взаимодействия, т.к. воздействие и отклик не всегда совпадают в пространстве-

времени; 3. понимание принципа «конструктивной роли надсистемы» как соотношения потенциальной и реальной информации.

Литература

- [1] Арманд А.Д. (1988). Самоорганизация и саморегулирование географических систем. Москва, Наука, 261с.
- [2] Беручашвили Н.Л. (1986). Четыре измерения ландшафта. Москва, Мысль, 182 с.
- [3] Викторов А.С. (2006). Основные проблемы математической морфологии ландшафта. Москва, Наука, 252с.
- [4] Геоинформатика: Учеб. для студ. вузов (2005). Под ред. В.С. Тикунова. Москва, ИЦ Академия, 480 с.
- [5] Гостилова Г.Н. (1995). Эколого-географическая оценка склоновых геосистем в средней части бассейна р. Луги. Дисс. на соиск. уч. степ. к. г. н. Санкт-Петербург.
- [6] Дьяконов, К.Н. (2007). Закон количественной компенсации в функциях биосферы А.Л. Чижевского – «сквозной» закон географии (проблема пространства-времени в физической географии). Развитие идей А.Л. Чижевского в науках о жизни, обществе и Земле. Материалы чтений памяти А.Л. Чижевского (к 40-летию со дня смерти ученого). Москва, Гелиос, С. 7-14.
- [7] Жучкова В.К., Э.М. Раковская (2004). Методы комплексных физико-географических исследований. Москва, ИЦ Академия, 367 с.
- [8] Игнатенко И.В., С.Ф. Сушков, Б.Е. Градин, А.И. Жиров (1994). Полевая практика по географии почв. Методическая разработка. Санкт-Петербург. 74 с.
- [9] Игнатенко И.В., Г.Н. Гостилова (2000). Псевдоморфозы в подзолах и дерново-подзолистых Al-Fe-гумусовых почвах Северо-Запада России и Южной Польши. Изв. РГО. Т. 132, Вып. 6, С. 51-52.
- [10] Исаченко А.Г. (1991). Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. Москва, Высшая школа. 366 с.
- [11] Можяев Б.Н. (1973). Новейшая тектоника Северо-Запада Русской равнины. Москва -Ленинград, Недра,231
- [12] Паранина Г.Н. (2001). Основные факторы изменчивости склоновых геосистем в топологическом пространстве. География и смежные науки. VIII Герценовские чтения (Мат. межвуз. Конф. 26-27 апреля 2000 г.) Санкт-Петербург, Изд-во РГО, С. 13-15.
- [13] Паранина Г.Н. (2005). Отражение планетарной трещиноватости в рисунке ландшафтов среднего течения реки Луги. Герценовские чтения. Факультет географии (Краткое содержание докладов). Санкт-Петербург, Тесса, С. 38-42.
- [14] Паранина Г.Н. (2005). Географические аспекты в изучении информационных процессов // Региональные и отраслевые географические исследования. Санкт-Петербург, Изд-во РГО. С. 62-65.
- [15] Паранина Г.Н. (2015). Информация, как организованное разнообразие географических систем и моделей. Общество. Среда. Развитие. №3, 2015. С.159-164.
- [16] Паранина А.Н. (2016). Информация в географическом пространстве. География: развитие науки и образования. Часть I. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции LXIX Герценовские чтения, посвященной 115-летию со дня рождения Станислава Викентьевича Калесника, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 21-23 апреля 2016 года / Отв. ред. В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2016. –С. 63-73
- [17] Пономарева В.В. (1964). Теория подзолообразовательного процесса. Биохимические аспекты. Москва, Наука, 1964. 381 с.
- [18] Перельман А.И. (1975). Геохимия ландшафта. Москва, Высшая школа, 341 с.
- [19] Солнцев В.Н. (2013). О гравитационной парадигме ландшафтоведения. С. 155-170// Ландшафтный сборник (Развитие идей Н.А. Солнцева в современном ландшафтоведении). Под ред. д.г.н. И.И. Мамай. Москва- Смоленск, Ойкумена, 330 с.
- [20] Солнцев Н.А. (2001). Учение о ландшафте: Избранные труды. Москва, МГУ, 384 с.
- [21] Фридланд, В.М. (1972). Структура почвенного покрова. Москва, Мысль, 1972. 234 с.
- [22] Шафрановский И.И. (1985), Симметрия в природе. Ленинград, Недра, с. 168.
- [23] Шульц С.С. (1977). Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов. Ленинград, ЛГУ, 225 с.
- [24] Шульц С.С. (1979). Тектоника земной коры (на основе анализа новейших движений). Ленинград, Недра, с. 272.
- [25] Paraniina A.N., R. Paraniin (2016). Information as Organized Diversity. The 4 International Geography Symposium 23-26 May 2016. Kemer-Antalia-Turkey. Buok of Proceedings. Ed. Recep Efe. P. 730-740

СОХРАНЕНИЕ ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РОССИЙСКОГО ПРИАМУРЬЯ

Климина Е.М. *, Остроухов А.В.

*Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения
Российской академии наук, Россия*

** e-mail: kliminaem@bk.ru*

PRESERVATION OF LANDSCAPE DIVERSITY IN ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL INVESTIGATIONS OF RUSSIAN AMUR REGION

Klimina E.M. *, Ostroukhov A.V.

Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

** e-mail: kliminaem@bk.ru*

Resume

Preservation of landscape diversity (LD) of territories is one of the goals of the territorial policy in economically developed regions and countries of the world, which is implemented through landscape planning. In Khabarovsk Territory approaches to assessing landscape diversity are considered in several aspects. As one of the regional environmental indicators of sustainable development; As a condition and justification for the conservation of ecologically significant geosystems in the system of SPNAs, the ecological framework of the territory (key landscape areas); For the purposes of landscape-ecological zoning of specific territories in the implementation of spatial planning optimizing specific tasks; From the standpoint of developing the theoretical foundations and applied aspects of the application of multispectral remote sensing data for the analysis of the ecological state and trends in the evolution of the natural complexes in the Khabarovsk Territory and the Far East.

These tasks are solved on the basis of the created series of different-scale inventory landscape maps. Geosystem mapping is realized in the geoinformation environment on the basis of a comprehensive analysis of available materials, remote sensing data of the Earth and digital terrain models. To date, landscape maps of large natural geosystems of Amur region have been performed on an average scale. Large-scale landscape mapping covers the territories of specially protected natural areas, suburban zones of large cities, for which schemes of ecological and functional zoning have been created. The obtained materials give an idea of the current state of geosystems, spatial changes in the distribution and correlation of disturbed and undisturbed lands in the Amur region.

For a qualitative solution of the problem of conservation of the LD, the ecological planning of the territory is necessary. Ecological planning should be based on the results of the state assessment, representation and resource-ecological significance of geosystems as a component of the state environmental policy implemented in appropriate programs at all levels of territorial management on a single methodological basis.

Сохранение ландшафтного разнообразия (ЛР) является одной из целей территориальной политики экономически развитых регионов и стран мира, осуществляемой и реализуемой с помощью ландшафтного планирования. Однако эта проблема также актуальна для стран и регионов (к их числу относится также и Российский Дальний Восток), сохранивших значительные площади ненарушенных геосистем. Применение ландшафтного подхода в рамках проведения эколого-географических исследований на региональном и локальном уровне позволяет увидеть динамику пространственных трансформаций и функционирования геосистем, выработать оптимальные стратегии землепользования.

В данной работе рассмотрены некоторые аспекты исследования ландшафтного разнообразия, основанные на выявлении особенностей размещения разнотипных ландшафтных структур в региональной и внутриландшафтной иерархии геосистем, качественной и количественной оценки множества их состояний, связанных с пространственно-временной динамикой природных и антропогенных процессов. В ландшафтоведении разными авторами ЛР рассматривается как частный случай георазнообразия, разнообразие природных комплексов, сочетание пространственных мозаик в пределах какого-либо региона, разнообразие иерархической организации природных систем [1, 3, 5, 10-12 и др.]. В ландшафтной экологии – как условие сохранения биоразнообразия [2, 4, 8, 13]

Для изучения ЛР в Хабаровском крае в качестве объектов исследований были выбраны такие крупные природные объекты как Северный Сихотэ-Алинь, Среднеамурская низменность, бассейн р. Амгунь – крупнейшего притока Нижнего Амура (рис. 1). Начиная с 2002 г., в этой части Нижнего Приамурья проводятся полевые ландшафтные исследования для решения ряда научно-практических задач на основе применения традиционных ландшафтных и геоинформационных методов.

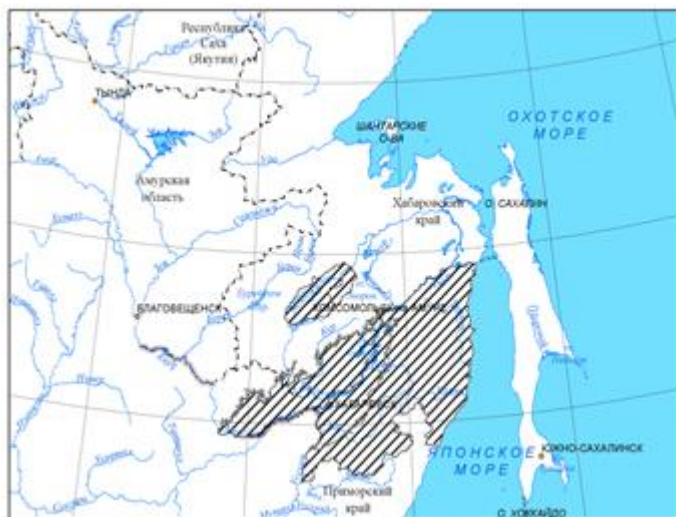


Рис. 1. Районы исследований на территории Хабаровского края

В контексте современных исследований геосистем Хабаровского края, ЛР рассматривается, прежде всего, с позиций анализа его пространственной структуры, степени антропогенных преобразований, что связано с весьма слабой изученностью ландшафтной структуры территории, незавершенностью процесса формирования единой ландшафтно-инвентаризационной базы края. Ниже рассмотрены основные направления эколого-географических исследований в крае, в рамках которых рассматриваются различные аспекты анализа ЛР, и полученные результаты.

1). *Систематизация ландшафтной структуры территории.* Это направление исследований связано с формированием системы разномасштабных ландшафтных карт на базе единой классификации геосистем.

На основе применения современных методов дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли, имеющихся картографических материалов, была разработана ландшафтная карта Северного Сихотэ-Алиня в масштабе 1: 250 000, фрагмент которой представлен на рис. 2 [7]. Основные оперативные единицы – тип местности и тип урочища. Корреляция границ ландшафтных выделов проводилась с учетом изменения реальной ситуации, связанной с антропогенным воздействием (рубки и лесные пожары) на основе анализа космоснимков разных лет (с 1975 по 2015 гг.), верификации данных в полевых условиях. Аналогичные работы ведутся и на других вышеперечисленных природных объектах. Таким образом, среднемасштабным

ландшафтно-типологическим картированием охвачено Нижнее Приамурье, южная часть Хабаровского края.

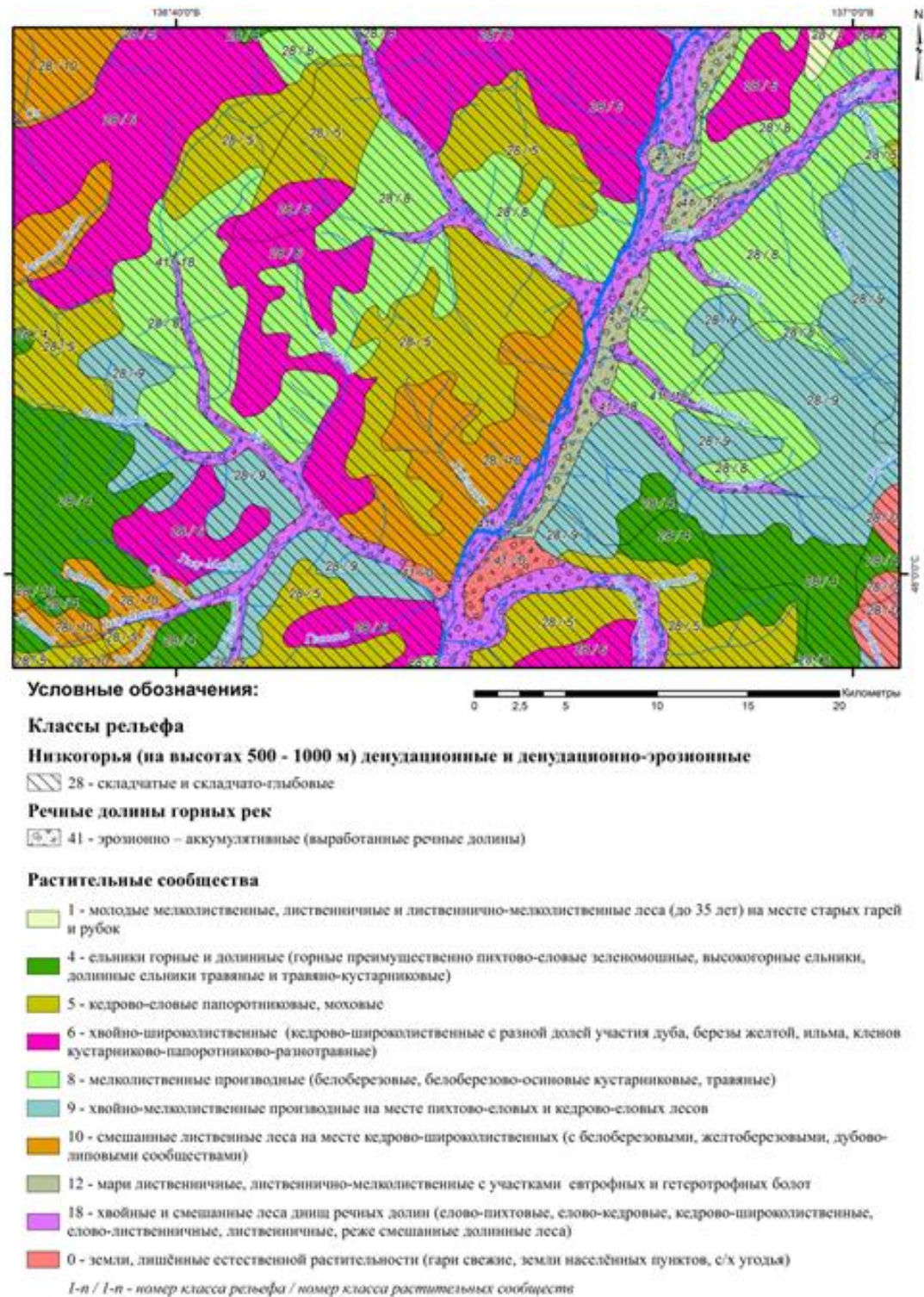


Рис. 2. Фрагмент ландшафтной карты Северного Сихотэ-Алиня

2) Разработка региональных экологических критериев устойчивого развития.

Включение критерия «сохранение ЛР» в число региональных экологических критериев

устойчивого развития обеспечивает учет максимального объема пространственной информации наряду с ведомственной для выявления динамики площадей ненарушенных территорий (рис. 3). В систему базовых/ ключевых экологических индикаторов, предложенной для России, включены преимущественно покомпонентные характеристики состояния геосистем на единицу ВВП (для страны) или ВРП, выявляя тенденции образования и воздействия загрязняющих веществ. Для отражения пространственных изменений предложены индикаторы: площади ООПТ и ненарушенные хозяйственной деятельностью территории. Из них только изменения площадей ООПТ отражается в ежегодной региональной и национальной статистике. Выявление площади ненарушенных территорий возможно через показатели, применяемые в анализе ЛР: через общую структуру геосистем выявить представленность геосистем в ландшафтной иерархии региона, страны, а также соотношение нарушенных и ненарушенных геосистем.

Обоснование текущего состояния геосистем реализуется в разрабатываемой системе данных, включающих подсистемы: «природный потенциал геосистем» и «экологическое состояние геосистем» [6].



Рис. 3. Сохранение ландшафтного разнообразия в системе экологических индикаторов устойчивого развития

В отличие от западных регионов России, сопоставление площади ненарушенных и нарушенных геосистем в Хабаровском крае свидетельствует о сохранении значительных массивов нетронутых или слабо затронутых хозяйственной деятельностью земель. Так, доля условно природных геосистем Среднеамурской низменности достигает 90 % (преимущественно ландшафты болот и заболоченных земель), северного Сихотэ-Алиня – 45,3 %.

Для выявления пространственного рисунка геосистем Нижнего Приамурья проанализировано их распределение по физико-географическим провинциям и муниципальным районам, динамика антропогенной нарушенности за последние 30 лет и тренды смещения площадей ненарушенных геосистем. Основные тенденции: увеличение фрагментарности и мозаичности; ухудшение качественного состава лесной растительности. Так, при исследовании типичных для северного Сихотэ-Алиня темнохвойных южнотаежных формаций выявлено наличие

всего лишь двух крупных елово-пихтовых массивов площадью более 500 км² (соответствуя критерию ненарушенности лесных земель), одного массива хвойно-широколиственного леса площадью 240 км². Количество показателей мелкоконтурности выделов возросло. Например, в 1990 г. количество выделов с площадью менее 50 км² составляло 301, в 2011 г. – 353. Анализ 35-летних изменений выявил смещение массивов сохранившихся пихтово-еловых лесов и ельников на большие высоты и в сторону склонов северной экспозиции.

Устойчивой тенденцией последних лет стало усиление нагрузки на территории, входящие в зоны интенсивного хозяйственного освоения. Это незначительные по площади линейно-узловые структуры со сложившейся инфраструктурой (вдоль транспортных магистралей, рек Амур и Уссури в южной части Приамурья). Речь идет, например, о пригородной зоне Хабаровска и без того испытывающей дефицит пригодных для освоения земель.

3) Формирование экологического каркаса территории, оптимизация пространственной структуры ООПТ. Это направление ландшафтных исследований развивается для решения задач сохранения ландшафтного и биологического разнообразия посредством выделения и обоснования «ключевых ландшафтных территорий».

В настоящее время основная форма сохранения объектов природного наследия – это создание сети ООПТ, которая, по мнению многих исследователей, не отражает всех ценностных характеристик. Поэтому одной из решаемых в настоящее время задач является выявление степени ландшафтной репрезентативности сети ООПТ, отдельных охраняемых территорий Хабаровского края. Такая работа выполнена для Северного Сихотэ-Алиня. Было установлено, что, несмотря на полный спектр ООПТ, занимающих 12,7 % этой территории, их размещение не охватывает все физико-географические районы. Коренные сообщества в общей площади составляют около 56 % их площади.

4) Для реализации конкретных задач оптимизации территориального планирования.

Функциональное зонирование – составная часть территориального планирования, обеспечивающая наиболее оптимальное использование и сохранение ЛР. Для снижения экологических рисков и угроз, связанных с современными тенденциями экономического развития территорий опережающего развития (ТОР), важным направлением исследований является разработка схем эколого-функционального зонирования геосистем и выявления их эколого-функциональной значимости. Масштаб выполняемых исследований связан с оценкой типов и видов урочищ (локальный уровень).

На примере пригородной зоны г. Комсомольска-на-Амуре как одной из площадки ТОР создана серия карт (экологических функций геосистем и их сочетаний, ландшафтно-экологических зон). Выявлены площади геосистем разной функциональной значимости в пределах пригородной зоны, их доля в системе экологически значимых ландшафтов. Сюда, в частности, отнесены массивы кедрово-широколиственных лесов на северном пределе распространения и типичных темнохвойных (10,3 %), геосистем с редкими видами растений (1,2 %), эрозионно-стабилизирующие регионального и локального уровня значимости водоразделов р. Амур и малых рек (10,7 и 4,2 % соответственно), водоохраных регионального и локального уровней (66,4 и 1,8 %) и т.д. По выявленным сочетаниям экологических и социально-экономических функций (существующих и перспективных) в пределах пригородных территорий выделены 3 ландшафтно-экологические зоны.

5) Формирование информационно-картографической базы данных "Геосистемы Хабаровского края" рассматривается как основа ландшафтного картографирования. Ее развитие связано с разработкой теоретических и прикладных аспектов применения разновременных мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли.

Появление новых методов географических исследований, повышение требований к точности и оперативности обновления картографической информации обуславливают необходимость использования данных дистанционного зондирования земли при составлении

карт. В ходе реализации различных проектов для территории Хабаровского края и Дальнего Востока был накоплен опыт комплексной обработки и интерпретации разновременных мультиспектральных спутниковых данных с целого ряда ИСЗ среднего (Landsat 5, 8, Aster, Sentinel 2) и высокого (QuickBird, GeoEye) пространственного разрешения. Применение ДДЗЗ в совокупности с ЦМР и их производными (карт кривизны, уклонов, перепадов высот и др.) на основе данных SRTM 4.1, AserDEM, AlosDEM и имеющимися опубликованными материалами позволяет получать актуальные картографические данные в масштабном ряду 1:25 000 1:500 000, являющиеся основой для разработки ландшафтно-инвентаризационных карт.

Применение разносезонных данных спутниковых наблюдений с различным пространственным разрешением способствует решению проблемы интерпретации и классификации снимков в условиях высокой контрастности и мозаичности пространственной структуры геосистем, характерных для Дальнего Востока. В их числе классификация растительного покрова территории с учетом неоднородности фенологических циклов, уточнение границ ландшафтных выделов и антропогенно преобразованных земель.

Классификация и интерпретация ДДЗЗ требует значительного количества эталонных точек спектральной привязки для достоверной дешифровки снимков. Для этого, с 2006 года в ходе полевых работ начато формирование базы данных эталонных описаний природных комплексов с указанием пространственной привязки, характеризующей крупные природные комплексы в пределах Хабаровского края и ЕАО. К настоящему времени она содержит как ключевые участки с полными описаниями, так и верификационные точки. Структура атрибутивной информации базы данных соответствует структуре комплексного описания природно-территориальных комплексов [9]. В настоящее время для территории Хабаровского края и его отдельных районов в программной среде ArcGIS 10.1 формируется постоянно пополняемая комплексная информационно-картографическая база данных, содержащая весь спектр доступных материалов: ЦМР, ДДЗЗ, топографические и тематические карты, точки эталонных описаний, что позволяет адекватно отражать специфику и состояние территории при создании разномасштабных картографических материалов. Современные ГИС-системы наряду с возможностями создания и представления картографических данных имеют обширный инструментарий по их комплексному пространственному анализу. Применение функций зональной статистики, гистограмм распределения, пространственной корреляции в модулях 3D и Spatial Analyst программы ArcMAP 10.1 дало возможность получить различные морфометрические характеристики геосистем, выявить закономерности пространственного распределения и связь с теми или иными переменными. Примером таких работ для территории края служат выполненный анализ динамики нарушенности россыпной золотодобычей геосистем, степени трансформации территории Среднеамурской низменности на основе спутниковых данных, взаимосвязи генетических типов рельефа и растительного покрова Среднеамурской низменности, оценка антропогенной динамики темнохвойных лесов Северного Сихотэ-Алиня на основе данных дистанционного зондирования земли.

Таким образом, проводимые на территории Нижнего Приамурья эколого-географические исследования способствуют решению проблемы сохранения ландшафтного разнообразия посредством включения в состав региональных экологических индикаторов устойчивого развития, выявления ключевых ландшафтных территорий и оптимизации сети ООПТ. Однако пока в долгосрочных экологических программах развития региона они не находят отражение, несмотря на усиление воздействия на природные геосистемы в связи с активизацией экономической деятельности на Дальнем Востоке России. Формирование единой для края ландшафтно-картографической базы данных позволяет оперативно представлять и оценивать реальное состояние геосистем для решения задач различного пространственного разрешения.

Сохранение ЛР рассматривается как задача региональной экологической политики. Поэтому результаты оценки состояния, представленности и ресурсно-экологической значимости

геосистем должны быть реализованы на всех уровнях территориального управления и выполняться на единой методологической основе.

Работа выполнена при поддержке проекта АААА-А17-117030310298-1 и АААА-А17-117030310301-8 Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток», .

References

1. Beruchashvili N. L., Gordeziani T.P., Dzhamaspashvili N.Sh., Maglakelidze R.V., Nikolaishvili D.A. Four dimensions of the landscape. Twenty years later. Moscow: Alex, 2006, pp. 52-61. (In Russ.)
2. Forman R.T.T. , Gordon M. Landscape ecology. New York: John Wiley & Sons. 2006. 437 p.
3. Ivanov A.N., Konchits A. M.V. A having landscape variety of Russia in network of Spetial Protected National Areas. In Samarskaja Luka: problemy regional'noj i global'noj jekologii. [Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology], 2009, vol.18, no 2, pp. 5–10. (In Russ.).
4. Jaeger J.A.G. Landscape division, splitting index and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation // Landscape Ecology. 2000. Vol. 15. P. 115–130.
5. Khoroshev A.V. Multipl organization of geographical landscape. Moscow: KMK Scientific press. 2016. 416 p. (In Russ.)
6. Klimina E., Mirzechanova Z. Developing the system of regional indices of landscape diversity for poorly developed territories // Geography and Natural Resources, 2014, Vol. 35, No. 1. P. 148–154.
7. Klimina E.M., Ostroukhov A.V. Specifics of creating a landscape map of the Northern Sikhote-Alin (Khabarovskiy krai) // Vestnik DVO. 2016. No 6. P. 78-85. (In Russ.)
8. Loehle C., Wein G. Landscape habitat diversity: a multiscale information theory approach // Ecological Modelling, 1994. Vol. 73. P. 311–329.
9. Miller G. P. Landscape studies of mountain and piedmont areas, 1974. 202 p. (In Russ.)
10. Nicolaev V.A. Problems of the regional landscape. Moscow: МГУ, 1979. – 160 с. (In Russ.)
11. Puzachenko Ju.G., D'jakonov K.N., Aleshhenko G.M. Landscape diversity and methods for its measurement // Geografija i monitoring bioraznoobrazija [Geography and biodiversity monitoring]. Moscow: MSU, 2002. P. 143–302. (In Russ.).
12. Semenov Ju.M., Snytko V.A., Suvorov E.G., Pljusnin V.M., Bilichenko I.I., Zagorskaja M.V. Landscape diversity: theory, methods, and some study result // Geografija i prirodnye resursy, 2004, no 3. P. 5–12. (In Russ.)
13. Urban D.L., O'Neill R.V., Shugart H.H. Landscape ecology. A hierarchical perspective can help scientistis understand spatial patterns // BioScience, 1987. Vol. 37. P. 119–127.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ LANDSAT-8 НА ПРИМЕРЕ КАРАДАГСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Сурков Н.В. , Харитонов Т.И.

Географический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Россия

e-mail: nick_surkov@list.ru ; kharito2010@gmail.com

STUDYING OF SOIL AND VEGETATION WATER CONTENT DYNAMICS USING LANDSAT-8 DATA IN THE KARADAG RESERVE

Surkov N.V. , Kharitonova T.I.

Lomonosov Moscow State University, Faculty of geography, Moscow, Russia

e-mail: nick_surkov@list.ru; kharito2010@gmail.com

Abstract

This paper is devoted to the methods of describing the seasonal dynamics of the soil-vegetation cover moisture content in the Karadag Natural reserve. Types of land cover determined by the supervised classification of principal components of Landsat-8 multispectral images. The moisture of soil-vegetation cover shown by an integral index, which takes into consideration the proportion of bare soil, grass and tree crowns in the projective coverage and describes by the NDWI (Normalized Difference Water Index) with a total correlation of 0.75 and up to 0.91 in some land cover types. Dynamics of soil-vegetation cover water content during the summer season describes by a difference of NDWI values. The most important factors determining the seasonal changes of NDWI values are amount of active phytomass, topographic position, solar radiation and the soil-vegetation water supply in the summer beginning. These factors describe 67% of the NDWI difference values in forests and 89% in steppes. The results could be used to recognize fire-hazardous areas as well as to interpretation of remote sensing materials.

Пространственное распределение влаги и его сезонные изменения - один из факторов, контролируемых регулирующих функций ландшафта (Groot, 2002) и интенсивность физико-географических процессов, особенно на территориях недостаточного увлажнения, к которым относится большая часть Крымского полуострова. Ярко проявляются контрасты влагообеспеченности в семиаридных низкогорьях востока Крымских гор (Боков, 2009), где расположена территория исследования – Карадагский заповедник и ландшафтный заказник Эчкидаг. Цель исследования - построение регрессионной модели, в перспективе позволяющей осуществлять мониторинг влажности ПРП на примере Карадагского заповедника и заказника Эчкидаг с возможностью экстраполяции за пределы этой территории, исходя из ландшафтных условий. Сложность применения дистанционных методов заключается в высоком ландшафтном разнообразии низкогорий Крыма на урочищном уровне и микромозаичности внутри фаций.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Определена влажность почвенных и растительных образцов в 39 точках, отобранных в начале (июнь) и конце (сентябрь 2016 г.) засушливого периода;
2. Вычислен интегральный показатель влажности ПРП, составленный из значений влажности листвы деревьев, наземной фитомассы травянистого яруса и влажности верхних 10 см почвы в зависимости от их доли в проективном покрытии;
3. Построены классификационные изображения потенциально обусловленного рельефом (SAGA Wetness Index) и действительного распределения влаги (Normalized Difference Water

Index по снимкам Landsat 8) на время максимума увлажнения (май), полевых измерений (начало июня) и конца засушливого периода (сентябрь) и проверена теснота связи NDWI с интегральной влажностью ПРП;

4. Выполнена классификация типов урочищ, проанализирована ландшафтная приуроченность различных вариантов динамики влажности ПРП;
5. Изучена роль рельефа в сезонной динамике ПРП и выявлены местоположения, обладающие наибольшей и наименьшей способностью к удержанию влаги.

Физико-географическая характеристика территории исследования

Карадагский природный заповедник площадью 2874, 2 га (809,1 га акватории) и заказник «Эчкидаг» (1560 га) расположены в Крымской области Крымско-Кавказской физико-географической страны, на побережье Юго-Восточного Крыма у северо-восточной оконечности Крымских гор. Территория включает в себя низкогорные хребты и массивы, часть из них (хр. Береговой и Карагач, массив г. Святая) сложены андезитобазальтами, кератофирами и их туфами, часть (хр. Беш-Таш, Сюрю-Кая, массивы Эчкидаг и Ашламалык) – известняками и песчаниками средне- и позднеюрского возраста. У подножий Ашламалыка и Эчкидага выходят отложения флишевых толщ, на побережье и в днищах долин развиты морские террасы ранне- и среднеплейстоценового времени (Морозова, Вронский, 1989, Клюкин, 2007, Чепалыга, 2016).

Климат переходный от субсредиземноморского к умеренно континентально-умеренно жаркому сухому. Средняя годовая температура воздуха составляет 12,1⁰С, годовая сумма активных температур 3725⁰С. Средняя температура воздуха в феврале 1,5⁰С, в июле 23,8⁰С. Средняя годовая сумма осадков - 425 мм, на вершине г. Святая до 700 мм. Коэффициент увлажнения Высоцкого–Иванова составляет 0,38, он минимален в августе (0,18), максимален в декабре (1,95).

Лесными сообществами покрыто около 50% заповедника: более высокие скальнодубовые леса произрастают выше 450 м, ниже они сменяются более светлыми и низкорослыми пушистодубовыми лесами с кленом полевым, ясенем остроплодным, кизилом и держи-деревом, ниже 360 м растут кустарниковые заросли из дуба пушистого, граба восточного, груши лохолистной. Распространено можжевельное, фисташковое, пушистодубовое редколесье. Травянистые сообщества (луговые, типичные, петрофитные степи, фрагменты полупустынных степей) в заповеднике покрывают около 35%, на Эчкидаге до 70% площади (Морозова, Вронский, 1989, Морозова и др.. 1999).

Зональные почвы Крымского Субсредиземноморья – коричневые - развиваются под степями, в т.ч. горно-ксерофитными с островами леса, фисташковыми, можжевельными редколесьями, пушистодубовыми лесами и шибляками. Дерновые карбонатные и бескарбонатные почвы встречаются на степных склонах хребтов, карбонатность зависит от материнских пород. Чернозёмные, переходные к коричневым, развиваются на пологих склонах северных экспозиций. В днищах балок развиты лучше увлажняемые лугово-чернозёмные, лугово-коричневые и луговые почвы (Морозова, Вронский, 1989).

Материалы и методы

Полевой этап исследований. На территории Карадагского заповедника и заказника Эчкидаг заложено 38 точек ландшафтных описаний и пробоотбора, из них 5 образуют комплексный профиль через хребет Лобовой. Отбор проб почвы и растительности для определения влажности производился однократно в 31 точке, а ещё в 5 – через двое-трое суток для выяснения динамики влажности ПРП на коротких отрезках времени. Пробы почвы отобраны с глубины 5 - 10 см, т.к. у поверхности велики внутрисуточные колебания влажности, а влага на больших глубинах не оказывает влияния на отражающую способность поверхности и неразличима методами оптического (пассивного) дистанционного зондирования. За время работ сменилось три погодных состояния: до 5 июня 2016 г. (с осадками каждые сутки, интенсивными до 3 июня и пасмурной погодой), с 6 по 12 июня (без осадков и с ростом температур) и с 12 июня (стабильно жаркое, без осадков), что нужно учитывать при анализе динамики влажности ПРП. В сентябре 2016 отбор

произведён в одно погодное состояние, тёплое и без осадков. Влажность проб была определена весовым методом (Кречетов, Дианова, 2009).

Морфометрический анализ рельефа. Для описания потенциального распределения влаги, обусловленного рельефом, был применён морфометрический анализ ЦМР, позволяющий выделить зоны аккумуляции и рассеяния поступающих осадков (Сысуев, 2003). Основой ЦМР послужил участок топографической карты с сечением горизонталей 5 м, а пространственное разрешение было выбрано равным 30 м для сопоставления со снимками Landsat 8. ЦМР была построена методом ординарного кригинга (Козлов, 2006). Главная величина, участвующая в расчётах индексов влажности – это удельная площадь водосбора SCA (specific catchment area). Она показывает, с какой площади в каждый элемент матрицы может стекать вода и определяется как предел отношения вышележащей по потоку площади сегмента контура CA к его длине CL при стремлении последней к нулю: $SCA = \lim_{CL \rightarrow 0} \frac{CA}{CL}$.

В работе использован индекс влажности SAGA Wetness Index (SWI), который оперирует не гидрологически однородным контуром удельной площади водосбора SCA, а вводит параметр SCA_m как функцию от угла наклона и максимального из ближайших значений SCA_{max} (Böhner, Selige, 2006).

Итоговая формула индекса такова: $SWI = \ln \frac{SCA_m}{\tan(\beta)}$, где SCA_m – удельная площадь водосбора, $\tan(\beta)$ – уклон данной ячейки растра.

Дешифрирование материалов ДЗЗ. для описания влажности ППП используются производные дешифровочные признаки – индексы, комбинирующие значения пикселей в разных диапазонах. Доказана зависимость между влагонасыщенностью субстрата и характеристиками отражения им инфракрасного излучения (Выгодская, 1987, Cessato et al., 2001), поэтому для расчёта индексов влажности используются значения яркости в ближнем (Near-infrared, NIR, 0,75-1,45 мкм) и коротковолновом инфракрасном (Short-wavelength infrared, SWIR, 1,45 – 3 мкм) диапазонах. В данной работе использован показатель NDWI (Normalized Difference Water Index) с формулой

$$NDWI = \frac{\rho(NIR) - \rho(SWIR)}{\rho(NIR) + \rho(SWIR)}$$

(Maki et al., 2004). Индекс определён как гипотетическая толщина слоя воды, (EWT, Equivalent Water Thickness) содержащегося в листе растения или тонком приповерхностном слое субстрата.

При этом $EWT = \frac{FW - DW}{A}$, где числитель – это разница между естественным весом листа растения и весом высушенного листа (Gao, 1996). Для изучения динамики влажности ППП использованы изображения во 2 – 9 каналах системы OLI (Landsat-8) за 14 мая, 15 июня, 27 августа и 12 сентября 2016 г.

Ландшафтная дифференциация территории исследования для классификации типов урочищ – за 14 мая 2016 г., 31 июля 2015 г. и 30 сентября 2014 г., из которых были извлечены три главные компоненты, по которым сделана классификация типов ландшафтного покрова. Внутри каждого типа из пяти полученных (скальные выходы и петрофитные группировки, степи, редколесья, леса и виноградники) проведено деление по рельефу, т.е. классификация стала двухуровневой. Рельеф описан крутизной и экспозицией склона, по которым пиксели изображения делятся на классы. Выделены три класса крутизны (с наклоном до 10^0 , $10-25^0$ и свыше 25^0) и два - экспозиции (холодные и тёплые, границей выбраны азимуты 125 и 305^0). Потом классы крутизны и экспозиции комбинируются (рис. 1), с допущением, что при крутизне менее 10^0 влиянием экспозиции можно пренебречь, т.к. существуют большие контрасты холодных и тёплых склонов. Достоинство использования классификации в том, что её можно применять для экстраполяции результатов за пределы модельной площади и учитывать несколько параметров, т.е. создать как можно более однородные классы.

Природные комплексы изучаемой территории обладают большим разнообразием условий и высокой степенью мозаичности, что затрудняет интерпретацию материалов ДДЗ и усложняет выделение типов ландшафтного покрова. Всего при классификации главных компонент снимков Landsat-8 выделено пять типов ландшафтного покрова: скальные выходы с петрофитными группировками, типичные и сухие степи, редколесья, леса и виноградники. Территории населённых пунктов дешифрированы вручную и исключены из анализа. Итоговый вариант управляемой классификации мезозональных снимков, комбинированной с классами рельефа, выглядит следующим образом (рис. 1).

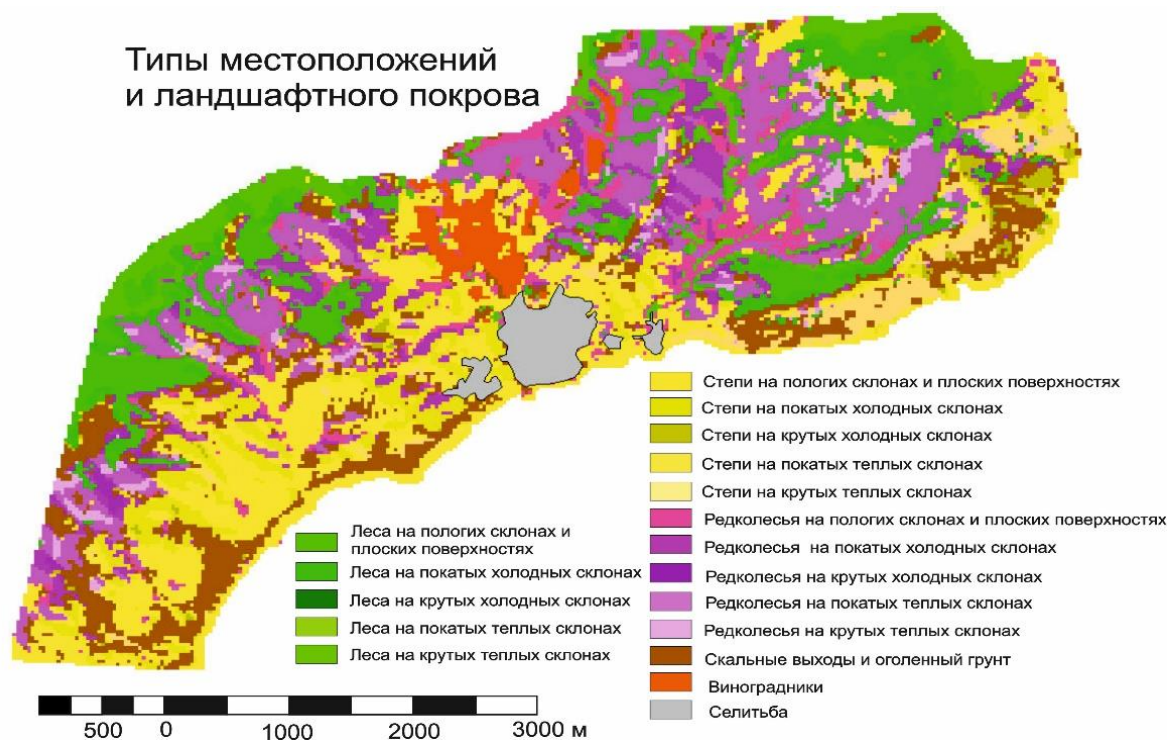


Рис. 1. Классификация типов урочищ

Интегральная влажность ПРП и влияние мозаичности ландшафтного покрова

Так как значение яркости пикселя формируется за счёт отражения от любой поверхности в его границах, то ей может оказаться частично крона дерева или куста, ярус травянистой растительности или голая почва. Особенно значима неоднородность ландшафтного покрова в дубовых и фисташковых редколесьях, степях с разреженным травостоем или кустарниками.

В первом случае сомкнутость древесного яруса равна 0,2 – 0,4, проективное покрытие травянистого яруса - 40-60%, и до 40% площади приходится на голую или заваленную опадом почву. Во втором неоднородность описывается значением проективного покрытия травянистой растительности, которое колеблется от 95 до 40%. В третьем надо учитывать проективное покрытие листвой кустарников, которое обычно равно 5-10% площади фации. Принимая во внимание размер пикселя изображений Landsat 8, равный 30 X 30 м, можно столкнуться с ситуацией, когда корреляция между значениями NDWI и реальной влажности той или иной геомассы (почвы, надземной фитомассы и т.д.) будет весьма слабой, и может показаться, что применить этот индекс для описания пространственного варьирования влажности ПРП не получится. Тогда нужно представить реальную влажность ПРП в виде интегрального показателя, созданного из значений влажности почвы, травянистой биомассы и листвы деревьев, условно названного в данной работе «влажностью точки».

Для природных комплексов без древесной растительности он рассчитывается как:

$b \cdot V_{\text{раст}} + (1-b) \cdot V_{\text{почв}}$, где b – проективное покрытие травянистого яруса в долях от единицы, $V_{\text{раст}}$ – влажность растительной массы, $V_{\text{почв}}$ – влажность верхнего 10-сантиметрового слоя почвы.

Для лесных и редколесных комплексов вид формулы сложнее: $a \cdot V_{\text{лист}} + b \cdot V_{\text{раст}} + c \cdot V_{\text{почв}}$, где $V_{\text{лист}}$ – влажность древесной листвы. При этом сумма коэффициентов a , b и c равна 1, а учитываются они в порядке ярусности. Коэффициент a равен сомкнутости крон, b равен проективному покрытию травянистого яруса в случае, когда $(a + b) \leq 1$ или $(1 - a)$ в случае, когда есть частичное перекрытие ярусов. Коэффициент c – это остаток площади, приходящийся на голую почву, вычисляется как $1 - (a + b)$, а в случае, когда $(a + b) > 1$ он равен нулю, т.е. отражения от голой почвы не происходит.

Такое представление влажности ППП позволяет учесть мозаичность ландшафтного покрова, но его минусом может быть недоучёт различий во влажности крон наверху полога и на высоте отбора, варьирование влажности геомасс в пределах фации (микромозаичность) и зависимость от примерного определения сомкнутости крон и проективного покрытия травяного яруса.

Верификация значений NDWI

Условный показатель «влажность точки» на первый взгляд слабо коррелирует со значениями NDWI, однако видно, что величина R^2 занижена благодаря нескольким точкам. Исключив их из выборки, мы увидим более сильную корреляцию, чем для влажности какой-либо геомассы ПТК ($R^2 = 0,724$, рис. 2А).

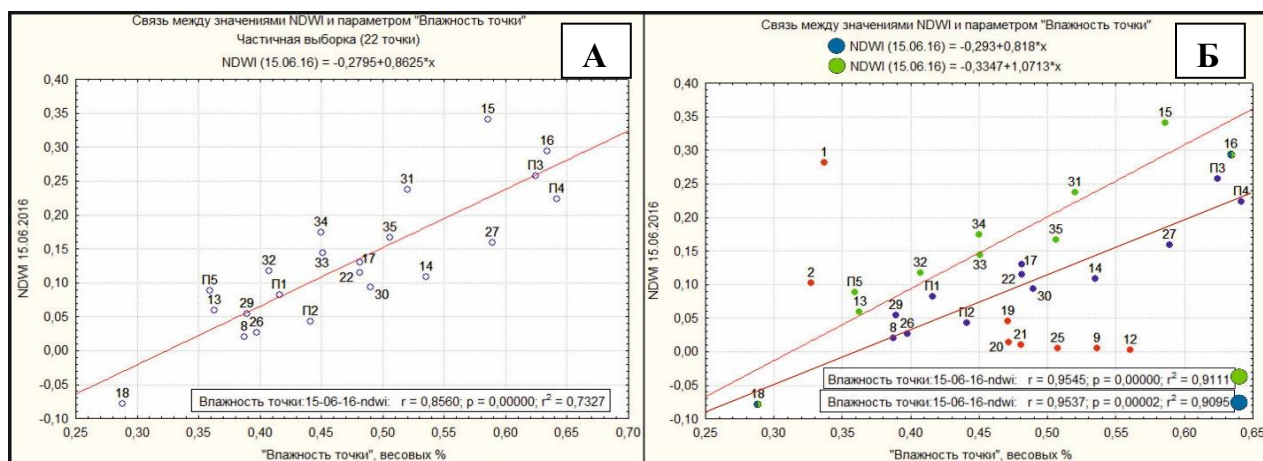


Рис. 2. Связь значений NDWI и интегральной влажности ППП

Можно считать, что индекс NDWI в изучаемых условиях описывает варьирование интегрального показателя с приемлемой достоверностью. Удаленные точки (на рис. 2А) отмечены красным цветом) – это степные ПТК окологребневых частей северных склонов и узких днищ балок, где неравномерно занижаются значения NDWI (возможно, из-за затенения в момент пролета спутника). Принимая во внимание высокую схожесть местоположений, где искажается дистанционная информация, вероятно, что эти урочища следует исключить из экстраполяций на основании значений NDWI.

Связь значений NDWI и влажности ППП можно описать как одной, так и представить её как две линейных функции, каждая из которых образована своим «облаком» точек. Так, точки опробования делятся на два тренда (рис. 2Б), что позволит увеличить точность модели (R^2) до 0,90 – 0,91. При этом надо выяснять, действительно ли такое разделение имеет место в природе, т.е. можно ли применять данный подход. Анализ ландшафтной приуроченности облаков точек выявил, что точки наиболее крутых и расчленённых южных склонов с фрагментарной растительностью образуют одну область низких значений NDWI, далее тренд предположительно делится: в степях южных склонов, в т.ч. закустаренных, одним и тем же значениям NDWI может

отвечать большая влажность ПРП, чем в лесах и степях плоских вершинных поверхностей и пологих северных склонов. Редколесья разделяются по этим группам в зависимости от сомкнутости крон и экспозиции склона: на северных они будут попадать в «лесной» тренд при меньшем её значении.

Сезонная динамика влажности ПРП и влияние рельефа

Так как NDWI верифицирован для данной территории, то можно использовать разность значений этого индекса за разные даты, описывая динамику влажности ПРП., осуществив таким образом

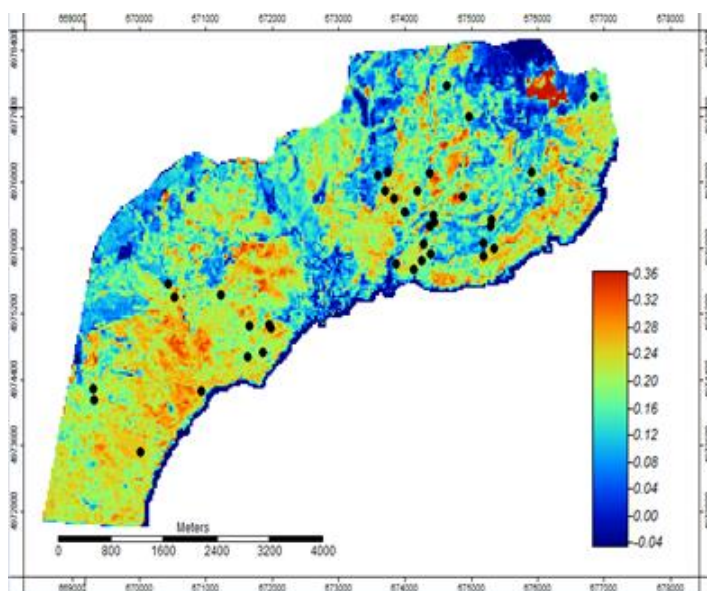


Рис. 3. Значения разности NDWI

переход от анализа значений реальной влажности почвы или фитомассы к значениям индекса NDWI. Наибольшая разница в его значениях наблюдается между 14 мая и 27 августа, т.е. снимки за эти даты характеризуют максимальную потерю влаги. Территориальное варьирование этой разности (NDWI-difference) показано на рис. 3.

На ландшафтном профиле из пяти точек (хр. Лобовой) изучена динамика влажности ПРП во время смены погодных состояний в начале засушливого периода и проведены повторные наблюдения в его конце.

Интегральная влажность ПРП резко уменьшается в течение 5-6 дней после окончания дождливой погоды, далее скорость потери влаги замедляется, вероятно из-за окончания просачивания и испарения свободной почвенной влаги. Во влажные погодные состояния вклад почвенной влаги в интегральную влажность ПРП выше, чем растительности, т.к. вода, аккумулируемая растениями, теряется медленнее, и основные различия влажности ПРП в начале лета образуются за счёт почвенной влаги. Влажность ПРП в начале засушливого периода в 1,5 - 2,3 раза выше, чем в конце, на длинных отрезках времени значимы уже различия в состоянии растительности. Влажность листвы деревьев за сезон уменьшается всего в 1,2 - 1,3 раза.

Влияние рельефа на сезонную разность NDWI. Один из важнейших факторов, определяющих динамику влажности ПРП – рельеф местности - описан с помощью SAGA Wetness Index. Связь между положением в рельефе и значением сезонной разности NDWI нечёткая ($R^2 = 0,42$), но для подмножеств точек коэффициент детерминации выше и достигает 0,73 – 0,74. Обнаруженная зависимость лучше описывается квадратичной, а не линейной функцией. (рис. 4А). Анализ облака точек выявил следующую динамику: в лесных ПТК покатых или крутых северных склонов с высокой сомкнутостью крон и большой долей дуба ПРП не испытывают сильной потери влаги, т.к. они получают меньше прямой солнечной радиации, а сомкнутый полог препятствует испарению с поверхности почвы. В остальных типах урочищ между SWI и NDWI наблюдается квадратичная зависимость (рис. 4), существуют два её варианта. В первом (редколесья и сухие степи южных склонов) ПТК обладают меньшей разницей значений NDWI (рис. 4Б), т.е. теряют меньше влаги, во втором случае (леса, редколесья, типичные степи северных склонов) потери влаги больше (рис. 4В), т.е. у этих ПТК большая способность к удержанию влаги. Однако достоверность связи невысока, а вклад рельефа в сезонную динамику влажности ПРП меньше ожидаемого. Причиной тому служит общий недостаток осадков в летний период и, как следствие, недостаток свободной влаги, способной к перемещению, обусловленному рельефом.

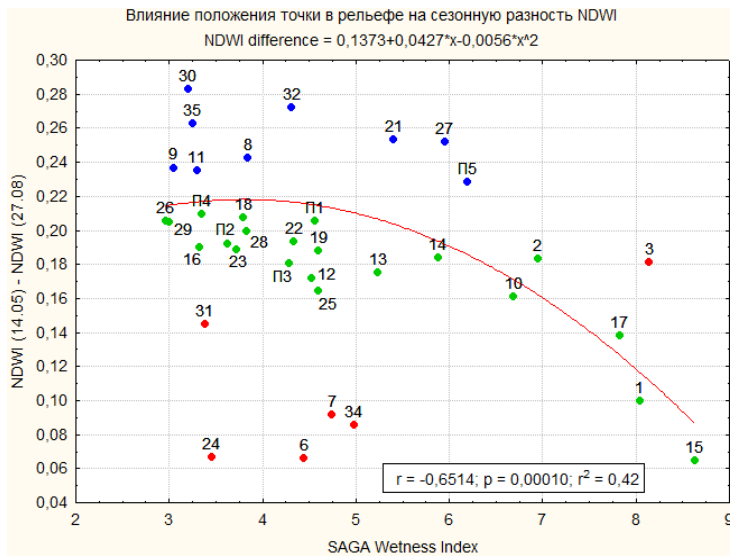


Рис. 4А. Влияние SWI на сезонную разность NDWI. Общий тренд
Красным – точки, где влияние не наблюдается, зелёным - редколесья и степи южных, синим – все леса, редколесья и степи северных склонов

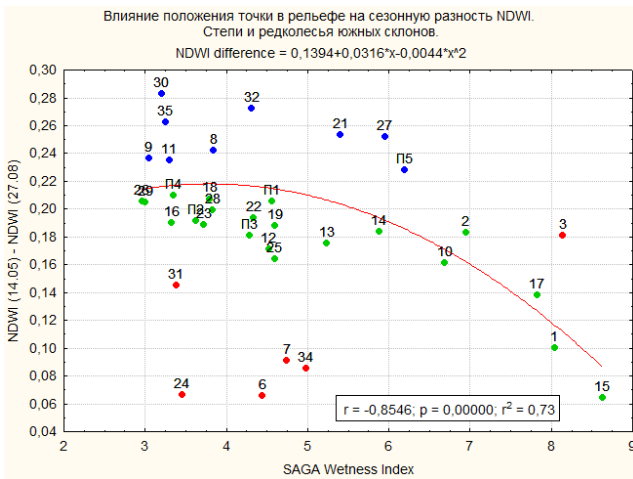


Рис. 4Б. Влияние SWI на сезонную разность NDWI. Верхний тренд

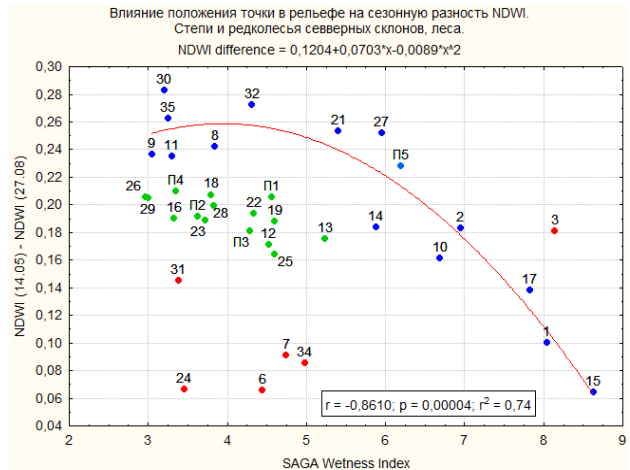


Рис. 4В. Влияние SWI на сезонную разность NDWI. Нижний тренд

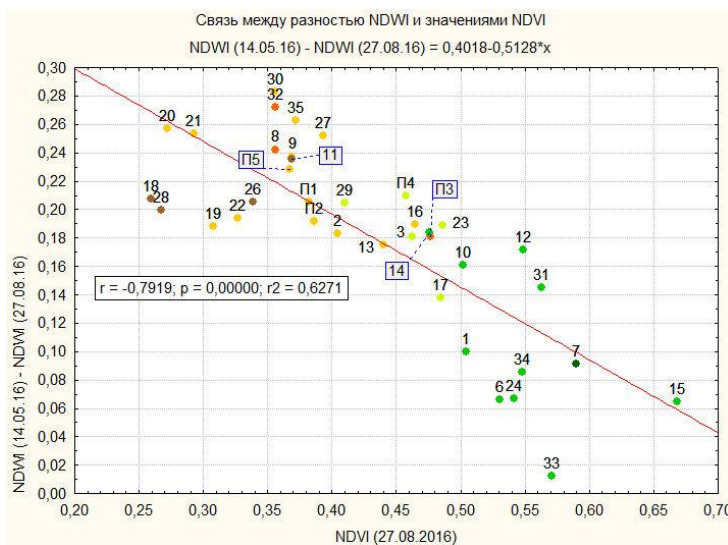


Рис. 5. Связь NDVI за 27 августа и сезонной разности NDWI

Влияние растительного покрова на сезонную разность NDWI. Ожидается, что чем сильнее развит растительный покров, и чем меньше изменения он претерпевает за летний сезон, тем меньше будет изучаемая разница значений NDWI. В качестве признанного индикатора продуктивности растительного покрова используется показатель NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), связь которого с изменением NDWI за лето показана на рис. 5. Ожидается, что связь будет

однозначна для всей совокупности точек, а коэффициент детерминации для весеннего NDVI будет ниже, чем для осеннего. При рассмотрении соответствующих графиков это предположение подтверждается. Коэффициент детерминации r^2 для NDVI за 14 мая равен 0,35 (т.е. связь не выражена), а для NDVI за 28 августа $r^2 = 0,63$.

ПТК с большой долей оголенных почв и интенсивным развитием склоновых процессов обладают низкой способностью к сохранению влаги, низким NDVI как в начале лета, так и осенью, но значительной разностью NDWI, главным образом в начале летнего сезона. Сухостепные и степные ПТК в начале лета имеют более высокий NDVI, но к его концу сильно иссушаются и почва, и травянистая растительность (снижается NDVI, а вслед за ним и NDWI), поэтому разность NDWI в них также велика. В редколесьях NDVI выше, как и способность их к сохранению влаги в растительном покрове, а снижение NDVI за сезон меньше, поэтому и общая потеря влаги также снижена. Наконец, леса обладают максимальными значениями и минимальной разницей NDVI (и, соответственно NDWI) за засушливый период, и запасы влаги в их листве и травянистом покрове испытывают минимальное падение. перекрываются: так, например, ясеневые леса с высоким держи-деревом (ПЗ, П4) имеют примерно такую же разность NDWI как дубовые редколесья (23) с сомкнутостью крон около 0,3 и долей оголенной почвы около 0,2. Означенные совокупности точек перекрываются: так, например, ясеневые леса с высоким держи-деревом (ПЗ, П4) имеют примерно такую же разность NDWI как дубовые редколесья (23) с сомкнутостью крон около 0,3 и долей оголенной почвы около 0,2. Причиной могут служить, различия в функционировании разных типов сообществ, например, сильное высыхание и увядание листвы ясеня и держи-дерева и частичное её опадение, во втором – быстрое иссушение оголенной почвы – оба этих явления ведут к снижению значений NDWI.

Площадная регрессионная модель сезонной динамики влажности ПРП. Аналогично рельефу и количеству активной наземной фитомассы для точек ландшафтных описаний было проанализировано влияние других факторов: потенциальной приходящей солнечной радиации, мощности почвенного профиля, исходного значения NDWI. Установлено, что наибольшее влияние на разность NDWI оказывает количество активной растительной массы, поэтому появляется вопрос: сохраняется ли главенствующая роль этого фактора и его связь с разностью NDWI при переходе к площадным расчётам. Для пространственных расчетов был использован модуль Multiple Regression Analysis в программе SAGA, который принимает на вход растровые данные переменных – факторов (с одинаковым размером и положением пикселя) и моделирует каждый пиксель зависимой переменной. Анализ проводился отдельно для каждого типа ландшафтного покрова (рис. 6). Результаты его представлены в табл. 1.

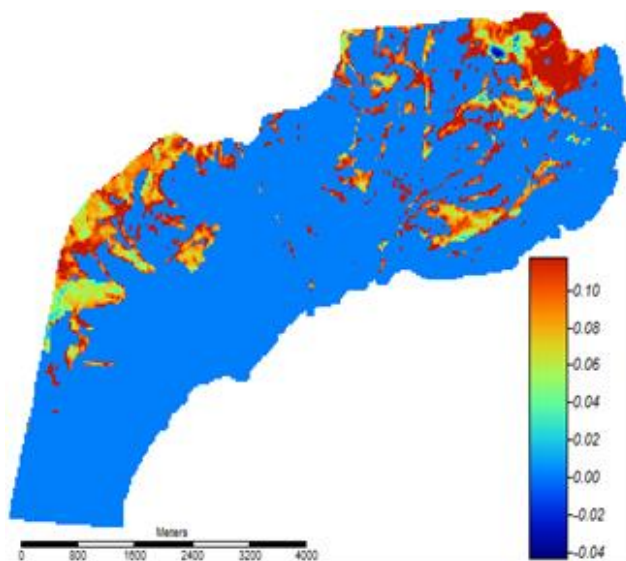


Рис. 6. Влияние NDVI на сезонную разность NDVI в лесах (пример). Варьирование регрессионного коэффициента.

Табл. 1.

Вклад NDVI в сезонной разности NDWI

Типы ландшафтного покрова	Регрессионный Коэффициент	R	R ²	Std. Error
Сухие и петрофитные степи, оголённый грунт	0,543	0,852	0,725	0,002
Степи	0,617	0,866	0,750	0,002
Редколесья теплых склонов	0,328	0,826	0,682	0,001
Леса и часть редколесий холодных склонов	0,158	0,624	0,390	0,001
Виноградники	0,289	0,742	0,550	0,002

Как можно видеть по таблице 1., наиболее сильно влияние растительности (NDVI) проявляется в степном типе ландшафтного покрова, где прямо связывается с проективным покрытием единственного травянистого яруса ($r^2 = 0,75$ в типичных и $r^2 = 0,72$ в сухих степях).

При появлении древесной растительности и увеличении сомкнутости крон роль NDVI падает вместе с уменьшением разности NDWI, а минимальное значение наблюдается в лесах ($r^2 = 0,39$). Виноградники занимают при этом похожее на редколесья положение ($r^2 = 0,55$) между редколесьями северного и южного склонов. Для построения многофакторной модели был использован тот же модуль Multiple Regression Analysis. В качестве факторов принимаются следующие из названных выше переменных: NDVI за 27 августа (так как ПТК, где растительность функционирует всё лето, сохраняют больше влаги, чем те, где она перестаёт функционировать к осени), SWI, потенциальная приходящая солнечная радиация (ППСР) и NDWI за 14 мая (т.к. он характеризует исходный запас влаги). Результаты анализа представлены в табл. 2.

Табл. 2.

Множественный регрессионный анализ для сезонной разности NDWI

Тип ландшафтного покрова	R2	Std. Error	Факторы	Регрессионный коэффициент
Степи сухие и петрофитные, бедленды	0,76	0,054	NDVI за 27.08	0,114
			SWI	-0,010
			ППСР	0,212
			NDWI за 14.05	0,002
Степи типичные	0,83	0,029	NDVI за 27.08	0,547
			SWI	-0,012
			ППСР	0,075
			NDWI за 14.05	0,102
Редколесья	0,89	0,028	NDVI за 27.08	-0,660
			SWI	-0,003
			ППСР	0,302
			NDWI за 14.05	0,757
Леса	0,67	0,033	NDVI за 27.08	-0,370
			SWI	-0,006
			ППСР	0,337
			NDWI за 14.05	0,057
Виноградники	0,94	0,005	NDVI за 27.08	-0,811
			SWI	-0,001
			ППСР	0,174
			NDWI за 14.05	1,596

Анализ регрессионных коэффициентов. Анализируя эту таблицу можно также увидеть, что наилучшие результаты такая регрессионная модель дает для типичных степей ($r^2 = 0,83$) и редколесий ($r^2 = 0,89$), чуть менее приемлемые – для сухих и петрофитных степей вместе с крутыми эродированными склонами-«бедлендами» ($r^2 = 0,76$), разделить которые при управляемой классификации достаточно трудно. Наименее четко данная модель работает в лесных типах

ландшафтного покрова. Можно предположить две причины, по которым в лесах достоверность снижается. Первой может выступить породный состав лесов, т.к. листва разных видов деревьев по-разному ведёт себя во время засушливого сезона. Другой причиной может быть частичное отражение не только от крон деревьев, но и от листвы подлеска. В сухих степях и на оголённых склонах с малой биомассой растительности и проективным покрытием решающую роль играет количество приходящей солнечной радиации. Регрессионный коэффициент этого фактора равен 0,212, т.е. чем больше поступает солнечной радиации, тем больше разность NDWI. Растительный покров здесь – второй по значимости фактор с коэффициентом 0,114. В типично-степных ПТК резко возрастает роль растительности: при сохранении знака регрессионный коэффициент возрастает до 0,547. Вместе с тем гораздо большее значение приобретает исходный запас влаги, который в таких урочищах выше из-за более развитого растительного покрова. Это говорит, что травяной покров, даже сплошной, сильно теряет влагу за засушливый период и может представлять опасность в отношении природных пожаров. Влияние солнечной радиации снижается ($r^2 = 0,075$), т.к. растительность способна сохранять влагу более длительное время, чем поверхность почвы.

Для редколесий характерно дальнейшее возрастание роли растительного покрова, но смена знака его влияния – регрессионный коэффициент равен -0,66, т.е. при увеличении осеннего NDVI происходит уменьшение потерь влаги. Здесь увеличение NDVI в осенний период означает увеличение проективного покрытия кустарников и сомкнутости крон, т.е. площади отражения от растений, которые не теряют много влаги за лето. Возрастает влияние ППСР ($r^2 = 0,302$), главным образом за счет склонов разной экспозиции. На более «холодных» склонах произрастает дуб пушистый с грушей лохолистной или боярышником, а сомкнутость крон достигает 0,4, на склонах «тёплых» экспозиций встречается фисташка, меньше кустарников, а расстояния между деревьями больше. Самой значимой величиной здесь оказывается исходный запас влаги с коэффициентом 0,757: чем больше влаги запасено в почвенно-растительном покрове, тем больше её и теряется. Проективное покрытие трав в редколесьях часто ниже степного, и за счет площади оголенной почвы их способность к удержанию влаги не так высока, как у лесного типа ландшафтного покрова.

В лесах основными из данных факторов являются продуктивность и биомасса растительности (NDVI) с регрессионным коэффициентом -0,37 и количество приходящей солнечной радиации (0,337). Первый отражает главным образом породный состав и сомкнутость крон, второй – экспозицию склонов и реакцию листвы на засушливый сезон. Роль рельефа в лесах и редколесьях остаётся низкой в силу того, что количество выпадающих в летний период осадков слишком мало для возможности их длительного и заметного поверхностного перемещения.

Выводы

1. ПТК с максимальной влажностью почв приурочены к вогнутым местоположениям: днищам балок, водосборным понижениям, эрозионным врезам, а после них - к покатым и крутым северным склонам, занятым пушистодубовыми и скальнодубовыми лесами, что согласуется с данными, полученными на Карадагском ландшафтном стационаре (Горбунов и др., 2015).

2. Максимум влагозапаса в биомассе травянистого яруса наблюдаются в степных точках с высоким проективным покрытием и высокой продуктивностью, минимум – в лесах и редколесьях со слабо развитым травяным покровом.

3. Влажность растительного покрова, в отличие от почвенного, снижается очень плавно, т.к. растения способны к регуляции содержания влаги. Поэтому при рассмотрении интегральной влажности почвенно-растительного покрова она медленнее и меньше снижается там, где проективное покрытие растительности выше.

4. Значения NDWI описывают интегральный показатель влажности почвенно-растительного покрова, составленный исходя из долевого участия древесной, травянистой растительности и голой почвы в проективном покрытии этого типа урочищ в порядке их учёта «сверху вниз», когда нижележащему ярусу отводится доля проективного покрытия, не занятая верхним, пока сумма

долей всех ярусов не будет равна единице. Установлен характер связи NDWI с означенным показателем в 13 из 15 выделенных типов природных урочищ. Коэффициент детерминации для большинства точек $R^2 = 0,73$, при этом исключаются в степных типах урочищ около гребней и на крутых северных склонах.

5. Теснота и характер связи между полевыми данными и дистанционной информацией определяется ландшафтными условиями. Они выражаются как типы ландшафтного покрова – растительность, обусловленная сочетанием нескольких факторов: количеством выпадающих осадков, приходом солнечной радиации, площадью водосборов, крутизной склонов и типом слагающих их пород, который обуславливает активность экзогенных процессов и способность к закреплению растительности. Таким образом, влияние этого списка факторов можно назвать косвенным.

6. При прогнозах динамики влажности почвенно-растительного покрова в статистическую регрессионную модель включаются: вегетационный индекс, количество потенциальной приходящей солнечной радиации, положение в рельефе и исходный (весенний) влагозапас. Лучше всего прогнозу поддаются ПТК виноградников ($r^2 = 0,94$) редколесий ($r^2 = 0,89$), хуже – лесов ($r^2 = 0,67$), также искажения могут возникать на предгребневых частях северных склонов, занятых степями и в днищах балок.

Литература

1. Боков В.А. (ред.). Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке—начале XXI века. Симферополь: Доля, 2010. - 304 с.
2. Выгодская Н.В., Горшкова И.И.. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности. Л., Гидрометиздат, 1987. - 248 с.
3. Горбунов Р.В., Зуев А.В., Смирнов В.О. Воднобалансовые исследования на территории Карадагского ландшафтно-экологического стационара // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: сборник научных трудов / Ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. Симферополь, Н. Оріанда, 2015.- с. 734 - 747
4. Козлов Д.Н. Инвентаризация ландшафтного покрова методами пространственного анализа для целей ландшафтного планирования // Ландшафтное планирование: общие основания. Методология, технология: Труды Международной школы-конференции "Ландшафтное планирование", М., Географический факультет МГУ, 2006. - С. 117-137.
5. Кречетов П.П., Дианова Т.М. Химия почв. Аналитические методы исследования: Учебное пособие. – М., Географический факультет МГУ, 2009. - 148 с.
6. Морозова А.Л., Вронский А.А. (ред.) Природа Карадага. Киев, Наукова думка, 1989. - 286 с.
7. Морозова А.Л., Будашкина Ю.И., Боков В.А. (ред.). Ландшафтный стационар Карадагского природного заповедника. Симферополь, Таврия-плюс, 1999. – 110 с.
8. Сысуйев В.В. Физико-математические основы ландшафтоведения. М., Географический факультет МГУ, 2003. -175 с.
9. Ceccato P., Gobron N., Flasse S., Pinty B., Tarantola S. / Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote sensing data: Part 1. Theoretical approach // Remote Sensing of Environment. 2002 № 82, p. 188–197.
10. Gao Bo-Cai. NDWI - A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space // Remote Sensing and Environment. 1996 № 58. pp. 257 – 266.
11. Rudolf S. de Groot, Matthew A. Wilson, Roelof M.J. Boumans. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. // Ecological Economics. 2002. № 41. P. 393–408.
12. Maki M., Ishiahrah M., Tamura M. / Estimation of leaf water status to monitor the risk of forest fires by using remotely sensed data // Remote Sensing of Environment. 2004 № 90, p. 441–450.

THE PLIO-PLEISTOCENE 'BOREALIZATION' EVENT OF THE CAUCASUS BIOTA

Gegechkori Arnold

Department of Biology, Faculty of Exact and Natural Science,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

E-mail: arngegechkori@yahoo.com

Abstract

The region stretches from the lush broad-leaved forests with evergreen understory in the moist, almost subtropical climate of the southern Black Sea to the clearly expressed nival zone of the Greater Caucasus and to the deserts and semi-deserts of the lowland (Kura-Aras) of the Eastern Caucasus. The wide range of altitudes (-28 b.s.l. up to 5,642 m a.s.l. (Mount Elbrus in the northern Caucasus Mts) produce a climate diversity that combined with a complicated relief, gives rise to a rich variety of ecosystems that includes lowland, mountain, wetlands, riparian or flood forests, dry steppes, dry mountain shrublands, calcicolous and related vegetation, and coastal and marine ecosystems. 19% of the Ecoregion's area is covering by forests (the same data is highest for Georgia - 38%). Due to the suitable climate, Caucasian forests in treeline ecotone reach as high as 2,400 m a.s.l.

Aside of warm and humid climate tolerant relicts, according to tectonic uplift and complication of land-surface (e.g., mountainous terrain) of the Caucasus, and Neogene global climate deterioration, there are another biogeographical elements of native flora and fauna. For example, relicts of Mediterranean origin (e.g., *Arbutus andrachne*), relicts of desert biome (e.g., *Populus (Turanga) transcaucasica*), and relicts of last glacial period (Würm) (e.g., *Vaccinium vitis-idaea*). The territory of modern-day eastern Georgia has been inhabited by *Homo habilis/ergaster* line (*H. ?georgicus*) (Early Pleistocene, 1.8 mya ago), stratigraphically oldest indication of genus *Homo* outside of Africa.

Key words: the Caucasus, Arcto-Tertiary Geoflora, relict of boreal origin, refugia

Introduction

The Caucasus Isthmus is mainly mountainous. It is lying between the Black Sea (westward) and the Caspian Sea (eastward) and encompasses Russia, Georgia, Azerbaijan and Armenia [1]. The Caucasus is a central part of the Alpine-Himalayan orogenic belt and its complex structure (mountain ranges, intermountain depression, and volcanic highlands) is a result of the continuous convergence of the Eurasian and African-Arabian plates [2,3]. Afro-Eurasian plates tectonic movement have been crucial, which encouraging of intensive split of continental blocks [2,4]. The major mountain range, the Greater Caucasus in the north of the region as the watershed and the backbone of the region's mountain systems, traditionally has been part of the line dividing Europe and Asia. Hence, the Caucasus in general has an extraordinary crossroad location between Europe and Asia [5].

It occurs in the meeting place (and influenced) of two main phytogeographical regions, Euro-Siberian and Irano-Turanian [6]. The Caucasus is a biological crossroad as well where living organisms (allochthonous) from Europe, Central Asia, the Middle East, and North Africa mixed with endemic (autochthonous) species [7]. The ecoregion apart from mentioned four countries includes parts of northeastern Turkey (the Black Sea coastal area) and part of northwestern Iran (the Caspian Sea coastal region), covering a total area of 580.000 km² [8]. The Caucasus ranked among Earth's 34 most diverse and endangered Biodiversity Hotspots [9], and among four 'ecological islands': South Africa (Cape land), Tanzania/Kenia, southwestern Australia and the Caucasus [10]. Flora of the Caucasus diverse with about 6,300 species of vascular plants 1,600 of which are endemic to the region [11]. Over 6,500 species of vascular plants are found in the Ecoregion, about of which 2,100 species are endemic, and 1,752 of them were evaluated for the Red List of the Caucasus [12].

In general three major climatic-orographic (tectonic) events were crucial by means of fragmentation of past continuously distribution warm and moist climate tolerant biotas with widespread Eurasiatic plants and animals. Firstly, this is the rise of the Himalayas (on the border of the Paleocene and Eocene), one of the most important paleogeographic event. This changing geography of the last 50 million years generating largest perturbation to atmospheric circulation, therefore, in the Early Miocene, origination of the Central Asian inland deserts emerging as a powerful biogeographic barriers, have been resulted by large-scale allopatric speciation on the both sides of the recently appeared arid zone [13]. Secondly, created strong gap, the Messinian Salinity Crisis occurred in the Early Pliocene (about 6 mya). During about millennium the Mediterranean Sea nearly completely desiccated. Powerful combination of geodynamic and climate drivers were characterized by large-scale environmental fluctuations [14,15]. This event has been largely influenced on the marine and terrestrial biota of the Mediterranean and surrounding regions including the Black Sea Basin. For example, sclerophile scrub phytocoenosis (maquis) of Mediterranean proper origin greatly expand to the Black Sea coastal area. But after the Late Pliocene-Pleistocene climate fluctuations this specific evergreen forest vegetations adapted to cool, rainfall winters and hot and dry summers, transformed into pseudomaquis in the circum-Euxinian region. Today, these relict stands represented as a patched enclaves along the Black Sea coast [16,17,18]. Thirdly, the Pleistocene glaciations – climate driven process supporting the further fragmentation of the Arcto-Tertiary taxa, another reason which triggered to establish the Neogene's vicariance events. They are now mainly restricted to warm humid refugia in southeastern and western North America, East Asia and southwest Eurasia. In latter region Colchis and Hyrcan are now refugia for survivors of large circumboreal, warm and moist climate tolerant plant community (and, also animals), Arcto-Tertiary Geoflora, adapted to northern latitudes during the mid-Tertiary (~35-15 mya ago). Species of typical for nemoral biota, frequently were mixed with the species of tropical-subtropical origin [17, 18].

From vicariant biogeographic point of view, present relict endemics, being restricted within refugial area as are the key to understand of past biotas [19]. 'Relict organisms 'carry' their history, which in some cases may be reconstructed' [20]. Speciation and formation of extant (paleo) endemism and disjunct (vicarious) distribution patterns regarding the both – floristic and faunistic elements of biota, among other regions obviously expressed within two refugial centers of the Caucasus Ecoregion – Colchis and Hyrcan [21-29].

Result and discussion

According to biogeographical regionalization of the Palaearctic Realm, the Caucasus is included in European nemoral (nemoralize) Region and Euxine Mountain Province [30]. This region consist of by two biogeographic elements: (1) allochthonous and (2) autochthonous (endemics). Allochthonous (i.e. migrated in geological past within region) consist of four biogeographic units: (1) European nemoral and Eurosiberian (boreal) forests, (2) Sethian (Saharo-Gobian) deserts, (3) Scythian steppes, and Hesperian (Mediterranean) evergreen (subtropic) forests. Among them nomoral/boreal and desert units are primary importance for the Caucasus [31, 32, 24]. The main purpose of this paper is highlighting the importance of the topic concerning to 'borealization' of the wildlife of the Caucasus Isthmus. The biogeographers, ecologists and evolutionary biologists discussed upon the impact of climatic and orogenic fluctuations on plant and animals, distribution throughout past geological times. It is undoubted phenomenon that the modern day distribution and abundance of biota throughout the Northern Hemisphere reflects on species distribution, migration, speciation, evolution and extinction events [33, 34].

'Borealization event closely linked to the climate oscillation from the Late Paleogene consist of by two main stages – (1) 'nemoralization' of biota of the North Hemisphere (the Oligocene/Miocene), and (2) 'borealization' proper (the Pliocene up to the Holocene) [31].

As it broadly known after a brief but intense episode of global warming in the Cenozoic (the Paleocene/Eocene Thermal Maximum (PETM), 65-38 mya), the earth entered within gradual climate decline which did not turn back till the Quaternary Ice Ages. Cooling particularly occurred during the Middle-Late Miocene (15-10 mya). Another major climate deterioration stage occurred during the Pleistocene (2.5 mya to present). The Last Glacial Maximum (LGM) as a peak of the Würm glaciations (the Late Pleistocene) took place between 26,500-19,000 years ago [35]. Those events dramatically influenced to the earth's biosphere and terrestrial ecosystems within it [36].

The Caucasus region in the Late Proterozoic, the Paleozoic and the Early Cenozoic located in the now-transgressed Tethys Ocean (Prototethys, Paleotethys, Tethys and Paratethys), and its Laurasian and Gondwanian (Africa-Arabian) margins. Within this ocean-continent convergence zone, there existed a system of islands. Among them occurred the future Greater Caucasus (Fig. 1)

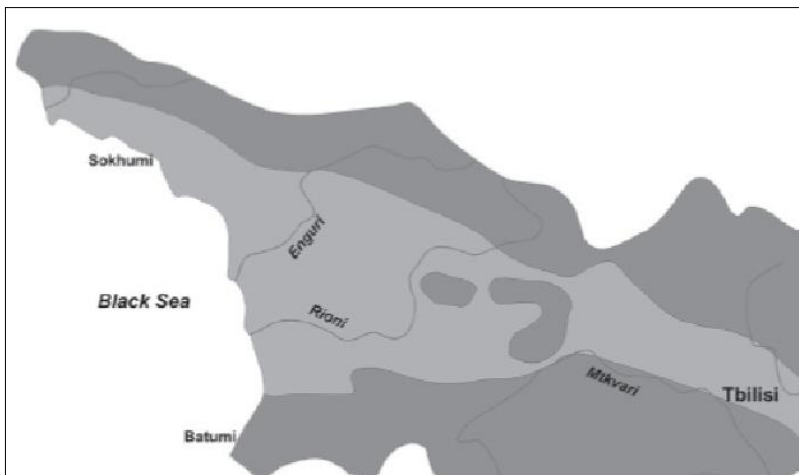


Fig. 1. Schematic paleogeographical map of Georgia (part of the Caucasus island – A.G.) during the Miocene (except the Late Sarmatian); light grey – water body, dark grey – terrain (Shatilova et al. 2011)

The further evolution of the island was largely determined by its position between the still-converging Eurasian and Africa-Arabian lithosphere plates, within a wide zone of continental collision [2].

Accordingly, on the border of the Miocene-Pliocene the Greater Caucasus converged with the former Gondwanian landforms, the Asia Interior and, partially, the Asia Minor, converted into peninsula. From this period biota of the Caucasus began to enrich with xerophilic organisms of Irano-Turanian origin [11,37]. Aridization increased during the Messinian Salinity Crisis (MSC, about 6 mya) [38]. To the Late Pliocene on the base of the same tectonic events, Caucasus Peninsula and adjacent to the south terrains regarding to its northward movements, became intimately linked to northern mainland, more precisely (eastern Europe) through the Stavropol elevation, consequently became isthmus between the Black and Caspian Seas [39-40].

Influence of 'borealization' proper event of the Plio-Pleistocene to the Caucasus biota. According to reconstructions of Sinitsin [49,38], Plio-Pleistocene volcanic activity, like the previous one, plays a key role in the recent landscape evolution of the Caucasus. In the mid-Pliocene, northward to the Caucasus Peninsula, in the shallow Pontic Sea was represented the Stavropol elevation (a narrow peninsula), which divided the paleo-see into two parts – western and eastern. The Alpine tectonics in the Pliocene as a recent manifestation of the Alpine-Himalayan orogeny, has largely influenced to Stavropol terrain, which began to uplift and grow in size, causing regression of the Pontic See. In result, the Caucasus Peninsula converged with the northern mainland and formed us as isthmus, i.e. the Caucasus Isthmus as we know this region today. Such important palaeogeographical changes may have contributed to the pattern of Euro-Siberian cold climate tolerant flora and fauna straight terrestrial distribution continuing episodically till today [11].

The mean January temperature of the Pliocene did not exceed +3^o, +5^o [39]. The Pliocene vegetations of the Caucasus, significantly in its early stages, distinguished by maximal richness and diversity which should be interpreted as landscape diversity and therefore assemblages of different ecosystems. Large spectrum of elevations marked increase local diversity of flora and vegetation and fauna, at the same time altitudinal distribution and provincial differentiation of floristic and faunistic taxa [11,37,39]. Patterns of provincial distribution of taxa was connected with unequal distribution of precipitations. West Transcaucasia with oceanic climate and windward south slopes of the Greater Caucasus and western part of the Lesser Caucasus characterized by considerably high diversity of vegetation consist of equally rich subtropic and temperate elements [11,42].

According to Kolakovsky and Shakryl (1978, cited in Shatilova [42]), in Pontian (7,1-5,3 mya) and Kimmerian (5,3-3,4 mya), evergreen plants of West Georgia still occupied leading place in the landscapes of the Early Pliocene. Mentioned should be species and genera from Magnoliaceae (*Liriodendron tulipifera*, *Magnolia* (8 species, including extant *M. grandiflora*), with high proportion of Lauraceae: *Persea* (6 species) (*Cinnamomophyllum*, *Daphnogenia* (four by four species), *Lindera*, *Cinnamomum*, *Litsea*, *Laurus* (consist of *L. pliocenica*) (two by two species).

On the plains, foothills and in the lower mountain belt areas were dominated polydominant deciduous forests: *Pterocaria* (3 species including surviving *P. fraxinocolia*, *Juglans* (also 4 species with extant *J. regia*, *Carpinus* (9 species consisting of present day *C. betulus*), *Castanea* (3 species including contemporary (*C. sativa*), *Castanopsis* (5 species), *Fagus* (3 species with current *F. orientalis*), *Quercus* (11 species with surviving *Q. castaneifolia*, *Q. iberica*), *Celtis* (3 species), *Ulmus* (6 species with *U. longifolia*), *Zelkova* (4 species including extant *Z. carpinifolia*), and others [42]. Many mentioned hardwoods were represented as climax communities. With high shading capacity were characterized present-day pantropical ferns, frequently with macro-disjunct range. It should be mentioned *Osmunda* (4 species with surviving in Colchic Triangle *O. regalis*), also *Todea* sp. Currently, both genera, are an excellent example of the vicariance event [7,43]. As components of modern-day's Colchis undergrowth, in the Pliocene sufficiently were developed: *Quercus ponticum*, *Corylus colchica*, *Betula medvedewii*, *B. megrelica*, *Rhamnus imeretina*, etc. In the aboveground of the mid-Neogene Colchic forests occurred modern species surviving the Caspian (Hyrcanian) forests: *Alnus cordata*, *Q. castaneifolia*, *Parrotia persica*, *Acer velutina* and so on. The explanation of this fact is occurrence of Hyrcan refugium 4-5^o southern latitude than that of Colchis is represented, avoiding Pleistocene's multiple glaciations [44].

Climate cooling and Messinian Salinity Crisis – there two causative factors the mid-Pliocene environments the Caucasus enriched with steppe, Mediterranean maquis and semi-desert landscapes. In the open landscapes of the Pliocene of the region roamed species of hipparion fauna: horses and ecologically associated with them another herbivores: elephants, horses, antelopes, an oxes, with numerous key adaptations [68]. There is, of course, worth to take into consideration of the emergence of primates (e.g., *Dryopithecus*). But with an increase in climatic continentality from west to east, negatively attracted to East Transcaucasia with far more rare occurrence of evergreen and broad-leaved temperate woody species, except maybe sites with locally favourable mesoclimate, such as river valleys. Although, many habitats were occupied by rich composition of herbs [39].

Large number of the Caucasus laurisilva can be compare to the laurisilva forests of Macaronesian archipelagos. For example, according to the fossil record laurophyllous taxa, *Laurus pliocenica* from western Georgia has its sister species – *L. novocanariensis* (syn. _ *L. canariensis*) from cloud zone of the Canary and Madeira islands. This close relation of two plant species indicates following: luxuriant subtropic forests in the Pliocene were extended around a large territory - from the Caucasus through out the Mediterranean proper maquis communities to the Macaronesian islands (Kolakovsky 1973 cited in) [42].

Semi-arid climate of the Late Miocene provoked distribution of temperate-climate steppe and forest-steppe ecotone of high latitudes across northern Eurasia. During the Pliocene climate oscillation

the latter biomes were replaced firstly by pine-birch forest-steppe and then – by taiga and forest-tundra ecotone. On the boundary of the Pliocene – Early Pleistocene dark coniferous vegetation (*Abies* with admixture *Tilia*) dominated large parts of Siberian land [50].



*Fig.2. The „boreal” landscape with *Betula litwinowii* and *Pinus kochiana* in high land of Meskheti*
*(all pictures belong to author)

Migration pathway of living organism from Arctic Circle to the southern latitudes linked with the Pleistocene climate extreme cooling. First glaciation in the Caucasus took place in the Pliocene and have been coincided with mountainous areas (Milanovskyi, 1968, Scherbakova, 1937, cited in Gegechkori [31]. Mid-altitudinal and relatively higher area of the Greater Caucasus and Lesser Caucasus were clothed by cold climate tolerance deciduous forests. It should be stressed that for the first time in the history of the Caucasus environment was enriched by taiga coniferous forests and linked with them cryophile animals migrated from the high latitudes area. The Pliocene forest species of taiga of the Caucasus were represented on rather high elevations. Palynological data attest to the fact that cone bearing conifers presented both as dark coniferous communities consisting of species *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Cedrus* and light coniferous phytocoenosis comprised by species of *Pine* with admixture of narrow leaf trees (species of *Poplar*, *Salix*) [42]. Today in the mid-altitudinal belts up to timberline of the Greater Caucasus and the Lesser Caucasus survived only three species: *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis* and *Pinus kochiana* [11,37].

Pleistocene. Neogene cooling of climate, as it already mentioned ended with the Quaternary multiple major glacial cycles. The climate cooling of Neogene was a major factor in shaping of biosphere of the earth, but large oscillations in Quaternary temperatures and particularly the Last Glacial Maximum (LGM) (about 25 thousand years ago) was a crucial event in shaping the present-day distribution of extant flora and fauna, determined the current landscape and species diversity throughout the earth [51]. The Quaternary glacial events separated by interglacial events caused displacement of biomes (reached in a short period of time 1,000-3,000 km (southward). After the Last Glacial Maximum, when glaciers shielded interior Eurasia and Northern America, in the region of northern Pole Circle of both Laurasian continents was represented a full spectrum of modern biomes: circumboreal northern coniferous forests, taiga, circumpolar tundra, and circumpolar deserts with the transition ecotones - forest-tundra (today taiga-tundra: represented from 50°N to 70°N or hypoarctic subzone (sensu Yurtsev, 1994), patches of treeless steppe in taiga, etc.) (compiled from [46-50]).

Novadays all mentioned natural life zones with transition areas are included in the Arctic phytochorion, i.e. as a separate floristic region [51]. 'The Arctic flora, - as Yurtsev [51] indicate – is a

taxonomically, ecologically, biologically and genetically distinctive complex of young and dynamic species, that occupies a vast natural area. Indeed, the Arctic is a phytogeographic unit of global dimension deserving the rank of a floristic region’.

Except of glaciations in the mountain, the same events in lowlands plane and valleys area occurred later, during the Pleistocene epoch. The end of the Pleistocene corresponds with the end of the last glacial event [52]. Within southern Eurasia survived Tertiary Relict Taxa (TRT) concentrated in the Russian Far East and the Caucasus Ecoregion. The latter represented in Colchis (Colchis Triangle), eastward of the Black Sea and in Hyrcan southward of the Caspian Sea [25].

According to Grossheim [37], good evidence of the vast bodies of glacial ice was found in the Caucasus. They affected the Greater Caucasus and major parts of the Lesser Caucasus. However, in extreme southern part of the south Caucasus (middle reaches of the Aras (Araks) River and south-eastern part of the region, in Talysh (Azerbaijan) are not found the glacial remains. Instead appeared more moist, and undoubtedly more cold thermal regimes. Therefore, Talysh (and Hyrcan refugium in general) is one of the most obviously ice age refugium in South Caucasus, where Arcto-Tertiary and South-Tertiary organisms and communities survived till present-day including amazing *Parrotia persica* (Fig.3.). Hence, Hyrcan did not experienced the massive Pleistocene glaciation-deglaciacion events unlike Colchis. For that reason penetrations of boreal biota in Colchis are clearly manifested.



Fig.3. *Parrotia persica* – the most outstanding representative of the overstory of Hyrcan (Talysh)

‘Comparison of fossilized floras, - as Grossheim [11] indicate, - of pre-glaciations and post-glaciations clearly demonstrate that something crucial changes under influence of the Quaternary glaciers in composition of the Caucasus flora may have had a less devastating consequence. It, undoubtedly enriched by many new boreal elements, but the main nucleus of the region’s flora was boreal since the Early Pliocene. So, tropical elements of the Caucasus have been extincted far more earlier than the Quaternary glaciations occurred’. Pollen and other fossil records show the progressive disappearance following subtropic elements: horse chestnut, cypresses, tsuga, metasequoia, sequoia, laurus, liquidamber, et. [42]. Summarized above postulated suggestion, Dolukhanov [44] pointed out: ‘In the Pleistocene occurred the formation of characteristic features of the vegetation cover of the Caucasus, and created modern regularities regional and altitudinal distribution of native flora’.

During the multiple Pleistocene glaciations the hypercold tolerance species were invaded in the Caucasus. These extreme northern element of flora was populated different habitats of the region from lowlands up to high mountain areas (similar to modern species of *Drosera*). But after the last, the

Würm glaciation, close to the Holocene time, great majority of hypercryophyte significantly reduced their range, and retreated to their initial homeland – high latitude, boreal and arctic areas. Significantly infiltrated through climatic bottleneck few of cold climate tolerant species remained in the Caucasus and populated mainly subalpine treeline ecotone and considerably alpine belt, north-macroslopes of the mountains (Pleistocene microrefugia of quasi polar group of plants and animals). Some species provide many striking examples of adaptations. For example, one of the most outstanding features of alpine plant is dwarfism. (e.g., dwarf forms of roses, willows, etc.). In addition, another tiny shrubs - evergreen bilberry (*Vaccinium vitis-idaea*) (Fig.4.), blue bilberry (*V. uliginosum*) (Fig.5.), *Empetrum hermaphroditum* and *Drosera* spp. can be found in high altitude zone of the Caucasus [7,24,27].

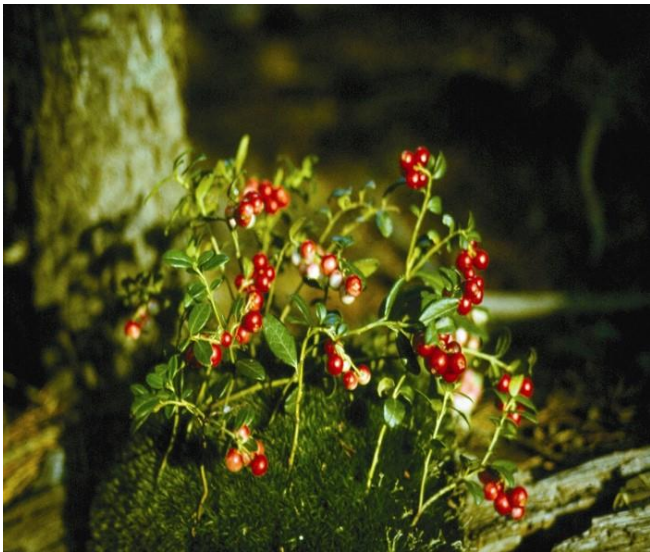


Fig.4. *Vaccinium vitis-idaea* – arctic element of flora in the Tusheti Hollow

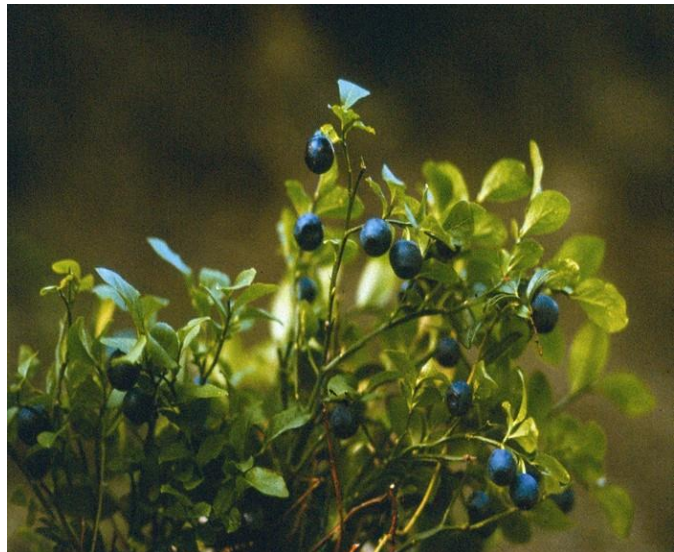


Fig.5. *Vaccinium uliginosum* – arctic element of flora in the Tusheti Hollow



From animals it should be pointed out crossbill (*Loxia curvirostra*) (Fig.6.) in pine forests of the highlands, from invertebrate – *Psylla* (sensu lato) *sibirica* from Tusheti Hollow [31,43]. Usually glacial relicts are forming an extraordinary arcto-alpine and boreo-alpine disjunct area (e.g., *V. vitis-idaea*, *P. sibirica*) [43].

Fig.6. *Loxia curvirostra* – the boreal element of fauna from the north macro-slope of the Greater Caucasus

The anthropogenic. During current epoch (the Holocene, about 10,000 years ago) with the end of the glacial period distinguished by human-influenced. It manifested on devastating global evidence over hydrologic, atmospheric, lithospheric and biospheric level of the earth. New triggering factor appeared through latest life stages. This is our species – *Homo sapiens*. His extensive activities profoundly altered ecology across our planet. Wildlife of the earth is becoming under ferocious impact comparable to the previous five mass extinctions. As it is known the exogenic (massive meteorite strikes) and endogenic (supervolcano explosions), considerably on the Permian/Triassic intermediate periods, wiped out a vast majority of the world's life, including the dinosaurs. Tens of thousands of species are now threatened with extinction according to human-caused problems [53].

As it is widely known, at present, Europe's especially western Europe's wildlife, if we compare it with the same living forms of the earth's natural environment, was strongly influenced by human civilization. In Europe, natural landscapes began to degrade even in pre-Holocene time and went on till the present time. Therefore, virgin landscapes with primary vegetation cover has been transformed into a cultural landscape in early medieval period. Today, in Europe, the only exception from this unfortunate picture is Caucasus. In this region, significantly in the Greater Caucasus, as it was mentioned, some sites of gorges are still preserved there almost in a pristine state untouched by human civilization. In modern day the main goal for environmentalists is to keep this natural heritage, sustainable management of biodiversity for future generations [7].

Conclusion

The Mesozoic, and part of the Paleogene (the Paleocene-Eocene ~35 mya) was non-glacial thermoera. After the Paleocene-Eocene Thermal maximum, at the boundary of the Late Eocene - Early Oligocene, a global cooling began culminated at the Pleistocene's four time glaciations (a full 'icehouse' state). This climatic deterioration trend and Paleogeographical changes ultimately led to the onset of the Northern Hemisphere ice sheet and glacial-interglacial cycles. These events dramatically influenced to the earth's whole biosphere and terrestrial ecosystems within it. According to fossil materials, during the Neogene, at high latitudes of the Northern Hemisphere in broad circumpolar belt broad-leaved deciduous (nemoral) forests were changed by boreal coniferous forests, and the latter gradually were oppressed by forest-tundra and tundra. In accordance with climate cooling in the Middle and Late Tertiary forced expansion of nemoral and later due to additional cooling, cold-tolerant complex of organisms migrated throughout the middle and southern latitudes, including the Caucasus [53]. It should be mentioned: (1) relicts of glaciations period (the Pleistocene), species of *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Betula* (with white trunks), etc.; (2) relicts of the Last Glacial Maximum (LGM): *Vaccinium vitis-idaea*, *Drosera* spp.; among animals: *Loxia curvirostra*, *Psylla sibirica*, etc. Talysh (in general Hyrcan) is famous with the mesophytic elements in overstory: *Parrotia persica*, *Quercus castaneifolia*, *Acer velutina*, etc. [43].

References

- [1] Gvozdetsky, N.A. 1969. The Caucasus. In: Physical geography of the USSR. General Survey. European part of the USSR. Mysl publ. Moscow, 461pp.
- [2] Adamia, Sh. A., Alania, V., Chabukiani, A., Kutelia, Z., Sadradze, N. 2011. Great Caucasus (KavcaKioni): a long-lived North-Tethyan Back-Ark basin. Turkish Journal of Earth Sciences, 20:611-628.
- [3] Sharkov, E., Lebedev, V., Chugaev, A. et al. 2015. The Caucasian-Arabian segment of the Alpine-Himalayan collisional belt: geology, volcanism and neotectonics. Geoscience Frontiers, 6,4:513-522.
- [4] Eppelbaum, L. V., Khesin, B. E. 2012. The origin of the Caucasus, geological evolution and main features. Lecture Notes in Earth System Sciences:5-37 (in Russian).
- [5] Gvozdetsky, N. A. 1958. Physical geography of the Caucasus. General Part. The Greater Caucasus. Course of Lectures. Moscow. Univ., Moscow, issue 2 (in Russian).
- [6] Browicz, K. 1989. Chorology of the Euxinian and Hyrcanian element in the woody flora of Asia. Pl. Syst.

- and *Evol.*, 162:305-314.
- [7] Gegechkori, A. M. 2007. *Caucasus – treasure of the Nature*. CEPF, WWF, Meridiani, 168pp. (in English and Georgian).
- [8] Williams, L., Zazanashvili, N., Sanadiradze, G., Kandaurov, A. (Eds.) 2006. *Ecoregional Conservation Plan for the Caucasus*. WWF Caucasus Programme Office. Contour Ltd, Tbilisi, 220 p.
- [9] Mittermeier RA, Gil PR, Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, da Fonseca GAB. 2004. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions*. Mexico City (Mexico): CEMEX.
- [10] Meyers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858.
- [11] Grossheim, A. A. 1936. *Analysis of the Caucasian flora*. *Trudy Bot. Ins-ta Azerbaidzh. Fil. AN SSSR. Izd. Az. Fil. AN SSSR, Baku* (in Russian, with English summary).
- [12] Solomon, J., Shulkira, T., Schotz, G. E. (Eds.) 2014. *Red list of the endemic plants of the Caucasus: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran, Russia, and Turkey*. St. Louis, US: Missouri Botanical Garden Press, 451p.
- [13] Garcia-Porta, J., Litvinchuk, S. N., Crochet, P. A., Romano, A. et al. 2012. Molecular phylogenetics and historical biogeography of the west-palaearctic common toads (*Bufo bufo* species complex). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 63, 1:113-130.
- [14] Gautier, F., Clauzon, G., Suc, J. P., Gravette, J., Violanti, D. 1994. Age and duration of the Messinian salinity crisis. *C. R. Acad. Sci., Paris (IIA)*, 318:1103-1109.
- [15] Roveri, M., Flecker, R., Krijgsman, W. et al. 2014. The Messinian Salinity Crisis: past and future of a great challenge for marine sciences. *Marine Geology*, 352:25-58.
- [16] Maleev, V. P. 1941. Tertiary relicts in the flora of the Western Caucasus and major stages of the Quaternary History of its flora and vegetation. *Moscow*, 1: 61-144 (in Russian).
- [17] Gulisashvili, V. Z., Makhatadze, L. B., Prilipko, L. I. 1975. *Plant cover of the Caucasus*. Nauka, Moscow. 233 p. (in Russian).
- [18] Gegechkori, A. M., Didmanidze, E. 2015. Has ever *Brahmaea ledereri* (Rogenh. 1873) inhabited the Colchis refugium? *American Journal of Environmental Protection. Special Issue: Applied Ecology: Problems, Innovations*. Vol. 4, No. 3-1, 2015, pp. 82-92. doi: 10.11648/j.ajep.s.2015040301.24
- [19] Milne, R. I., Abbott, R. J. 2002. The origin and evolution of Tertiary relict floras. *Advances in botanical Research*. Vol. 38:281-314.
- [20] Lymberakis, P., Poulakakis, N. 2010. Three continents claiming an archipelago: the evolution of Aegean's herpetofaunal diversity. *Diversity*, 2:233-255.
- [21] Kikvidze, Z., Oshava, M. 1999. Adjara. East Mediterranean refuge of Tertiary vegetation. In: Oshava M. et al. — Eds. *Chiba Univ. Publ.*:297-315.
- [22] Kikvidze, Z., Oshava, M. 2001. Richness of Colchic vegetation: comparison between refugia of south-western and East Asia. *BMC Ecology*, 116: 1-10.
- [23] Gegechkori, A. M., Joosten, H. (Eds.) 2009. *The biomes of the Caucasus: Draft for the IMCG Field Symposium, Georgia/Armenia, Sept. 2009*. Greifswald (pp. 1-169).
- [24] Gegechkori, A. M. 2000a. Relicts and endemics and Georgia's biodiversity at the background of the Caucasus orogenesis. In: *Biological and Landscapes Biodiversity of Georgia*. WWF Georgia, Tbilisi, 83-96.
- [25] Gegechkori, A. M. 2011a. The results of biogeographical study of Arcto-Tertiary refugia (Colchis and Talysh) of the southern Caucasus. *Annals of Agrarian Science*, 9,1:16-33.
- [26] Gegechkori, A. M. 2011b. The steppe biome (temperate grassland) of the Caucasus, specificity of its vegetation and fauna with considerable attention to psyllid (Hemiptera, Psylloidea) fauna. *Proceedings of the Georgian Nat. Mus., Sciences, Natural and Prehistory Section*, 3:159-165.
- [27] Gegechkori, A. M. 2012a. The two refugia of the southern Caucasus, Colchis and Talysh: a comparative biogeographical analysis. *International Conference of IGU, Santiago, Chile (acreditacion. fisa.cl/ugi/.../Gegechkori Arnold_20112324VO3ZVH_f.doc.)*.
- [28] Nakhutsrishvili, G., Zazanashvili, N., Batsatsashvili, K., 2011. Regional Profile: Colchic and Hyrcanic temperate rainforests of the western Eurasian Caucasus: 214-221pp. In: DellaSala D.A. (Ed.). *Temperate and Boreal Rainforests of the World: Ecology and Conservation*. Island Press.
- [29] Nakhutsrishvili et al. 2015. Colchic and Hyrcanian forests of the Caucasus: similarities, differences and

- conservation status. *Flora Mediterranea*. 2015;25:185–192.
- [30] Emeljanov, A. F. 1974. Proposal on the classification and nomenclature of areals. *Entomol. Obozr.*, 53,3: 497-522 (in Russian).
- [31] Gegechkori, A. M. 1984a. Psyllids (Homoptera, Psylloidea) of the Caucasus. Metsniereba, Tbilisi, 295pp. (in Russian).
- [32] Gegechkori, A.M. 2008. Biogeography, Chapter I (Biomes of the world), Tbilisi State Univ. (in Georgian with English summary and contents), 528p.
- [33] Milne, R. I. 2004. Phylogeny and biogeography of *Rhododendron* subsection *Pontica*, a group with a Tertiary relict distribution. *Molecular phylogenetics and Evolution*, 33:389-401.
- [34] MacDonald, B.M., Bennet, K.D. Jakson, S.T. et al. 2008. Impact of climate on species populations and communities: palaeogeographical insights and frontiers. *Progress in Physical Geography*, 32,2:139-172.
- [35] Flint, R. F. 1971. *Glacial and Quaternary geology*. John Wiley. New York et al.
- [36] Davis, P.T. 1988. Holocene glacier fluctuations in the American Cordillera. *Quat. Sci. Rev.*: 7,2:129-157.
- [37] Grossheim, A. A. 1948. Plant cover of the Caucasus. MOIP, Moscow, 264pp. (in Russian).
- [38] Sinitsin, V.M. 1965. Ancient climate of Eurasia. Part I. Paleogene and Neogene. Izd. LGU (Leningrad State University), Leningrad, 166 pp (in Russian).
- [39] Manafzadeh, S., Staldler, V. M., Conti, E. 2016. Orient: the Irano-Turanian region from classical botany to evolutionary studies. *Biol. Rev.*, 2-24.
- [40] Vinogradov, A.P. 1967. Atlas of the lithological paleogeographical maps of the USSR, 4, Paleogene, Neogene) and Quaternary, Moscow, Ministry of Geology of the USSR, 55 sheets (in Russian).
- [41] Sinitsin, V.M. (1962): Paleogeography of Asia. – M., L., Academy of Sciences Publ. house, Moscow-Leningrad, pp. 1–268 (in Russian).
- [42] Shatilova, I., Mchedlishvili, N., Rukhadze, N., Kvavadze, E. 2011. The history of the flora and vegetation of Georgia (South Caucasus). Georgian National Museum, Institute of Paleobiology, Tbilisi, 200pp. (in English with Georgian summary).
- [43] Gegechkori, A. M. 1985. Some aspects of evolution of psyllids. Metsniereba, Tbilisi, 306pp. (in Russian, with English summary and contents).
- [44] Dolukhanov, A. G. 1966. Patterns of geographical diversity of forest vegetation and upper timberline in the Transcaucasian mountains. *Probl. Bot.*, 8:196-207, Moskva-Leningrad (in Russian).
- [45] Vereshchagin, N. K. 1958. The mammals of the Caucasus. A history of formation of the evolution of the fauna. In: *Zhivotni Mir SSSR (Animal world of the USSR)*, Vol. 5, Izdatelstvo AN SSSR (The USSR Ac. Sc. Publ. House), 506-514pp. Moscow-Leningrad (in Russian).
- [46] Tolmachev, A.I. 1954. On the history of origin and development of dark coniferous taiga. *Ac. Sc. USSR Publ.*, M.-L., 155p (in Russian).
- [47] Tolmachev, A.I. 1995. *Flora of the Russian Arctic*. Vol. 1. Univers. Alberta Press, 373p.
- [48] Tolmachev, A.I. 1996. *Flora of the Russian Arctic*. Vol. 2. Univers. Alberta Press, 269p.
- [49] Yurtsev, B.A. 1964. On the origin of the hypoarctic floristic complexes of Eurasia and their evolution in the Pleistocene. In: 'X Intern Bot. Cong. Abstracts of papers'. Edinburg.
- [50] Yurtsev, B.A. 1994. Floristic division of the Arctic. *Journal of Vegetation Science*, 5:765-776.
- [51] Davies, T. J., Purvis, A., Gittlemen, J. L. 2009. Quaternary climate change and the geographic ranges of mammals. *American Naturalist*, 174: 298-307.
- [52] Agakhanjanz, O., Breckle, S-W. 1995. Origin and evolution of the mountain flora in Middle and Central Asia. In: Chaplin, III, F.S.Körner, C. (Eds.), *Arctic and Alpine Biodiversity: Patterns, Causes and Ecosystem Consequences*. *Ecol. Stud.*, 113: 63-80.
- [53] Lubchenko, J., 1998. Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science*, 279 (5350): 491-497.

INFLUENCE OF LANDSCAPE FEATURES TO THE DIVERSITY OF POLLINATORS

Kuusemets Valdo, Kask Kardi, LIIVAMÄGI Ave

Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 5 Tartu, 51014 Estonia

E-mail: valdo.kuusemets@emu.ee

Abstract

We studied influence of landscape features to the bumblebee and butterfly communities and their species composition in Estonia. In North-East Estonia, forests and wetlands having patches of arable fields and meadows dominate the area investigated. We found several landscape features that increased the diversity and abundance of pollinators. The high diversity and abundance of flowering plants in semi-natural meadows had positive impact on the abundance and species richness of the bumblebees. We found that human settlements may favour bumblebee species richness and abundance, particularly when these areas include gardens and natural and semi-natural habitats. In contrast, arable land, forest and brushwood seem to have negative effects on overall species richness and abundance of bumblebees. However, some species may benefit from a heterogeneous landscape with a high proportion of forest habitats (e.g., *B. schrencki*, *Psithyrus sp.*). In case of butterflies, presence of arable field and human settlement were not an important determinant. We found significant positive correlations between the edge density of forest and the total species richness and abundance of butterflies at spatial scales 250 m and 500 m. This could be explained by providing shelter and warmer forest margins for the butterflies and food for certain woodland species. This indicates importance of mosaic landscape for butterflies. In another study of particular protected butterfly species Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne*) we found that the landscape structure and favourable habitats can increase the abundance of the butterfly and favour its movement to the new habitats. The sedentary species (the habitual movement distances some hundred meters a year) can move up to 10 km a year using river corridors with riparian alder forests and suitable habitats as stepping-stones.

Key words: landscape structure, biodiversity, bumblebees, butterflies

Introduction

Bees and butterflies are considered a vital element of global biodiversity and an important pollinator group in agro-ecosystems. Their activities support both crops and the diversity of wild plants (Goulson et al. 2006, Öckinger & Smith, 2007). However, during last years several alarming reports about the decline of abundance and richness of pollinators have been published (Goulson et al. 2006, Williams and Osborne 2009, Van Swaay et al. 2006, Potts et al. 2010).

The main reason for decrease of abundance and diversity of pollinators is in general the intensification of farming practices in agriculture, especially increased use of fertilisers and pesticides or in contrary, abandonment of traditional agricultural land use (e.g. mowing, grazing, etc.) and successive transformation of remnants into forest (Mänd et al. 2002, Goulson et al. 2006, Cozzi *et al.*, 2008, Holzschuh et al. 2008).

The exact mechanism for this decline is very complex. One major factor is the change of habitats in general, like increased field patches, landuse changes, loss of connectivity etc., that all can be considered as landscape features that are important part of the habitat quality (Mortelliti et al. 2011, Hall et al. 2017). Therefore, landscape can have important role in creating diversity and abundance of pollinators.

There are several studies demonstrating the importance of landscape and landscape features to the pollinator abundance and diversity and their habitat requirements especially in the more natural and diverse landscapes (Öckinger & Smith, 2006, Goulson et al. 2006, Taki et al. 2007, Bergman et al. 2008, Cozzi et al. 2008, Rundlöf et al. 2008, Rossi. & van Halder 2010, Goulson et al. 2010). However, pollinators are more studied in regions having warmer climates and open landscapes. Therefore, studies on pollinators conducted on the northern areas and in more forested landscapes are of great interest.

We studied the relations between bumblebee and butterfly species and landscape-scale factors, particularly in areas that have mosaic landscapes with high proportions of forest and natural habitats. Estonia is a country with a landscape dominated by forest; for this reason, it is important to know how this land cover type influences pollinators and whether landscape structure can influence pollinators. In addition, one particular protected butterfly species Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne*), was studied.

Materials and methods

Study region

The research on the abundance and richness of pollinators was carried out in Ida-Virumaa County, Northeast Estonia. The total area of the county is 336,400 ha, approximately 7.4% of the total area of Estonia. The landscape in the region is generally dominated by forests, which occupy approximately 58% of the total area of Ida-Virumaa. We selected 22 semi-natural meadows in the region as study sites. The areas of these meadows range from 0.10 to 3.83 ha. (Diaz-Forero et al. 2013, Liivamägi et al. 2014).

Field work

We visited 22 semi-natural meadows in 2008 and 2009, in both years, we sampled each meadow two times. Field works took place in June, July and August, which are the warmest months of the year. Insect counts were done during approximately 45 minutes systematic walking surveys; during the warmer time of the day. The number of species and individuals of bumblebees and butterflies were determined by sight at each meadow. When the observer could not identify the species, the individual was caught with an insect net for later identification (Diaz-Forero et al. 2013, Liivamägi et al. 2014).

Variables at the patch and landscape scale

We determined several landscape features for every site studied. At patch scale, we estimated the number of species and percent cover of flowering plants and vegetation height. The percent cover of flowering plants was determined through a visual estimation of the overall coverage at each study site. In addition five indices were calculated at all study sites with Fragstats (Version 3.3): patch area (AREA), perimeter (PERIM), shape index (SHAPE), fractal dimension index (FRAC) and edge density (ED). At landscape scale, we calculated the proportion of main land cover types in the area surrounding each study site using ArcGIS 9.3. We used a digital Estonian Basic Map provided by the Estonian Land Board at the scale 1:10,000. In this study, we considered five different types of land cover: meadows, forests, young forest (including shrubs, woody seedlings and young trees), arable land and human settlements (including residential areas, private areas, buildings, cattle sheds, roads, ruins and green houses). In addition, we calculated the total proportion of natural habitats, including forests, meadows, young forest and mires. All landscape variables were estimated at four spatial scales: 250, 500, 1000 and 2000 m radius. Additionally, five Fragstats indices were calculated: patch richness density (PRD), interspersion and juxtaposition index (IJI), edge density (ED), Shannon's diversity index (SHDI) and mean patch area of forest (AREA_MN). Last indice was selected to describe the distribution and configuration of patches of the most predominant land cover type in the study region: forest (Diaz-Forero et al. 2013, Liivamägi et al. 2014).

Statistical analysis

The statistical analyses was performed in various steps. Spearman rank order correlations (STATISTICA 9 software) was used to analyse the relationships between the total species richness and abundance of

butterflies and bumblebees, and the patch-scale and landscape-scale variables. The correlation was statistically significant if the p value was less than 0.05. Additionally, partial least squares (PLS) analysis was performed to simultaneously study the overall butterfly and bumblebee species richness and abundance, and different landscape characteristics. Finally, we performed the stepwise forward-selection multiple regression analysis to determine the combinations of the most important predictors for total species richness and abundance. The multiple regression analysis and the PLS analysis were performed with SAS 9.1 software (Diaz-Forero et al. 2013, Liivamägi et al. 2014).

Spearman rank order correlation analysis was applied to describe the relationships between the landscape variables and local abundance of different bumblebee species (Diaz-Forero et al 2011).

Study of Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne*).

We collected all known records of Clouded Apollo sightings in Estonia. We analysed habitats of all findings of the butterfly and analysed the distribution changes of Clouded Apollo during last century in Estonia (Liivamägi et al. 2013, Meier et al. 2005).

Results

We found that the proportion of human settlements in the areas surrounding our study sites was positively correlated with bumblebee abundance at 250 m and 1000 m ($r_s = 0.48, p = 0.024$; $r_s = 0.51, p = 0.014$, respectively). Additionally, bumblebee species richness was positively correlated with the proportion of meadows at the largest spatial scale, i.e., 2000 m ($r_s = 0.51, p = 0.015$). Concerning the relations between bumblebees and landscape indices, we found positive correlations between bumblebee abundance and Shannon’s diversity index (SHDI) at 2000 m and edge density (ED_LAND) at 1000 m ($r_s = 0.44, p = 0.039$; $r_s = 0.50, p = 0.018$, respectively, Diaz-Forero et al. 2013).

In contrast, we found that proportion of forest was negatively correlated with bumblebee species richness at the spatial scales of 1000 m and 2000 m ($r_s = -0.45, p = 0.036$; $r_s = -0.47, p = 0.025$, respectively). Also, negative correlations were detected between proportion of young forest and bumblebee species richness at 250 m and 500 m ($r_s = -0.57, p = 0.005$; $r_s = -0.44, p = 0.040$, respectively). Mean patch area of forest at the largest spatial scale was also negatively correlated with bumblebee species richness ($r_s = -0.51, p = 0.015$, Diaz-Forero et al. 2013).

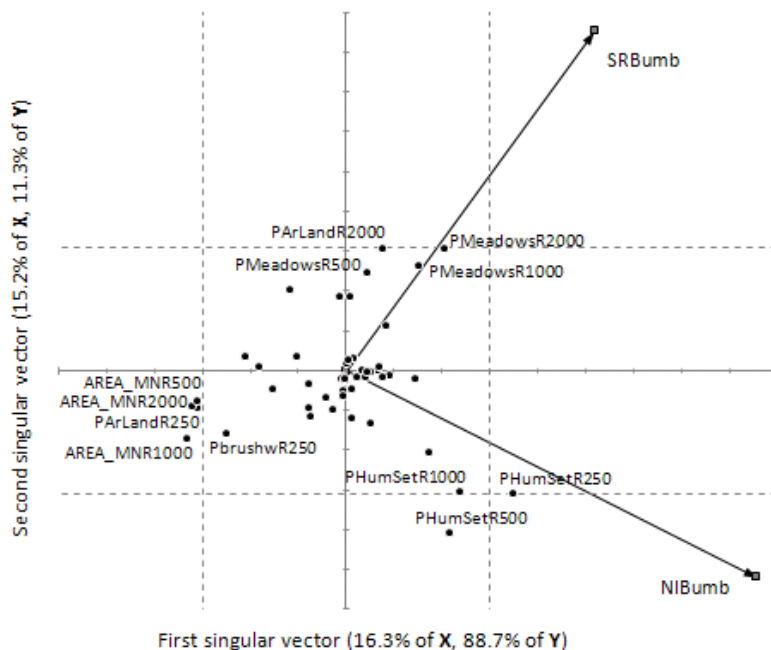


Figure 1. Results of the Partial Least Squares (PLS) analysis.

The dots mark the location of the patch and landscape characteristics (X) and the squares with arrows mark the location of the bumblebee species richness (adjusted) and abundance (Y) in relation to the two connectivity patterns. The dotted lines denote the approximate cut-off for statistical significance of the right singular vectors (patch and landscape characteristics vectors) as assessed through permutation tests ($p = 0.05$); for clearness only the patch and landscape characteristics with $p < 0.1$ are shown with the variable name. R250, R500, R1000 and R2000, denote the different spatial scales at which the landscape factors were calculated (Diaz-Forero et al. 2013).

Two connectivity patterns were identified with Partial Least Squares (PLS) analysis, which together accounted for 100% and 31.5% of bumblebee richness and abundance variance, and patch and landscape characteristics variance, respectively (Figure 1). According to the permutation test, the overall bumblebee richness and abundance were significantly positively related with the proportion of human settlements, especially at the smallest spatial scale ($p < 0.05$). In contrast, the proportion of arable land at the scale of 250 m, the proportion of young forest also at 250 m and mean patch area of forests (AREA_MN) (especially at larger spatial scales) showed negative relations ($p < 0.05$) with the bumblebee richness and abundance pattern, indicating that the larger the values of these variables, the smaller the number of species and individuals of bumblebees (Diaz-Forero et al. 2013).

However, the analyses on species level can give a bit different results. We found that different species among bumblebees had different preferences for habitats. Some bumblebee species may have preferences related to the structure of the landscape. Some species may benefit from a heterogeneous landscape with a high proportion of forest habitats, especially forest edges, whereas others may prefer open landscapes. Some bumblebee species that have large foraging distances may also prefer open landscapes because the presence of many forest patches in the surrounding landscape could narrow their foraging area, affecting their long-distance flights (Figure 2, Diaz-Forero et al. 2011).

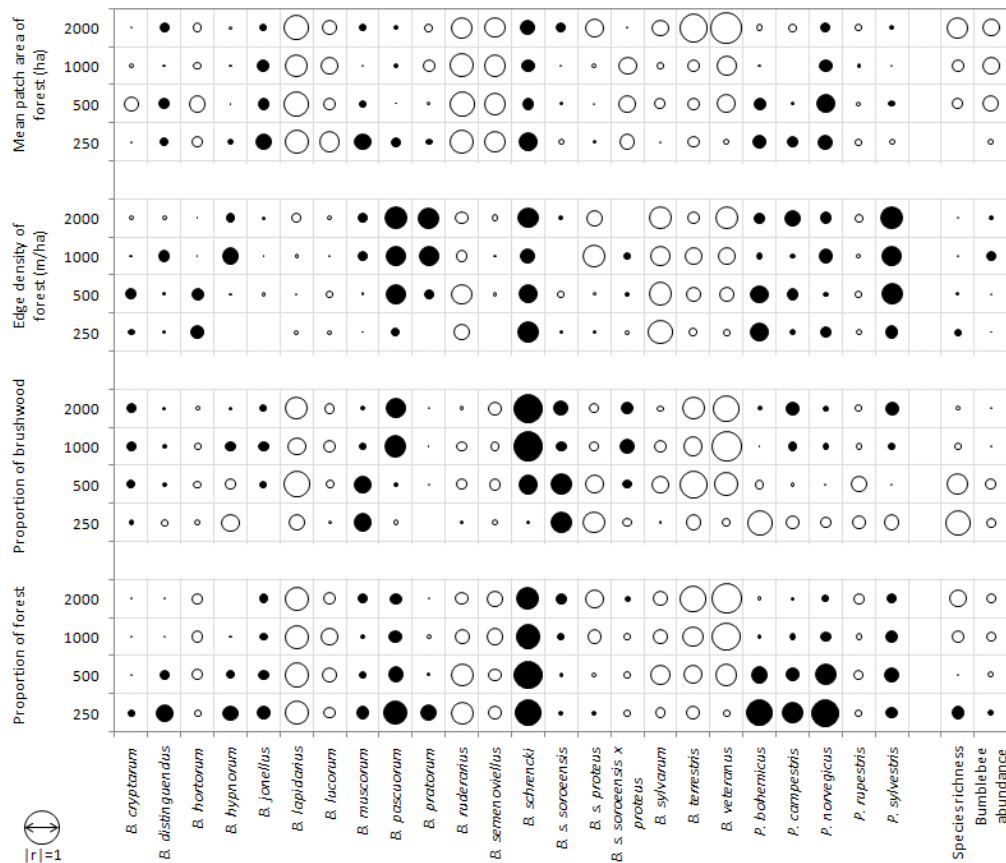


Figure 2. Relationships between the local abundance of bumblebee species and the studied landscape characteristics at various spatial scales based on the Spearman rank correlation coefficients (r_s).

In addition, total bumblebee species richness and abundance are included on the right side of the figure. The width of the circle indicates the strength of the relationship (the bigger the circle, the stronger the relationship between the variables) and the colour determines the direction of the relationship (black circles correspond to positive relationships and white circles to negative relationships, Diaz-Forero et al. 2011)

We found no significant relations between patch-scale factors and butterfly species richness and abundance. Generally, we might expect abundance of flowers and diversity to increase butterfly species richness, while species richness of flowering plants was significantly positively related with butterfly abundance. Furthermore, larger habitat area may contribute higher species richness of butterflies. The results from this study may indicate the fact that butterflies are not strictly related to one certain habitat patch and its characteristics. Since butterflies are quite mobile they use other habitats as well that provide for them valuable resources (Liivamägi et al. 2014).

In our study area, the presence of forest significantly influenced butterfly species richness at the smallest landscape scale (radius 250 m). At a higher spatial extent there was a positive correlation between species richness and the proportion of forest, but the relation was statistically not significant. A similar relationship was observed between the abundance of butterflies and the extent of forest in the surrounding landscape. Furthermore, we also found that total species richness and abundance of butterflies were positively associated with the forest edge density at spatial scales of 250 m and 500 m (Liivamägi et al. 2014).

The study on Clouded Apollo showed that the Clouded Apollo has moved relatively rapidly into large areas, which can be explained by the availability of high quality habitats and with suitable landscape structure (Meier et al. 2005, Liivamägi et al. 2013). We found that rivers create a natural ecological network for the dispersal of the Clouded Apollo, providing suitable habitats with species rich meadows and migration corridors with strips of bushes, and stepping stones through biotopes that could be the barriers for the butterfly.

Conclusions

Our results demonstrate the importance of surrounding landscape to pollinator's richness and abundance. They require not only open semi-natural grasslands but also presence of forest. Some species may benefit from a heterogeneous landscape with a high proportion of forest habitats, especially forest edges, whereas others may prefer open landscapes and mosaic landscape structure. Therefore, to ensure high biodiversity we need to ensure high diversity of surrounding landscape and habitat conditions providing diverse conditions for different species.

Acknowledgements

This research was funded by targeted financing of the Estonian Ministry of Education and Research (SF1090050s07), by an applied research project of the Estonian Ministry of Agriculture (T8014PKPK) and by EU Regional Development Foundation, Environmental Conservation and Environmental Technology R&D Programme project EDULOOD (3.2.0802.11-0043).

References

1. Bergman, K.-O., Ask, L., Askling, J., Ignell, H., Wahlman, H., Milberg, P. (2008). Importance of boreal grasslands in Sweden for butterfly diversity and effects of local and landscape habitat factors. *Biodiversity Conservation*, 17, 139–153.
2. Cozzi, G., Müller, C.B., Krauss, J. (2008). How do local habitat management and landscape structure at different spatial scale affect fritillary butterfly distribution on fragmented wetlands? *Landscape Ecology*, 23, 269–283.
3. Diaz-Forero, I., Kuusemets, V., Mänd, M., Liivamägi, A., Kaart, T., Luig, J. (2011). Effects of forest habitats on the local abundance of bumblebee species: a landscape-scale study. *Baltic Forestry*, 17(2), 235–242.
4. Diaz-Forero, I., Kuusemets, V., Mänd, M., Liivamägi, A., Kaart, T., Luig, J. (2013). Influence of local and landscape factors on bumblebees in semi-natural meadows: a multiple-scale study in a forested landscape. *Journal of Insect Conservation*, 17(1), 113–125.
5. Goulson, D., Hanley, M.E., Darvill, B., Ellis, J.S. (2006). Biotope associations and the decline of bumblebees (*Bombus* spp.). *Journal of Insect Conservation*, 10(2), 95–103.

6. Goulson, D., Lepais, O., O'Connor, S., Osborne, J.L., Sanderson, R.A., Cussans, J., Goffe, L., Darvill, B. (2010). Effects of land use at a landscape scale on bumblebee nest density and survival. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1207–1215.
7. Hall, L.S., Krausman, P.R., Morrison, M.L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25, 173–182.
8. Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T. (2008). Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos*, 117, 354–361.
9. Liivamägi, A., Kuusemets, V., Kaart, T., Luig, J., Diaz-Forero, I. (2014). Influence of habitat and landscape on butterfly diversity of semi-natural meadows within forest-dominated landscapes. *Journal of Insect Conservation*, 18, 1137–1145
10. Liivamägi, A., Kuusemets, V., Luig, J., Kask, K. (2013). Changes in the distribution of Clouded Apollo *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) in Estonia. *Entomologica Fennica*, 24(3), 186–192.
11. Meier, K., Kuusemets, V., Luig, J., Mander, Ü. (2005). Riparian buffer zones as elements of ecological networks: Case study on *Parnassius Mnemosyne* distribution in Estonia. *Ecological Engineering*, 24, 531–537.
12. Mänd, M., Mänd, R., Williams, I.H. (2002). Bumblebees in the agricultural landscape of Estonia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89, 69–76.
13. Mortelliti, A., Amori, G., Boitani, L. (2010). The role of habitat quality in fragmented landscapes: a conceptual overview and prospectus for future research. *Oecologia*, 163(2), 535–547.
14. Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25 (6), 345–353.
15. Rossi, J.-P., van Halder, I. (2010). Towards indicators of butterfly biodiversity based on a multiscale landscape description. *Ecological Indicators*, 10, 452–458.
16. Rundlöf, M., Nilsson, H., Smith, H.G. (2008). Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biological Conservation*, 141(2), 417–426.
17. Taki, H., Kevan, P.G., Ascher, J.S. (2007). Landscape effects of forest loss in a pollination system. *Landscape Ecology*, 22, 1575–1587.
18. Van Swaay, C., Warren, M., Lois, G. (2006). Biotope use and trends of European butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 10, 189–209.
19. Williams, P.H., Osborne, J.L. (2009). Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*, 40, 367–387.
20. Öckinger, E., Smith, H.G. (2006). Landscape composition and habitat area affects butterfly species richness in semi-natural grasslands. *Oecologia*, 149, 526–534.
21. Öckinger, E., Smith, H.G. (2007). Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 44, 50–59.

DISTRIBUTION OF THE GREEN NETWORK OF ESTONIA

Janar Raet^{*}, Kalev Sepp, Are Kaasik, Valdo Kuusemets, Mart Külvi

Department of Landscape Management and Nature Conservation, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia

**e-mail: janar.raet@emu.ee*

Abstract

Estonia has approved the Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy so the participation in developing the Pan-European Ecological Network was compulsory for Estonia. The plan “Environmental conditions for guiding settlement and land use” was initiated in all of Estonian 15 counties in 1999. One important subtopics of this plan is “Green Network”. First thematic plans were validated in 2002 in three counties. The last county validating its Green Network thematic plan was Saare County in 2007. The Green Network of Estonia is supposed to complement the network of protected areas, combining them with natural areas into unified system. One goal of Estonian Green Network was also to incorporate all the Natura 2000 areas as areas of European importance. Results demonstrated that in 10 of 15 counties the incorporation task can consider to be achieved as 95% or more of Natura 2000 areas within the county are involved in Green Network. In three counties the percent is about 90 but in Võru and Valga County the share is much smaller. As in Võru the share Natura 2000 areas incorporated is about 75 % and in Valga only about 60% there should be considered revision of Green Network thematic plans in these counties.

Key words: Green Network of Estonia, Natura 2000.

Introduction

At the third “Environment for Europe” conference of Environment Ministers in Sofia on 25 October 1995 the Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy (PEBLDS) was approved. The long-term goal of the PEBLDS was to protect biological and landscape diversity throughout Europe in the 20 years following the adoption of the strategy. The strategy stipulated the development of the Pan-European Ecological Network (PEEN) for the protection of ecosystems, habitats, species and their genetic diversity and landscapes of European importance (Council of Europe, 1996).

Estonia also takes part in this process. By order 763-k of the Government of the Republic of Estonia, issued in 1999 and entitled “Initiation of thematic plans for county plans”, the plan “Environmental conditions for guiding settlement and land use” was initiated in all of Estonian counties. Two important subtopics of this plan are “Green Network” and “Valuable Landscapes”. The county thematic plan is the basis for compiling local governments’ general plans. Section 8 of the Estonian Planning Act (Government of Estonia, 2003) points out that one of the specific objectives of the general plan is to establish the conditions to ensure the functioning of the Green Network (sometimes also referred as Ecological Network). Estonian Spatial Plan is stating that the Green Network is a coherent system of extensively used areas in a comparatively good natural state that helps to maintain the biodiversity and stability of the environment (Estonian Ministry of Environment, 2001). Recommended methodology was elaborated for Estonian counties to implement on compiling the thematic plan (Sepp and Jagomägi, 2002). The Green Network of Estonia is supposed to complement the network of protected areas, combining them with natural areas into unified system. One goal pointed out in methodology was to incorporate all the Natura 2000 Network areas as areas of European importance. Performing this task was kind of complicated because of in most of the cases county thematic plans were validated before the official national Natura 2000 areas list was created by 2004 when Estonia became member of European Union (Estonian Ministry of the Environment, 2010).

According to the methodology (Sepp and Jagomägi, 2002) there were two main maps what were suggested to be used as source: CORINE Land Cover map (1: 100 000) and Estonian Base Map (1: 50 000). More detailed Estonian Basic Map in scale 1:10 000 was not in the main vector maps list because it was not covering the whole Estonia in those days. Some other thematic maps were also suggested to be used as additional information. Core areas, buffer zones and connecting corridors in different levels were formed in counties to ensure the connectivity of network.

The county thematic plan entitled “Environmental conditions for guiding settlement and land use” with its sub-topic “Green network” is the basis for several processes. Processes like preparing general and detailed plans, preparing management plans for catchment areas, preparing management plans for nature protection areas, preparing forest management plans, preparing land management plans, managing nature conservation outside of protection areas, planning national infrastructures. These are all processes which are supposed to base on thematic plan “Environmental conditions for guiding settlement and land use” (EEIC, 2008).

The legal process of county Green Network thematic plans started in Estonia in 1999. First three Green Network thematic plans were validated in 2002 in Rapla County, in Järva County and in Valga County. The last county of 15 counties validating its Green Network thematic plan was Saare County in 2007 (Fig. 1).

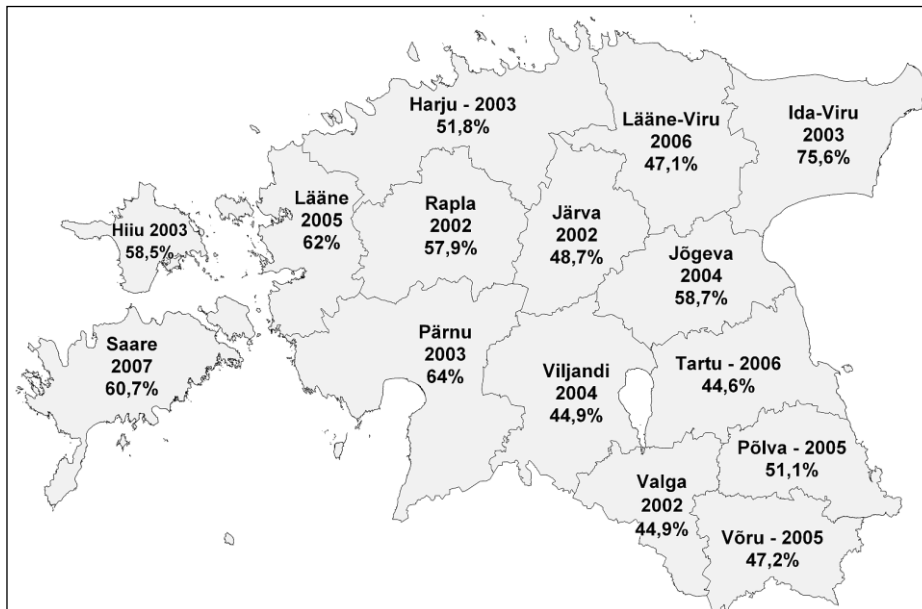


Figure 1. Validation year of county thematic plan and the share of county territory the Green Network is covering.

Although there are validated Green Network thematic plans in every county nowadays there is not existing any central database or map layer of Green Network covering the whole Estonia. Most of the data can be found in county government’s web pages or has to be asked from county governments. The data and map layers are not incorporated into Estonian Nature Information System (EELIS/ENIS) – the system dealing with most of the Estonian nature protection spatial information.

Materials and methods

As there was no complete Estonian Green Network map layer available the first task was to gather thematic plans information from counties and create uniform mask of Estonian Green Network. There was one thematic map about Estonian Green Network published by Estonian Environment Information Centre (EEIC, 2008) but if compared with original thematic plans from county governments some mistakes were discovered on that map. Therefore new layer was created using data originating from all county governments (15 counties). The data had very different structure and detailness (levels of corridors etc.) by counties. Arranging data to cover the whole Estonia was necessary but for general

mask the absence of detail information in some counties was not important. Mask layer of Estonian Green Network was composed in GIS program MapInfo Professional (Fig. 2).

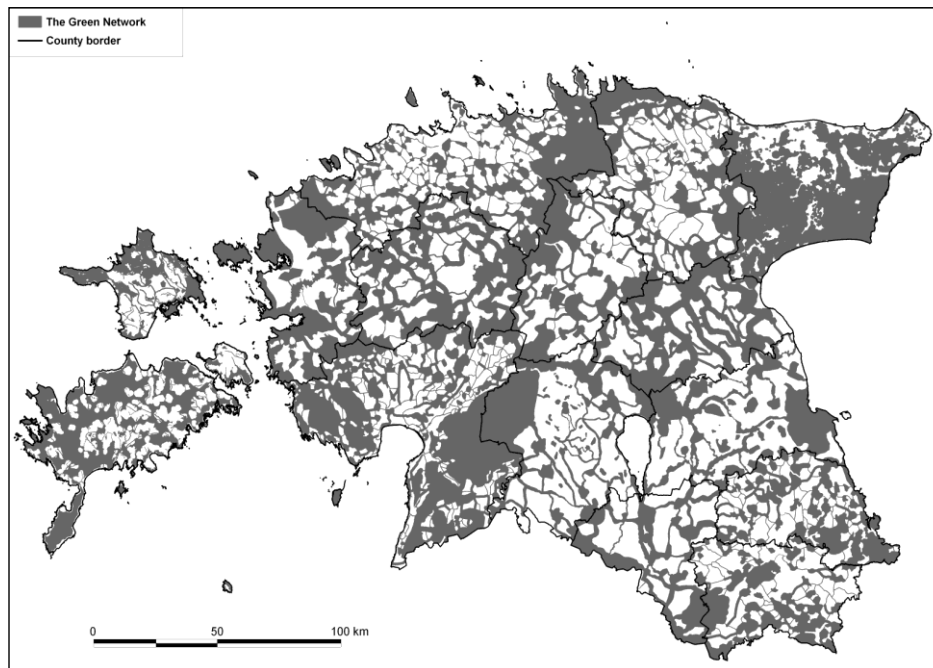


Figure 2. The Green Network of Estonia.

To study the composition of the Green Network areas according to different land use classes cartographic comparisons were made in counties. Estonian Base Map (1:50 000) and Estonian Basic Map (1:10 000) were used to find out land use. In most of these county level thematic plans Estonian Base Map was used in compilation process. As Estonian Base Map is more general than Basic map the presumption was that there can be big differences in Green Network land use classes composition according to different maps, especially in southern Estonia where the landscape is more mosaic. Estonian Basic Map is more detailed and is containing more classes than Estonian Base Map. In comparisons within this study the class “Forest” is containing three Basic Map classes: forest, young forest and bushes. Class “Field” incorporates three Basic Map classes: grassland, field, garden. Class “Yard” is containing yard areas and buildings.

Comparisons with Natura 2000 areas were also carried out to find the actual share of Natura 2000 areas incorporated into the Green Network. Natura 2000 network is actually composition of two different types of protected areas. SPAs - Special Protection Areas (linnualad) and SACs - Special Areas of Conservation (formerly “Sites of Community Importance”) (loodusalad). SPAs are defined by EU “bird directive” (Council Directive 79/409/EC on the Conservation of Wild Birds) and SACs by EU “habitat directive” (Council Directive 92/43/EC on Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora). Therefore these two different areas were handled separately (Natura 2000 layers originated from Estonian Nature Information System). As Green Network areas are defined only on main land but some Natura 2000 areas are located also on open water areas, Estonian Land Board municipality borders layer from year 2007 was used to eliminate areas located on open water (sea territory, Lake Peipus, Lake Võrtsjärv).

Results

Combining Green Network thematic plans data from 15 counties Estonian Green Network map was created (Fig. 2). As environmental conditions vary in counties, the share of county’s territory covered by Green Network also varies. The biggest share of county’s territory is engaged in Ida-Viru County and the smallest share is engaged in Tartu County (Fig. 1).

Differences were expected to occur in land use composition comparisons basing on Estonian Base Map (1:50 000) and Estonian Basic Map (1:10 000). Especially in southern Estonia where the landscape is mosaic. In reality the numbers were not differing so much at all. Distribution of Green Network areas was compared in counties basing on Base Map and basing on Basic Map (Table 1).

If 100% was the total Green Network territory in county the mean difference of forest share was 8% in sense that Base Map was containing more forest on Green Network areas than Basic Map. Surprising was that biggest difference was not occurring in southern counties (Valga, Võru) but in western counties (Saare, Hiiu, Lääne). Mean difference of fields incorporated to Green Network was -3,8 in sense that Base Map contained less fields on Green Network areas than Basic Map. In this case biggest difference between two maps occurred in Lääne and Hiiu County.

Table 1.

Distribution of Estonian Base Map (1:50 000) and Estonian Basic Map (1:10 000) land use classes on the Green Network area. Counties are ordered by % of territory covered by Green Network [Fig.1].

	Distribution of land use classes on the Green Network area								
	Forest		Field		Yard		Other		
	Map:	Base	Basic	Base	Basic	Base	Basic	Base	Basic
Ida-Viru County		81,2	73,9	1,2	4,3	0,6	0,4	17,0	21,3
Pärnu County		74,5	68,5	7,8	11,0	0,6	0,5	17,1	20,0
Lääne County		65,1	51,9	10,3	19,7	0,9	1,0	23,7	27,4
Saare County		79,9	65,1	10,2	15,1	0,8	0,6	9,1	19,2
Jõgeva County		74,7	69,2	15,5	17,6	0,8	0,7	9,0	12,5
Hiiu County		82,9	68,4	8,7	16,3	1,6	1,6	6,8	13,7
Rapla County		73,1	67,5	10,6	13,1	0,7	0,7	15,6	18,8
Harju County		80,5	71,7	3,5	7,2	0,8	0,8	15,2	20,3
Põlva County		71,5	66,4	15,7	16,8	1,0	0,8	11,8	16,0
Järva County		74,0	70,9	12,2	14,0	0,5	0,4	13,3	14,7
Võru County		79,1	70,8	12,9	17,1	0,9	0,8	7,1	11,3
Lääne-Viru County		78,7	71,4	13,2	17,9	1,3	0,9	6,8	9,8
Viljandi County		76,0	68,1	6,5	10,2	0,6	0,5	16,9	21,2
Valga County		83,6	75,1	11,9	15,0	0,6	0,7	3,9	9,2
Tartu County		63,4	58,1	11,3	13,6	1,1	0,9	24,2	27,3

Table 2.

Distribution of Natura 2000 areas along the Green Network areas (open water areas were not taken into account). SPAs - Special Protection Areas, SACs - Special Areas of Conservation. Counties are ordered by % of territory covered by Green Network [Fig.1].

	SPAs/Linnualad			SACs /Loodusalad		
	Area (Ha)			Area (Ha)		
	in county	on network	%	in county	on network	%
Ida-Viru County	48413,5	48391,0	100,0	51972,8	51415,5	98,9
Pärnu County	92265	82943,4	89,9	90556,0	81872,6	90,4
Lääne County	68994,0	67632,5	98,0	75548,5	73993,0	97,9
Saare County	40235,1	39391,9	97,9	52856,9	51740,1	97,9
Jõgeva County	19248,4	18018,8	93,6	20958,6	19907,0	95,0
Hiiu County	11201,0	11180,1	99,8	23743,5	23710,6	99,9
Rapla County	20450,1	20281,3	99,2	51872,5	50688,4	97,7
Harju County	60432,9	53657,7	88,8	73409,8	64854,1	88,3
Põlva County	6251,8	6023,5	96,3	14406,8	13789,5	95,7
Järva County	22329,4	22110,5	99,0	22662,5	22230,4	98,1
Võru County	28120,7	20782,8	73,9	34166,3	25714,9	75,3
Lääne-Viru County	36709,7	36334,6	99,0	45539,2	44676,7	98,1
Viljandi County	42207,0	42012,0	99,5	45970,8	45323,3	98,6
Valga County	33105,5	19446,0	58,7	37838,8	24291,6	64,2
Tartu County	44837,1	40815,8	91,0	51739,2	47264,4	91,4

In comparisons with Natura 2000 areas Natura Special Areas of Conservation (loodusalad) and Natura Special Protection Areas (linnualad) were handled separately (Table 2, Fig. 3). In 10 of 15 counties the share of incorporated Natura areas within county territory was around 95% or higher. In three counties (Harju, Tartu, Pärnu) the incorporated share was around 90%. Outstandingly low incorporation occurred in Valga County and in Võru County. In Võru County only about 3/4 of county's Natura areas were located on Green Network areas. In Valga County numbers were even smaller, only about 60% of county's Natura areas were incorporated into county Green Network thematic plan.

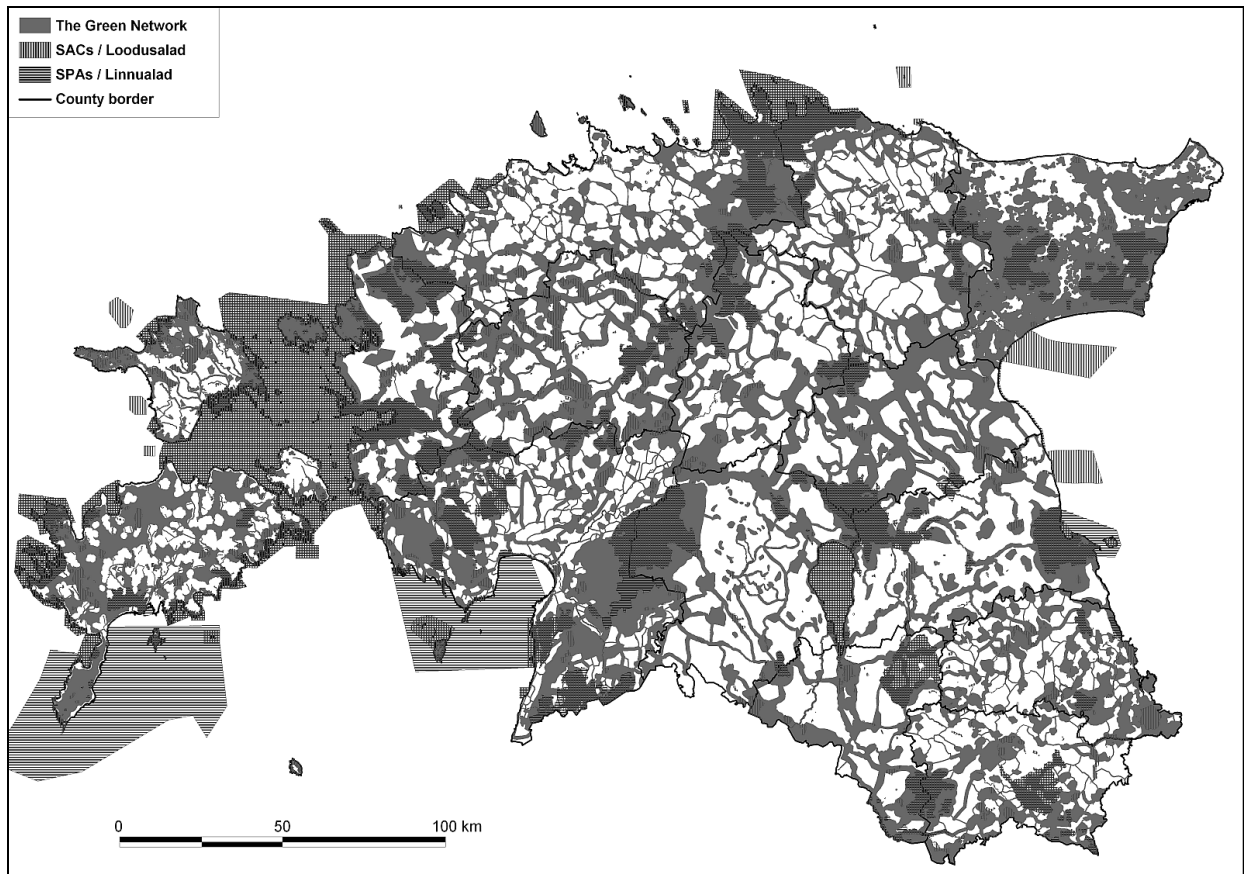


Figure 3. The Green Network of Estonia and Natura 2000 areas.

Discussion and conclusions

Green Network is supposed to be smoothly and well connected also in counties border zones. In reality there are still some conflict areas along the county borders (Liiva, 2009). Reasons can be found in different subjects (bad communication between counties, time lag, changed interests, etc.).

The process of producing counties Green Network thematic plans was mainly performed by county governments. County thematic plan is basis for more accurate local municipalities Green Network thematic plans. Some authors suggest that in this process local stakeholders should be more involved in beginning phases not only in public discussion phase in the end of the process (Külvik et al, 2008).

As conclusions it can be suggested that in Võru County and in Valga County the revision of Green Network areas should be considered. In Võru County case it can be pointed out that only about 3/4 of Natura 2000 areas are incorporated into Green Network. In Valga case the incorporation is even smaller, only about 60% of Natura 2000 areas. Main reason for this kind situation in Valga County can be found in validating the Green Network thematic plan before the final national Natura 2000 areas list was validated. In Võru County this explanation can not be used as the thematic plan was validated in 2005, being one of the latest thematic plans validated.

The process initiated in 1999 ended in 2007 when last county Green Network thematic plan was validated in Saare County. This all created basis for more ecological and nature friendly development. How much this basis has been taken into account in real life is subject for some other study.

Acknowledgements

This study was supported by the Target Funding Project No. 1090050s07 of the Ministry of Education and Science, Estonia.

References:

1. Council of Europe 1996. Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy, submitted by the Council of Europe at the Ministerial Conference "Environment for Europe" (Sofia, Bulgaria, 23-25 October 1995). Nature and Environment, No. 74, Council of Europe Press. 69 pp.
2. Government of Estonia 1999. Order 763-k Initiation of thematic plans for county plans. State Herald Supplement, 110, 1425.
3. EEIC 2008. Estonian Nature Conservation in 2007, Estonian Environment Information Centre, Tallinn, 80p. [WWW document]. – URL: www.keskkonnainfo.ee/publications/329_PDF.pdf [Accessed 5 December 2010].
4. Estonian Ministry of Environment 2001. Estonia 2010. National Spatial Plan, Tallinn. [WWW document]. – URL: www.siseministeerium.ee/public/tais2010.pdf [Accessed 5 December 2010].
5. Estonian Ministry of the Environment 2010. Estonian Natura 2000 homepage managed by Estonian Ministry of the Environment. [WWW document]. – URL: <http://www.natura2000.envir.ee/> [Accessed 5 December 2010].
6. Government of Estonia 2003. Planning Act. State Herald Supplement, 99, 579.
7. Külvik, M., Suškevič, M., Kreisman, K. 2008. Current status of the practical implementation of ecological networks in Estonia. [WWW document]. – URL: www.ecologicalnetworks.eu/documents/publications/ken/EstoniaKENWP2.pdf [Accessed 5 December 2010].
8. Liiva, H. 2009. Analysis of Ecological Network Methodology implementation in county thematic plans. Master thesis. 53 pp.
9. Sepp, K., Jagomägi J. 2002. The Green Network. Project rapport. [WWW document]. – URL: <http://www.siseministeerium.ee/public/roh.vorgustik.pdf> [Accessed 5 December 2010].

SUMMARY

DISTRIBUTION OF THE GREEN NETWORK OF ESTONIA

Janar Raet^{*}, Kalev Sepp, Are Kaasik Valdo Kuusemets, and Mart Külvi

Department of Landscape Management and Nature Conservation, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia

^{}e-mail: janar.raet@emu.ee*

Kokkuvõte

1995 toimunud kolmandal Euroopa keskkonnaministrite konverentsil „An Environment for Europe“ (Keskkond Euroopa jaoks) võeti vastu Pan-Euroopa bioloogilise ja maastikulise mitmekesisuse strateegia, mis ühe meetmena nägi ette Euroopa ökoloogilise võrgustiku (Pan-European Ecological Network – PEEN) loomist, tagamaks Euroopa ulatuses oluliste elupaikade, liikide ja maastike säilimist ja kaitset. Selle protsessi üheks osaliseks on ka Eesti. 1999 kohustas Vabariigi Valitsus korraldusega 763-k „Maakonnaplaneeringute teemaplaneeringu algatamine“ maakondi algatama teemaplaneeringut „Asutust ja maakasutust suunavad keskkonnatingimused“. Selle teemaplaneeringu üheks alateemaks oli „Roheline võrgustik“. Vastav teemaplaneering koos rohelise võrgustiku alateemaga on

alusdokumendiks paljudele tegevustele: üld- ja detailplaneeringute koostamine; valgalade veemajanduskavade koostamine; kaitsekorralduskavade koostamine; metsamajandamiskavade koostamine; maakorralduskavade koostamine; looduskaitse korraldamine väljapool kaitsealasiid; üleriigiliste infrastruktuuride planeerimine. Esimesed teemaplaneeringud kehtestati aastal 2002 (Valgamaa, Raplamaa, Järvamaa). Viimane maakonna teemaplaneering sellel teemal valmis 2007 Saaremaal. Maakondade jaoks välja töötatud metoodika „Roheline võrgustik“ soovitas ühe lähtekaardina kasutada Eesti Baaskaarti (1:50 000) ning nägi ühe eesmärgina ette Natura 2000 alade kaasamist täitmaks PEEN püüdlusi. Natura 2000 alad jagunevad loodusaladeks ja linnualadeks ning nende alade määramine oli üheks Euroopa Liiduga liitumise eeltingimuseks. Nimekirjad valmisid liitumishetkeks aastal 2004. Kuna osad maakonnad olid oma rohelist võrgustikku käsitleva teemaplaneeringu kinnitanud enne seda, ei pruukinud kõik Natura 2000 alad olla rohelisse võrgustikku kaasatud.

Hetkel ei ole olemas ametlikku ühtset Keskkonnaministeeriumi poolt hallatavat rohelist võrgustiku kaardikihti. Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse poolt on aastal 2008 välja antud trükis, kus on toodud Eesti rohelist võrgustiku teemakaart aga kuna lähemal uurimisel ilmsid seal mõned vead, otsustati käesoleva töö jaoks tekitada maavalitsustest saadud andmetest uus Eesti rohelist võrgustiku mask. Maavalitsustest saadud andmed olid erineva detailsusega ning erineva struktuuriga, mistõttu vajadid ühtse tervikkaardi koostamiseks korrastamist.

Sõltuvalt keskkonnatingimustest oli maakondades rohelist võrguga hõivatud erinev pindala. Kõige väiksem oli see pindala Tartumaal (rohelist võrgustikuga oli kaetud 44,6% maakonna pindalast), suurim aga Ida-Virumaal (75,6% maakonna pindalast).

Uurimaks, kui palju erineb Eesti Põhikaardi detailsem situatsioon rohevõrgu aladel selle koostamisel kasutatud üldistatumast Eesti Baaskaardist, tehti maakasutusklasside võrdlus rohevõrguna defineeritud aladel. Erinevus oli olemas, kuid see oli oodatust väiksem ja üllatuslikult polnud suurem mitte mosaiikse maastikumustriga Lõuna-Eestis vaid hoopis Lääne-Eestis.

Natura 2000 alade puhul uuriti rohevõrku kaasatust linnualade ja loodusalade osas eraldi. Võrdlusest elimineeriti Maa-ameti administratiivpiiride kaardikihi abil merealadele ja suurtele siseveekogudele jäänud Natura 2000 alad. Kümne maakonna puhul olid rohelisse võrgustikku kaasatud Natura 2000 aladest 95% ja rohkem. Kolme maakonna puhul jäi kaasatus 90% juurde. Võrumaal oli Natura 2000 aladest kaasatud kolmveerand, Valgamaal jäi kaasatus vaid 60% juurde. Kui Valgamaa puhul on ilmselt põhjuseks teemaplaneeringu varajane kinnitamine võrreldes Natura 2000 alade nimekirja valmimisega, siis Võrumaa puhul seda arvata ei saa. Mõlema maakonna puhul oleks soovitatav vastav teemaplaneering ümber vaadata saavutamaks metoodikas seatud eesmäärke.

ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В ЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

Леонова Н.Б. *, Горяинова И.Н.

*Географический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
Россия*

**e-mail: nbleonova2@gmail.com*

Проведена оценка фиторазнообразия лесов среднетаежных ландшафтов на юге Архангельской области. В рамках исследований на двух ключевых территориях были сопоставлены данные для контрастных ландшафтов: 1) сильно расчлененной структурной моренно-эрозионной равнины, сложенной пермскими мергелями, перекрытыми маломощным чехлом озерно-ледниковых и моренных отложений; 2) речных долин Кокшеньги и Устья, сложенных мощными аллювиальными и озерно-ледниковыми отложениями преимущественно легкого механического состава. Для оценки фитоценотического разнообразия использованы единицы доминантной и эколого-флористической классификаций. Альфа-разнообразие оценивалось с помощью показателей видового богатства и видовой насыщенности. Для анализа бета-разнообразия использован индекс Уиттекера. На доминантной основе выделены 38 типов леса - 35 в пределах моренно-эрозионной равнины и 22 в ландшафте речных долин, причем количество типов хвойных лесов примерно одинаково, число общих типов - 17. Выявлены различия в показателях флористического и фитоценотического разнообразия в разных экотопах двух ландшафтов: более высокие показатели разнообразия характерны для ландшафта моренно-эрозионной равнины. Сравнение фиторазнообразия ландшафтов на основе индекса Уиттекера показало, что бета-разнообразие ландшафта речных долин выше, чем ландшафта моренно-эрозионной равнины, что связано с высокой контрастностью экологических условий в долинах. Установлено, что использование типов леса в рамках эколого-фитоценотической классификации и единиц эколого-флористической классификации для оценки фитоценотического разнообразия наглядно отражает связь последнего с характером почвообразующих пород, экологических условий и в целом, с действием природных и антропогенных факторов в различных ландшафтных условиях, дает возможность сопоставить оценки разнообразия лесов по данным исследований, выполненных на основе различных типологических схем. При сравнении полученных результатов с имеющимися в литературе характеристиками лесного покрова других среднетаежных ландшафтов европейской территории России выявляется тесная связь между механическим составом поверхностных отложений и фитоценотическим разнообразием. Показано, что богатство почв определяет и альфа-разнообразие лесных сообществ. При антропогенной трансформации лесного покрова, уменьшение лесов, близких к коренным, компенсируется повышением разнообразия вторичных лесов.

Ключевые слова: фиторазнообразие, среднетаежные ландшафты, типы леса, альфа-разнообразие, индекс Уиттекера.

Изучение фиторазнообразия на ландшафтном уровне является составной частью мониторинга биоразнообразия и основой его сохранения. Большинство исследователей географический ландшафт признан базовой единицей для оценки разнообразия лесов, а ландшафтный комплекс лесных ассоциаций – моделью динамических процессов в растительном покрове, реагирующей на меняющиеся условия среды и антропогенный фактор [1, 2, 3]. Целью исследования является выявление пространственно-временной дифференциации фиторазнообразия среднетаежных лесных сообществ Европейской России на ландшафтном уровне. В задачи работы входили: оценка фитоценотического разнообразия в рамках двух

различных ландшафтов средней тайги Архангельской области – моренно-эрозионной равнины и ландшафта крупных речных долин; выявление связи показателей разнообразия с основными влияющими на него факторами – механическим составом почвообразующих пород, степенью расчлененности рельефа и дренированности территории, антропогенным воздействием и др.

Материалы и методы

В ходе полевых работ в южной части Архангельской области были изучены лесные сообщества ландшафта сильно расчлененной структурной моренно-эрозионной равнины, сложенной пермскими мергелями, перекрытыми маломощным чехлом озерно-ледниковых и моренных отложений, и ландшафта речных долин Кокшеньги и Устья, сложенных мощными аллювиальными и озерно-ледниковыми отложениями преимущественно легкого механического состава [4, 5]. Оценки альфа- и бета- разнообразия, определение экологических ареалов сообществ были применены в рамках различных подходов к классификации лесов – эколого-флористической и доминантной, что позволило более полно выявить различные аспекты пространственно-временной дифференциации фиторазнообразия. Общепринятыми на современном этапе критериями оценки биоразнообразия служат критерии инвентаризационного (альфа-разнообразие: видовое богатство, видовая насыщенность) и дифференцирующего разнообразия (бета-разнообразие: индекс Уиттекера, соотношение ЭЦГ, коэффициенты флористического сходства и др.). Важным вопросом для оценки фитоценотического разнообразия является принцип лесной типологии и классификации сообществ. Наиболее общепринято использование понятия типа леса, как элементарной ячейки лесного покрова. Типы леса широко применялись при характеристике лесов таежной зоны последователями сукачевского биогеоценологического направления, которые выделяют их по общности лесообразующих пород, других ярусов растительности и условий среды [6]. Л.П. Рысиным [7] предложены принципы создания регионального кадастра типов лесов с учетом литогенной основы, однако, он разработан только для южнотаежных и подтаежных лесов центральных районов Европейской России. Инвентаризация типологического разнообразия лесов Европейской России была выполнена Л.Б. Заугольной на основе объединения сообществ в секции по общности наземного покрова [2]. Ландшафтное и биологическое разнообразие среднетаежных лесов Двинско-Пинежского междуречья рассмотрено также в рамках типов леса, причем относящихся к наименее нарушенным антропогенной деятельностью территориям [3]. В рамках исследования для оценки фитоценотического разнообразия были использованы как доминантный подход классификации сообществ с выделением типов леса, так и эколого-флористический с выявлением групп лесных сообществ по диагностическим видам в формате классификации Й. Браун-Бланке [8].

Обсуждение результатов

В ландшафте *моренно-эрозионной равнины* наибольшую часть площади занимают урочища плоских хорошо дренированных междуречий с неглубоко залегающими коренными карбонатными породами, перекрытыми карбонатными моренными суглинками и озерно-ледниковыми супесями. К субдоминантным урочищам относятся крутые и пологие склоны долин, где часто выходят на поверхность пермские мергели, а также балки, овраги и ложбины, террасы и поймы малых рек. Хорошая дренированность, повышенное богатство почв определили высокую степень освоенности ландшафта, распашка значительных площадей способствовала развитию оврагов. Леса преимущественно вторичные, часто располагаются на местах, неудобных для распашки.

В долинах рек Кокшеньги и Устья (*ландшафт речных долин*) доминантные урочища представляют собой приречные боровые террасы с крупнобугристым эоловым рельефом. К субдоминантным относятся урочища тыловых частей террас с цоколем из моренных суглинков под озерно-ледниковыми и древнеаллювиальными песчаными отложениями, ложбин, пойм малых и крупных рек. Бедность почв речных террас определила невысокую интенсивность

сельскохозяйственного использования. Благодаря этому здесь относительно хорошо сохранились леса. Только вблизи деревень имеются распаханые участки, значительная часть которых заброшена и зарастает лесом. В поймах крупных рек преобладают сенокосные луга, а леса сохранились по большей части на прирусловых участках или по переувлажненным понижениям.

При выделении типов лесов по основным лесообразующим породам и наземному покрову было выявлено, что изученной территории представлены все секции, предложенные Л.Б.Заугольной для северной и средней тайги, за исключением секции болотно-травяных лесов [2]. Однако некоторые единицы не вошли в предложенный набор секций и подсекций, что обусловлено производным характером лесов. Поэтому дополнительно выделены кустарничковые долгомошные, кустарничковые (с невыраженным моховым покровом) и опушечно-луговые (с преобладанием в нижнем ярусе лесо-луговых и луговых злаков и разнотравья) леса. Всего установлено 11 подсекций по травяно-кустарничковому и моховому ярусам. Мы сочли целесообразным не рассматривать мелколиственные леса в целом, а выделить березовые, осиновые и сероольховые леса, поскольку экология этих древесных пород различна. При наличии 6 доминантов древесного яруса установлены 38 типов леса: 35 на морено-эрозионной равнине и 22 в ландшафтах речных долин. Сравнимые ландшафты имеют 17 общих типов леса (коэффициент сходства 45%), причем 18 типов встречены только на *моренно-эрозионной равнине* и 5 – ограничены ландшафтами *речных долин*.

Количество типов хвойных лесов в сравниваемых ландшафтах примерно одинаково (рис. 1), но при этом на *моренно-эрозионной равнине* более разнообразны сосняки (только здесь встречены сосняки кустарничковые и мелкотравные), тогда как в *ландшафте речных долин* лучше представлены ельники (только здесь отмечены ельники лишайниково-зеленомошные, кустарничковые и неморальнотравяные). Поскольку сосняки в исследуемом районе большей частью вторичные, это можно объяснить разницей в интенсивности антропогенного воздействия.

Этим же обусловлено значительно более высокое разнообразие мелколиственных лесов в ландшафте *моренно-эрозионной равнины* (22 против 8 в РД). Только здесь описаны осиновые леса (6 типов), а также 5 типов березняков и 3 типа ольшанников. Как известно, возобновление еловых лесов в средней тайге Европейской России на более бедных и сухих почвах идет через сосну, на более богатых и влажных - через мелколиственные породы [9]. Следовательно, высокое разнообразие мелколиственных лесов, а особенно осинников отражает большее богатство почв *моренно-эрозионной равнины* по сравнению с *речными долинами*.

Заметно различается также характер распространения типов леса, представленных в обоих ландшафтах. Сосняки и ельники лишайниковые, зеленомошно-лишайниковые, зеленомошные (кустарничковые и мелкотравные) чаще встречаются в ландшафте *речных долин*, сосняки и ельники кисличники, березняки и ольшанники неморально-травяные, сосняки и березняки опушечно-луговые - на *моренно-эрозионной равнине*. Таким образом, сравнение набора единиц эколого-фитоценотической классификации и их распространения отражает важнейшие различия между ландшафтами, обусловленные составом почвообразующих пород и степенью антропогенной трансформации лесов.

Одноименные типы леса в разных ландшафтах могут заметно различаться по видовой насыщенности. Это подтвердилось в нашем случае для большинства выделенных единиц. Исключение составили ольховые леса, которые в *ландшафте речных долин* имеют ограниченное распространение и приурочены чаще всего к наиболее богатым почвам пойм (рис.2).

При переходе к анализу растительного покрова структур ранга урочищ также можно отметить значительные различия по набору и разнообразию типов леса. В ландшафте *речных долин* наиболее разнообразна растительность пойм, относительно однородны сообщества ложбин и высоких песчаных террас. При этом в поймах наибольшим числом типов представлены березовые, на низких террасах и в ложбинах – еловые, на высоких песчаных террасах – сосновые леса.

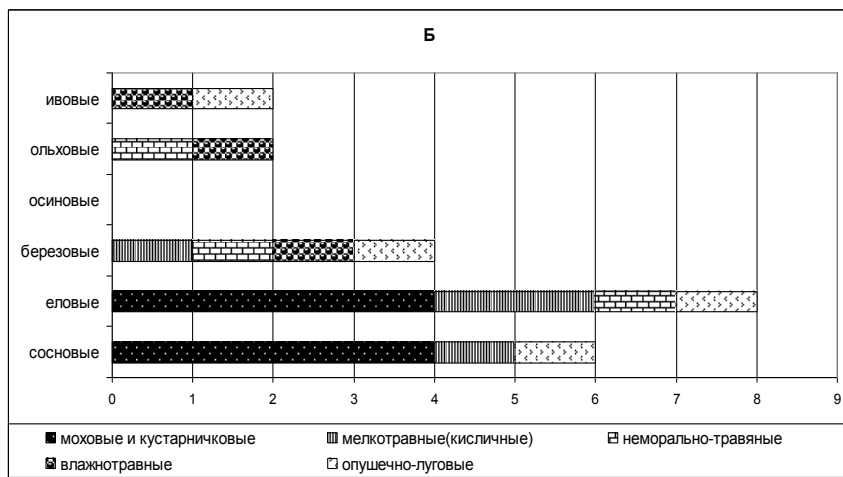
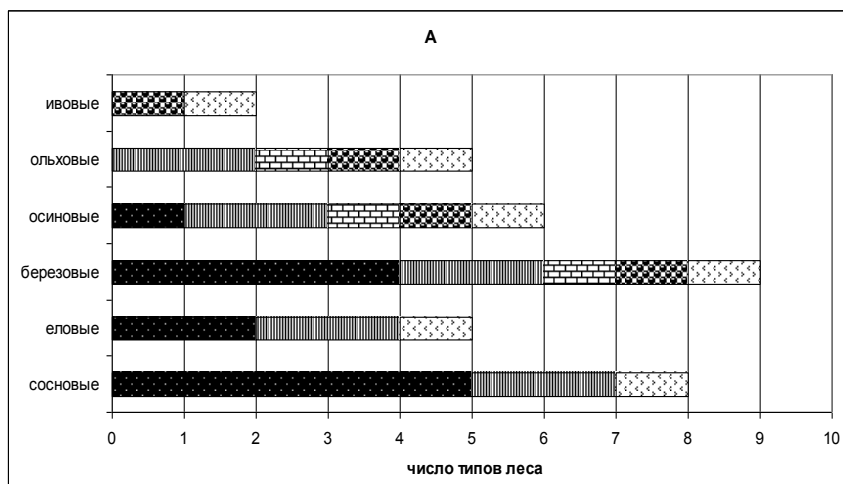


Рис.1. Типологическое разнообразие лесов в пределах двух ландшафтов: А – моренно-эрозионная равнина; Б - ландшафт речных долин

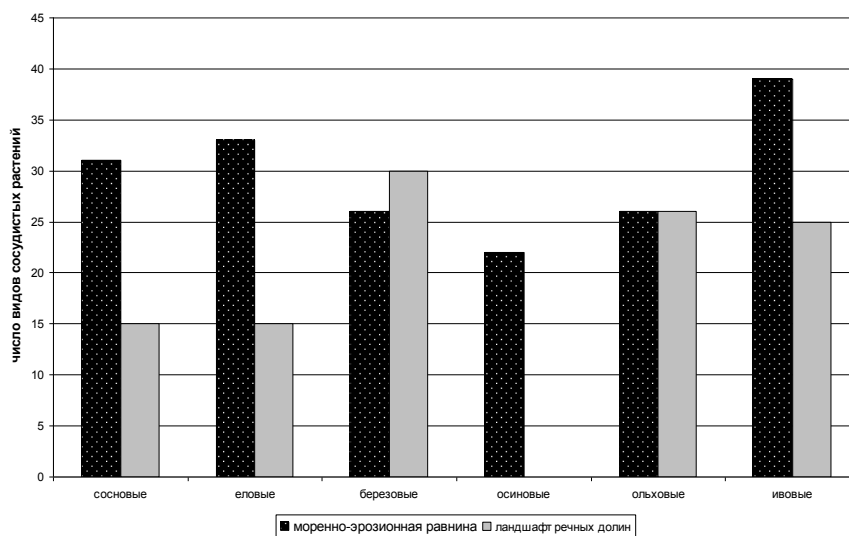
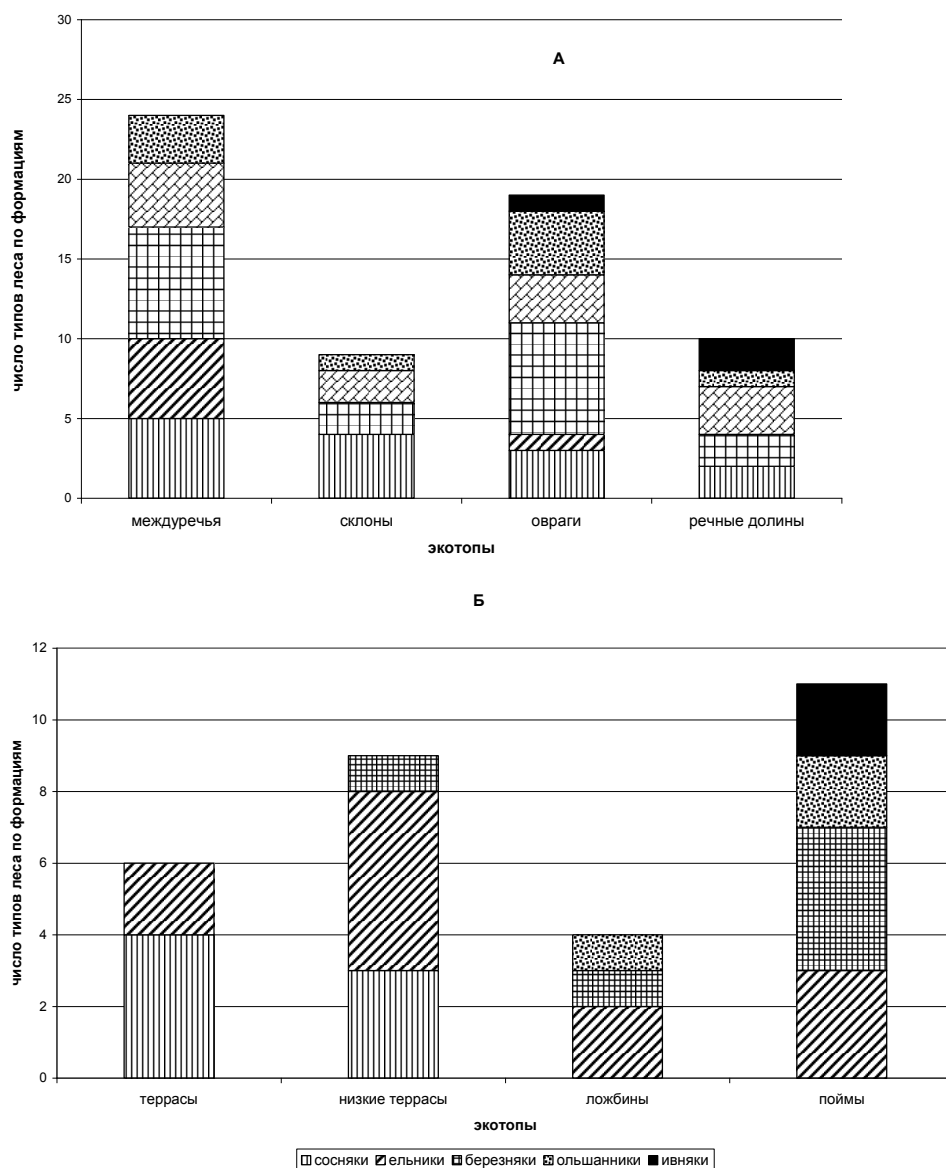


Рис.2. Средняя видовая насыщенность лесных сообществ различных типов в двух ландшафтах.



**Рис.3. Разнообразие и распределение типов лесов по урочищам в разных ландшафтах:
А - моренно-эрозионная равнина; Б – ландшафт речных долин.**

На моренно-эрозионной равнине повышенным разнообразием отличается растительность междуречий, затем – оврагов. В этих урочищах наибольшим числом типов представлены березовые, на склонах – сосновые, в долинах – осиновые леса (рис. 3). При классификации сообществ по методике Браун-Бланке было выделено 11 безранговых единиц: групп лесных сообществ [8], причем 8 из них относятся к классу Vaccinio-Piceetea, 3 - к классу Querco-Fagetea.

Для большинства выделенных единиц удалось найти аналоги в литературе [10, 11, 12], но для наиболее сильно измененных антропогенным воздействием лесов (например, группа *Viola canina*) соответствующих ассоциаций мы не обнаружили. Поскольку еще не разработана общая флористическая классификация лесов европейской части России, описанные синтаксоны нельзя считать окончательно установленными. Оценка выделенных групп сообществ по шкалам Л.Г.Раменского показала их экологическое своеобразие. Важно и то, что они заметно различаются между собой по видовому богатству и видовой насыщенности (табл.1).

Табл.1.

Экологические характеристики и альфа-разнообразие групп лесных сообществ

Группа сообществ	Экологическая амплитуда по Л.Г. Раменскому		Видовая насыщенность (число видов сосудистых сообществ на пробную площадь)	Видовое богатство (общее число видов сосудистых растений в группе)
	Ступени увлажнения	Ступени богатства почв		
<i>Ledum palustre</i>	78-81	4,4-5,8	12	25
<i>Calluna vulgaris</i>	65-76	3,3-5,5	14	48
<i>Linnaea borealis</i>	73-77	5-6	14	52
<i>Veronica officinalis</i>	67-72	6-8	33	
<i>Lycopodium clavatum</i>	70-73	5,5-7	20	130
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	73-77	6-7,8	35	94
<i>Oxalis acetosella</i>	70-76	6-8	26	83
<i>Stellaria holostea</i>	71-75	6,5-8	32	132
<i>Asarum europaea</i>	71-76	7,2-9	23	105
<i>Viola canina</i>	64-70	7-10	36	130
<i>Trollius europaeus</i>	72-77	8,8-10,6	27	154

Все выделенные группы сообществ флористической классификации присутствуют в обоих ландшафтах, но соотношение их весьма различно (рис.4).

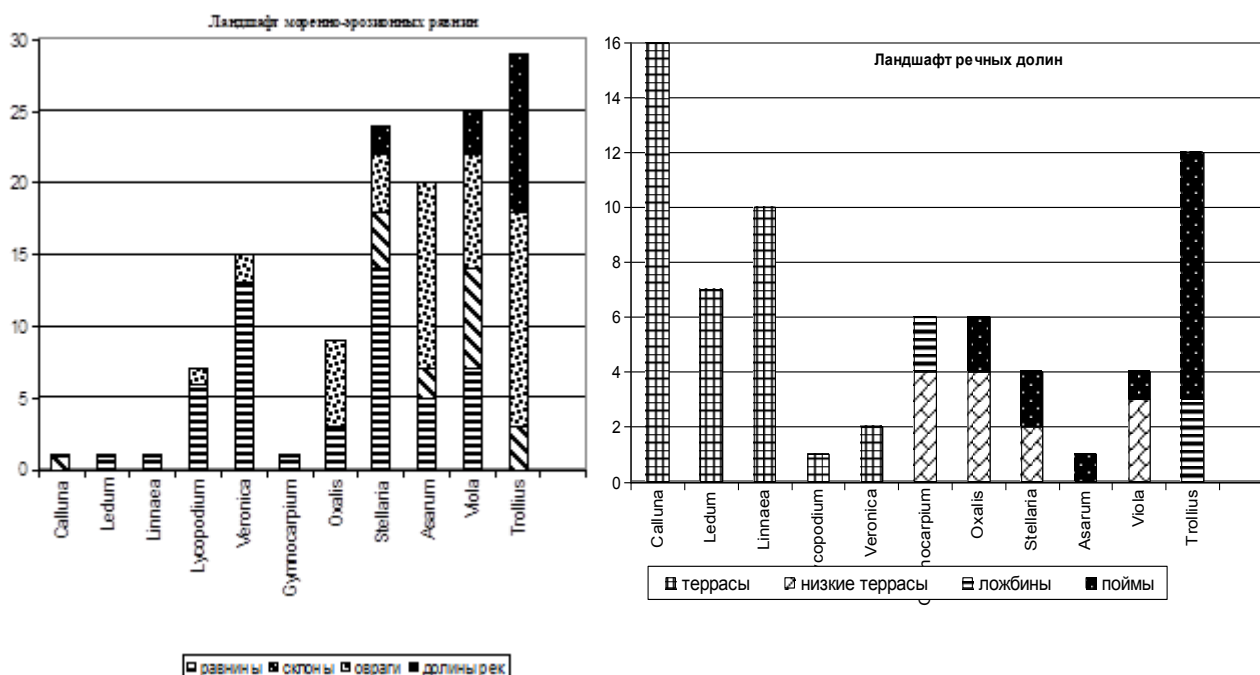


Рис.4. Сравнение представленности сообществ групп эколого-флористической классификации в основных экотопах двух ландшафтов (в %).

В ландшафте речных долин преобладают леса групп *Calluna vulgaris*, *Linnaea borealis* и *Ledum palustre*, т.е. флористически бедные сообщества типичных бореальных лесов, сосредоточенные на песчаных террасах. В поймах заметную роль играют сообщества группы *Trollius europaeus*. Можно отметить резкое различие между сообществами доминантных и подчиненных урочищ, проявляющееся значительно яснее, чем при использовании традиционной классификации. На моренно-эрозионной равнине наиболее распространены флористически богатые бореально-

неморальные леса подгрупп *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum* и *Viola canina*. Леса группы *Trollius europaeus*, приуроченные к днищам оврагов и поймам малых рек одинаково представлены в обоих ландшафтах.

Можно предположить, что в пределах разных ландшафтов леса, относящиеся к одному синтаксону, осваивают разные части своего экологического ареала. Для проверки этого предположения была проведена оценка описаний по шкалам Л.Г. Раменского. Сопоставление экологических ареалов одной и той же группы сообществ показало, что, в целом для большинства групп серьезных отличий не наблюдается. На рис.5 приведены результаты анализа для контрастных по экотопам групп сообществ – вторичных мелколиственных лесов группы *Viola canina* и бореальных лесов группы *Calluna vulgaris*.

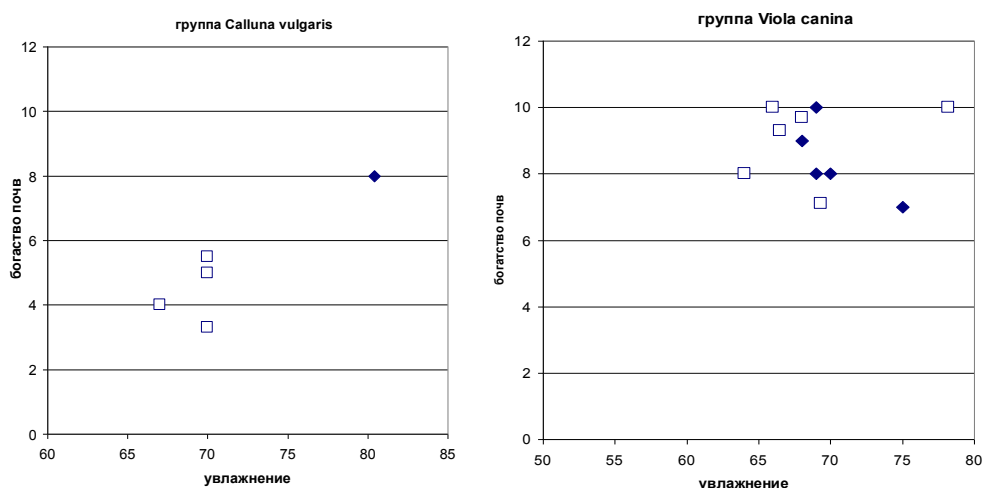


Рис. 5. Экологические ареалы групп *Viola canina* и *Calluna vulgaris* в ландшафтах моренно-эрозионной равнины (♦) и речных долин (□)

В ландшафте *моренно-эрозионной равнины* сообщества первой группы встречаются чаще и здесь они тяготеют к более увлажненным местообитаниям, чем в *ландшафте речных долин*. А сообщества группы *Calluna vulgaris* напротив достаточно редки и «отходят» в экологическом поле в сторону большего богатства почв и большего увлажнения. Такое смещение в экологическом пространстве, возможно, является свидетельством принадлежности к иному географическому варианту данной классификационной единицы в других ландшафтных условиях. Недостаток фактических данных не позволяет в настоящее время обосновать это предположение.

Табл. 2.

Показатели альфа- и бета-разнообразия лесных сообществ ландшафтов Архангельской областей.

Ландшафт	Количество видов	Средняя видовая насыщенность	Коэффициент Уиттекера
Моренно-эрозионная равнина			
Плоские междуречья	155	29	4,3
Склоны	145	32	3,5
Овраги	194	27	6,2
Долины малых рек	138	30	3,5
Ландшафт, в целом	230	29	6,9
Ландшафт речных долин			
Боровые террасы	63	11	4,7
Низкие террасы	116	34	2,4
Ложбины	75	25	2,0
Поймы	135	25	4,4
Ландшафт, в целом	208	24	7,7

В качестве оценки бета-разнообразия был использован индекс Уиттекера, который характеризует степень различия (или сходства) ряда местообитаний с точки зрения их видового состава [13], т.е. отражает степень их контрастности. Сравнение двух ландшафтов было по величине индекса Уиттекера показало, что в ландшафте *моренно-эрозионной равнины* наибольшее бета-разнообразие (табл. 2.) свойственно растительности оврагов, наименьшее – растительности долин малых рек (куда входят террасы и поймы). В ландшафте *речных долин* наиболее разнообразна растительность борových террас и пойм, а наиболее однородна растительность ложбин. По бета-разнообразию в целом *ландшафт речных долин* превосходит *моренно-эрозионную равнину*, что отражает широкий экологический диапазон первого ландшафта – от сухих бедных песчаных почв террас до влажных богатых почв пойм. При этом альфа-разнообразие выше в первом ландшафте.

Заключение

Проведенные исследования и анализ структуры лесного покрова двух среднетаежных ландшафтов на основе различных классификационных подходов позволили дать разностороннюю оценку их фиторазнообразия.

Наиболее высоким фиторазнообразием по оценкам видового и типологического разнообразия отличаются леса *моренно-эрозионной равнины* с преобладанием суглинистых отложений, местами карбонатного состава; леса ландшафта крупных речных долин с преобладанием песчаных отложений характеризуются меньшим типологическим и видовым разнообразием.

Сравнение полученных результатов имеющимися в литературе данными по среднетаежным лесам Вологодской области [14], Республики Коми [15,16] и Карелии [17] подтверждает тесную связь между механическим составом поверхностных отложений и фитоценотическим разнообразием. Состав отложений оказывает заметное влияние на богатство почв, являющееся в средней тайге основным лимитирующим фактором, определяющим во многом и альфа-разнообразие растительности. При антропогенной трансформации лесного покрова, уменьшение разнообразия лесов, близких к коренным, компенсируется повышением разнообразия вторичных лесов.

Таким образом, сравнение набора единиц эколого-фитоценотической классификации и их распространения отражает различия между ландшафтами, обусловленные составом почвообразующих пород и степенью антропогенной трансформации лесов. Единицы эколого-флористической классификации хорошо отражают эколого-динамическую дифференциацию лесных сообществ и позволяют оценить экологическую емкость ландшафта.

Литература

- [1] Огуреева Г.Н., Булдакова Е.В. (2006)/ Разнообразие лесов Клинско-Дмитровской гряды в связи с ландшафтной структурой территории. Лесоведение, N 1, с.58-69.
- [2] Мониторинг биологического разнообразия лесов России. Методология и методы. (2008). Отв.ред. А.С. Исаев. М.: Наука. 453 с.
- [3] Ландшафтное и биологическое разнообразие на территории междуречья Северной Двины и Пинеги (2013) / Н.Б. Глушковская, А.Т. Загидуллина, В.И. Корепанов, В.М. Коткова, Е.В. Кушневская, Д.М. Мирин, А.П. Столповский, Б.Ю. Филиппов. СПб. 116 с.
- [4] Дьяконов К.Н. (2002). Взаимодействие структурного, эволюционного и функционального направлений в ландшафтных исследованиях. Вестник МГУ сер.: геогр., N 1. С.13-21.
- [5] Хорошев А.В. (2005). Ландшафтная структура бассейна р.Заячь (Важско-Северодвинское междуречья, Архангельская область) М.: МГУ. 155 с.
- [6] Сукачев В.Н. (1972). Основы лесной геоботаники. Избр. труды, т.1, Л.:Наука. С.142-201.
- [7] Рысин Л.П. (1990). Опыт составления кадастра типов леса Подмосковья // Региональные кадастры типов леса. М.: Наука. С.123-136.

- [8] Мяло Е.Г., Горяинова И.Н., Леонова Н.Б. (2008). Закономерности эколого-географической дифференциации биоразнообразия в ландшафтах средней тайги Европейской России// Биogeография в Московском университете. М.: ГЕОС. С.36-52.
- [9] Раменская М.Л. (1975). Физико-географические особенности и лесные ландшафты //Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской обл. Петрозаводск. С.4-36.
- [10] Коротков К.О.(1991). Леса Валдая. М., Наука. 160 с.
- [11] Морозова О.В., Коротков В.Н.(1999) Классификация лесной растительности Костомукшского заповедника //Заповедное дело, вып.5, с.58-78.
- [12] Смагин В.А. (1993). Ассоциации болотных сосновых сообществ северо-запада РСФСР //Вопросы классификации болотной растительности. СПб., с.83-94.
- [13] Мэгарран Э. (1992) Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 181 с.
- [14] Гаврилов К.А., Карпов В.Г. (1962).Главнейшие типы леса и почвы Вологодской области в районе распространения карбонатной морены // Труды Ин-та леса и древесины. Т.52. С.5-118.
- [15] Гончарова Н.Н., Дегтева С.В., Дубровский Ю.А. (2007). Комплексный заказник «Гажаягский». Растительность // Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий. Вып.5. Сыктывкар. С. 142-156.
- [16] Маковский В.И., Синельщикова З.И.(1970). Распределение лесной и болотной растительности по ландшафтно-геоморфологическим комплексам и рельефу на Тавда-Кондинском междуречье //Труды ин-та экологии раст. и животных УрФАН вып.67. С.101-117.
- [17] Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В. и др.(1990). Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск, 284 с.

Summary

PHYTO-DIVERSITY OF FOREST COMMUNITIES IN THE LANDSCAPES OF THE MIDDLE TAIGA OF EUROPEAN RUSSIA

Leonova NB^{*}, Goryainova I.N.

Moscow State University named after MV Lomonosov, Faculty of Geography

**nbleonova2@gmail.com*

An assessment of the phyto-diversity in the forests of the middle taiga landscapes in the south of the Arkhangelsk region was carried out. Within the framework of studies in two key areas, data for contrasting landscapes were compared: 1) a strongly dissected structural moraine-erosion plain, composed of Permian marls, overlain by a thin cover of lake-glacial and moraine deposits; 2) the river valleys of Kokshenga and Ustya, composed of powerful alluvial and lake-glacial deposits of predominantly light mechanical composition. To assess the phytocenotic diversity, units of the dominant and eco-floristic classifications were used.

Alpha -diversity was assessed using indicators of species richness and species saturation. To analyze the beta variety, the Whittaker index is used. On the dominant basis, 38 types of forest were identified - 35 within the moraine-erosive plain and 22 in the landscape of river valleys, the number of types of coniferous forests being approximately the same, the number of common types being 17. The differences in the indices of floristic and phytocenotic diversity in different ecotopes of two landscapes: Higher rates of diversity are characteristic of the landscape of the moraine-erosional plain.

A comparison of the phyto-diversity of landscapes on the basis of the Whittaker index showed that the beta-diversity of the river valleys landscape is higher than the moraine-erosion plain landscape, which is associated with a high contrast of ecological conditions in the valleys.

ОХРАНА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ В ЛАНДШАФТАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сулова Е.Г.^{1*}, Русанов А.В.^{2**}

¹Географический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, *Россия*

²Некоммерческий природоохранный фонд «Верховье», *Россия*

e-mail: *lena_susl@mail.ru, **av_rusanov@verhovye.ru

Аннотация

На территории Московской по данным второго издания региональной Красной книги охраняется более 205 сосудистых растений, 23 вида мохообразных, 3 вида красных водорослей, 22 вида грибов, 37 видов лишайников или их местообитания. С 2009 г. работы по мониторингу и поиску новых местонахождений редких видов были продолжены, в том числе в природных комплексах, имеющих особое природоохранное значение, и на действующих, проектируемых, либо планируемых особо охраняемых природных территориях. Обследования проводились во исполнение экологических программ Московской области. Для обобщения информации о местонахождениях редких видов в области разработан и уже несколько лет функционирует электронный «Банк данных по объектам животного и растительного мира, занесенным в Красную книгу», куда специалистами заносятся все сведения о находках и состоянии объектов растительного и животного мира. Мониторинговые исследования показали, что по ряду видов растений данные об их реальном распространении были не всегда полными. В разных физико-географических провинциях число охраняемых видов различается: наиболее богаты редкими сосудистыми растениями небольшие по площади в пределах области Москворецко-Окская (Окский ландшафт древнеаллювиальных равнин) и Среднерусская провинции (Заосетринский, Серебряно-Прудский ландшафты моренно-водноледниковых и эрозионно-денудационных равнин), где есть участки луговых красочных разнотравно-ковыльных степей. В самой северной Верхне-Волжской провинции на болотах и в заболоченных лесах моренно-водноледниковых и водноледниковых плоских, замедленно дренируемых равнин (Ермолинский, Нижне-Дубнинский, Решетниковский и др.) ландшафтах по-прежнему обитают редкие гипоарктические элементы. Некоторые виды растений считаются в Московской области исчезнувшими, но местообитания их по-прежнему охраняются в ряде ООПТ. По ряду видов растений и лишайников получена исчерпывающая информация об их актуальном распространении на территории области, для значительной части видов, особенно лишайников, требуется изменение их природоохранного статуса в новом издании Красной книги Московской области, которое планируется на 2018 год.

Ключевые слова: ООПТ, физико-географические провинции, Московская область, Красная книга

На территории Московской области по данным второго издания региональной Красной книги [1] охраняется более 205 сосудистых растений, 23 вида мохообразных, 3 вида красных водорослей, 22 вида грибов, 37 видов лишайников или их местообитания. После издания Красной книги Московской области в 2008 г. работы по мониторингу редких видов продолжились, при этом существенная доля обследований проводилась полевыми группами Некоммерческой организации Природоохранный фонд «Верховье» (далее ПФ «Верховье») в природных комплексах, имеющих особое природоохранное значение, в том числе на действующих, проектируемых, либо планируемых особо охраняемых природных территориях (ООПТ), предназначенных для охраны биоразнообразия. Обследования проводились во исполнение экологических программ Московской области и в рамках уставной деятельности ПФ «Верховье» в пределах ряда федеральных, 236 областных и нескольких местных ООПТ.

За последние 8 лет были обследованы все действующие и 20 проектируемых ООПТ областного значения (половина из них уже утверждены), 18 ООПТ местного значения, а также около 200 000 га природных комплексов, перспективных для создания новых ООПТ.

На трех федеральных ООПТ в области охраняются экосистемы Подмосковья, обладающие существенной природоохранной ценностью. В национальном парке «Государственный комплекс «Завидово»» охраняются леса таежного типа с обширными болотами, а в Приокско-Террасном биосферном заповеднике – смешанные хвойно-широколиственные, сосновые зеленомошные и сосновые остепненные злаковые леса, участки пойменных дубрав и «долы» с комплексом степных растений «окской флоры». Самый ближний к столице национальный парк «Лосиный остров» (его часть входит в границы Москвы) отличается высокой сохранностью хвойных, смешанных лесов и топких болот. Во всех этих значимых ООПТ, имеющих научный штат, в целях охраны фиторазнообразия зональных и интразональных сообществ постоянно ведутся мониторинговые работы по его изучению.

Заметная часть от совокупной площади ООПТ приходится на 11 государственных природных заказников, превышающих по размерам 3000 га каждый: заказники «Черустинский лес», «Тростенское озеро и его окружение», «Журавлиная родина», «Верховья реки Большой Сестры», «Кузьминский комплексный заказник», «Природный заказник «Цна», «Леса западной части Борщевского лесничества» и т.д. В каждой из физико-географических провинций Московской области [2] имеется довольно большое число областных ООПТ – памятников природы, заказников. Так, в самой северной – Верхне-Волжской провинции расположено немногим более 40 областных ООПТ, а также вышеупомянутый национальный парк «Государственный комплекс «Завидово» (ООПТ федерального значения). В Смоленской и Московской провинциях примерно равное число областных ООПТ – чуть более 40. В Москворецко-Окской – около 30 областных ООПТ и единственный в области Государственный биосферный заповедник – Приокско-Террасный. В самой восточной – Мещерской провинции – более 60 областных ООПТ, а также половина территории национального парка «Лосиный остров». В двух самых южных физико-географических провинциях – Заокской и Среднерусской – около 30 небольших по площади ООПТ, связанных в основном с долинами рек – Оки, Осетра и их притоков, в том числе Полосни.

В *Верхне-Волжской физико-географической провинции* среди существующих ООПТ областного значения ключевыми являются государственные природные заказники «Кузьминский комплексный заказник», «Леса западной части Борщевского лесничества», «Журавлиная родина», «Константиновские черноольшаники», «Переходное болото в Торгашином лесничестве и прилегающие леса», «Дубненский левобережный заказник», «Озеро Заболотское и его окрестности», «Еловые и сосновые леса Гарского лесничества», «Большое и Малое Туголянские озера». Это достаточно крупные по площади участки сохранившихся природных ландшафтов (преимущественно лесных и водно-болотных) и связанные с ними местообитания живых организмов, представляющих как фоновые, так и редкие виды флоры и фауны.

В *Смоленской физико-географической провинции*, в отличие от Верхне-Волжской, где сформированы узлы концентрации областных ООПТ, существующие охраняемые территории относительно равномерно распределены по территории, где чередуются леса и открытые ландшафты. Большинство ООПТ находится в западной части провинции. Многие ООПТ Смоленской физико-географической провинции связаны с реками – Москвой, Протвой, Иночью и другими. Под территориальной охраной ООПТ, расположенных вдоль Москвы-реки, находятся хорошо сохранившиеся участки поймы, склоны долины со старовозрастными смешанными лесами, береговыми оврагами, «висячими» болотами, родниками и ручьями. Наиболее крупными в Смоленской провинции являются государственные природные заказники «Люльковский комплексный природный заказник», «Хвойные леса в верховьях Москвы-реки» (территория бывшего Верхне-Москворецкого заповедника), «Старовозрастные ельники Стеблевского и Ново-

Покровского лесничеств», «Долина Москвы-реки между дер. Красный Стан и Старо-Николаево», «Истоки р. Иночь», «Участок долины р. Протвы между д. Купрово и Бертеневе», «Хвойные леса со сфагновыми болотами и клюквой», «Ельники Шаховского лесничества». Потенциал для создания новых ООПТ в этой части области остается далеко не исчерпанным.

В *Московской физико-географической провинции* самые крупные, ключевые ООПТ приурочены к ее западной части. Это – государственные природные заказники «Верховья реки Большой Сестры», «Озеро Глубокое с прилегающими к нему массивами леса» (территория бывшего Глубоко-Истринского заповедника), «Долина р. Сторожки от устья до д/отдыха «Коралово» и «Тростенское озеро и его окружение». На территории провинции взят под охрану ряд ценных природных комплексов озерно-болотных котловин, образовавшихся между моренными холмами и грядами, а также уникальные для Московской области глубокие крутосклонные овражно-балочные системы Клинско-Дмитровской гряды (государственные природные заказники «Система оврагов у ст. Морозки» и «Икшинский овраг»).

Ключевыми ООПТ *Мещерской физико-географической провинции*, в которых сохраняются лесные и водно-болотные ландшафты полесского типа, являются государственные природные заказники «Черустинский лес», «Озера Имлес и Дубовое с заболоченными берегами», «Окрестности озер Филинское и Тельминское», «Озера Великое, Маловское, Линево и прилежащие карьеры и леса», «Озеро Воймежное и прилегающие карьеры», «Радовицкий Мох», «Большегридинский комплексный заказник», «Природный заказник «Цна», «Верховья реки Поля», «Озеро Сосновое и его окрестности». В Мещерской провинции имеются узлы концентрации существующих ООПТ, и в тоже время сохраняется немалый природный потенциал для создания новых особо охраняемых природных территорий. В пределах этой провинции охраняются природно-территориальные комплексы долин рек Москва и Ока, это государственные природные заказники «Урочище «Веревкин бугор» и «Москворецкий пойменный заказник».

В южных физико-географических провинциях Московской области (Москворецко-Окская, Заокская, Среднерусская) биотические компоненты ландшафтов на существенной доли их площади коренным образом изменены, прежде всего, многовековым сельскохозяйственным использованием. В этих провинциях должна территориальная охрана должна распространяться на большинство природных комплексов, характеризующихся чертами естественной структуры и состава растительного покрова.

В пределах *Москворецко-Окской провинции* к наиболее значимым по площади ООПТ можно отнести государственные природные заказники «Звенигородская биостанция МГУ и карьер «Сима», в котором охраняется крупный массив хвойных и смешанных лесов, «Карасевская лесная дача», где сохранился ценный комплекс широколиственных лесов, и «Никифоровская колония степных растений», который наряду с Приокско-Тerrasным заповедником является основным местом сохранения в Московской области «окской флоры». На юге провинции имеются перспективные для территориальной охраны участки долины реки Оки, особо ценными из которых являются отрезки от устья р. Протвы до устья р. Лопасни. Песчаные острова на Оке соседствуют здесь с пойменными озёрами и лугами, массивами сельхозугодий, сосновыми борами на левобережье Оки и небольшими участками широколиственных лесов по крутым склонам правобережья.

В *Заокской физико-географической провинции* экосистемы, охраняемые в ООПТ, невелики по площади и зачастую приурочены к речным долинам – «Долина р. Уницы», «Остепненные склоны и балочные леса по правому берегу долины р. Осетрик», «Широколиственный лес на Мордвесе», «Залесенный овраг у дер. Власьево». Несмотря на то, что преобладающая часть Заокской провинции занята пашнями и залежами, в ее южной части небольшие массивы широколиственных старовозрастных коренных лесов сохранились и на междуречных равнинах (государственные природные заказники «Лодыжинский лес», «Серебряно-Прудская дубрава», «Широколиственный лес в кв. 35, 44-49 Серебряно-Прудского лесничества», «Александровский

лес», «Дубрава в кв. 36-42 Серебряно-Прудского лесничества»). Судя по всему, эти «острова» лесов уцелели среди окружающих пахотных угодий благодаря созданным когда-то в этих краях и долгое время тщательно оберегаемым так называемым засекам – залесенным участкам, служившим для защиты Московского государства от татарских набегов.

Самый южный участок Московской области, относящийся к северной части Среднерусской физико-географической провинции, входит в состав лесостепной зоны. Главный очаг сохранившегося здесь биологического разнообразия и имеющиеся областные ООПТ приурочены к бассейну р. Полосни, это заказники «Остепненные луга в верховьях р. Полосни ниже устья ручья Татарка к западу от с. Подхожее», «Остепненные склоны правобережья долины р. Полосни в окрестностях с. Белгородье и с. Лишняги», памятник природы «Остепненные луга к западу от д. Лишняги». В крутосклонной и глубоко врезанной долине р. Полосни образовалась высокая концентрация редких видов степных растений, находящихся на северной границе своих ареалов. Самыми ценными растительными сообществами, взятыми под охрану, здесь являются участки ковыльных луговых степей и остепненные луга на склонах долины реки и многочисленных балок.

Мониторинговые исследования последних лет показали, что более 90% видов, занесенных в Красную книгу Московской области, представлены на территории существующих ООПТ. В разных физико-географических провинциях в области [2] число охраняемых видов растений, грибов и лишайников различается: наиболее богаты редкими сосудистыми растениями небольшие по площади Москворецко-Окская (Окский ландшафт древнеаллювиальных равнин) и Среднерусская провинции (Заосетринский, Серебряно-Прудский ландшафты моренно-водноледниковых и эрозионно-денудационных равнин), где охраняются участки луговых красочных разнотравно-ковыльных степей. В то же время, в самой северной Верхне-Волжской провинции области на болотах и в заболоченных лесах [3] моренно-водноледниковых и водноледниковых плоских, замедленно дренируемых равнин (Ермолинский, Нижне-Дубнинский, Решетниковский и др.) ландшафтах по-прежнему обитают такие гипоарктические элементы, как березы приземистая (*Betula humilis*) и карликовая (*Betula nana*), водяника черная, или вороника (*Empetrum nigrum*), морошка приземистая (*Rubus chamaemorus*), пухонос альпийский (*Trichophorum alpinum*), камнеломка болотная (*Saxifraga hirculus*) и др. В Смоленской и Верхне-Волжской провинциях отмечено максимальное разнообразие редких эпифитных лишайников *Usnea* и *Bryoria*. В северных, западных и восточных частях области за этот период найдены редкие охраняемые грибы: паутинник фиолетовый (*Cortinarius violaceus*), березовик розовеющий или окисляющийся (*Leccinum oxudabile*), гиропор синеющий (*Gyroporus cyanescens*). Большое число новых находок отмечено для ежевика коралловидного (*Hericium coralloides*), гораздо реже за это время встречен трутовик разветвленный, или гриб-баран (*Polyporus umbellatus*).

Для обобщения информации о местонахождениях редких видов в области разработан и уже несколько лет функционирует электронный «Банк данных по объектам животного и растительного мира, занесенным в Красную книгу», куда специалистами по разным группам заносятся сведения о находках и состоянии объектов растительного и животного мира.

Анализ материалов Банка данных, а также Паспортов и Положений ООПТ, утвержденных в прошлые десятилетия, показал, что по ряду видов растений, грибов и лишайников имевшиеся ранее сведения об их реальном распространении были не всегда полными. Помимо того, состояние объектов растительного мира в природе меняется. Такой вид орхидей, как пальчатокоренник балтийский, или длиннолистный (*Dactylorhiza baltica*), действительно стал нередким на заболоченных и сырых лугах запада области в Смоленской физико-географической провинции, а многочисленные находки на западе и северо-западе Подмосковья уснеи густобородой (*Usnea dasypoga*) объясняются временным «упрощением» сбора этих эпифитных лишайников на массовых вывалах елей, поврежденных жуком короедом-типографом. Для большинства редких грибов на схемах в очерках Красной книги второго издания (2008) стояло лишь по одной – две точки находок.

Так, подлесник европейский (*Sanicula europaea*), турча болотная (*Hottonia palustris*), шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris*), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa*), печеночница благородная (*Hepatica nobilis*), зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata*), бородник шароносный (*Jovibarba globifera*) и шалфей клейкий (*Salvia glutinosa*) произрастают во многих районах области и вполне «обеспечены» охраной на значительном числе ООПТ. Более редко встречаются мякотница однолистная (*Malaxis monophyllos*), ладьян трехраздельный (*Corallorhiza trifida*), баранец (*Huperzia selago*), береза приземистая, ветреница лесная (*Anemone sylvestris*), гудайера ползучая (*Goodyera repens*), пузырчатка малая (*Utricularia minor*). Другие растения по-прежнему распространены в области, но легко «просматриваются» при маршрутных обследованиях из-за их небольших размеров (*Montia* spp., *Elatine* spp.), специфики сезонного развития (эфимероиды, некоторые осоки).

Редкие виды встречаются в пределах ООПТ в различных сообществах и типах местообитаний. Наибольшее число редких видов растений Красной книги Московской области встречено на ООПТ, где охраняются остепненные боры, луга, опушки и поляны, участки луговых степей, а также широколиственные и сосново-широколиственные леса.

Анализ распространения редких сосудистых растений показал, что более 160 видов встречено в лесных группах ассоциаций [3], на болотах, сырых и заболоченных лугах. Более 50 редких видов отмечено на сухих остепненных злаково-разнотравных лугах по склонам долин и повышенных участков междуречий.

Особо ценными, богатыми редкими видами растений, являются такие группы сообществ, как сухие остепненные злаково-разнотравные луга по склонам долин и на выпуклых участках междуречий; дубово-сосновые бересклетовые леса ландышево-вейниково-зеленомошные, сосновые леса остепненные разнотравно-злаково-лишайниково-зеленомошные; сосново-еловые с дубом и липой лещиновые вейниково-широколистственные. Эти лесные группы ассоциаций и луга представлены в довольно большом (около 20) числе ООПТ, расположенных в южной части Московской области на территории Окского ландшафта древнеаллювиальных равнин.

Травяно-осоково-сфагновые болота с кустарниковыми ивами и осоково-пушицево-сфагновые с сосной также необходимо считать особо ценными и в первую очередь планировать для них охранные мероприятия, так как они представляют собой важнейший структурный и функциональный компонент ландшафта, регулирующий водный баланс территории, и имеют незначительные площади в пределах большинства ландшафтов.

Местообитания около 10 редких видов находится за пределами имеющихся областных и федеральных ООПТ, это, например, горец живородящий (*Polygonum viviparum*), осоки понижающая (*Carex flacca*), поздняя (*Carex serotina*) и двурядная (*Carex disticha*). В местах их произрастания необходимо создание ООПТ, где может быть организована охрана отдельных видов и их местообитаний. Одним из решений вопроса охраны многих редких видов является уже начатое проектирование нескольких крупных природных парков, а также реорганизация и расширение имеющихся ООПТ. Половина редких растений Красной книги Московской области охраняется в небольшом числе ООПТ (одна-три), что скорее связано с локальным распространением этих видов в области.

Некоторые виды растений считаются в Московской области исчезнувшими, но местообитания их по-прежнему охраняются в ряде ООПТ. Так, пока не были найдены уже более 50 лет триостренник приморский (*Triglochin maritimum*), копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum*), офрис насекомоносный (*Ophrys insectifera*). Отдельные виды орхидных десятилетиями не бывают обнаружены, например – надбородник безлистный (*Epipogium aphyllum*), ятрышник шлемовидный (*Orchis militaris*), офрис насекомоносный, дремлик темно-красный (*Epipactis atrorubens*), что связано с особенностями их развития.

В 2016 г. Распоряжением Министерства экологии и природопользования Московской области под охрану взяты еще несколько редких видов растений и лишайников, обнаруженных на

территории Подмосковья. По ряду видов растений и лишайников получена исчерпывающая информация об их актуальном распространении на территории области, для значительной части видов, особенно лишайников, требуется изменение их природоохранного статуса в новом издании Красной книги Московской области, которое планируется на 2018 год.

Литература

[1] Красная книга Московской области (издание второе, дополненное и переработанное). (2008). Ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.А. Соболев. М.: Товарищество научных изданий КМК. 828 с.

[2] Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И., Низовцев В.А. Хрусталева М.А., Цесельчук Ю.Н. (1997). Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: СГУ. 296 с.

[3] Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Суслова Е.Г., Швергунова Л.В. (1996). Карта растительности Московской области. Масштаб 1:200 000. Гл. ред. Г.Н. Огуреева. М.: Экор.

Summary

PROTECTION OF PHYTOGRAPHY IN LANDSCAPES OF THE MOSCOW REGION

Suslova E.G.^{1*}, Rusanov A.V.^{2}**

¹ *Geographic Faculty of Moscow State University named after MV Lomonosov, Russia*
Uncommercial Environmental Fund "Verkhovye", Russia
*e-mail: * lena_susl@mail.ru, ** av_rusanov@verhovye.ru*

Abstract

According to the second edition of the Moscow region Red Data Book in the area protected by more than 205 vascular plants, 23 species of bryophytes, 3 species of red algae, 22 species of fungi, 37 species of lichens and their habitats. Since 2009, monitoring and the search for new localities of rare species were continued, including natural complexes of particular conservation value, and current, projected or planned nature protection areas (NPA). Surveys were carried out in response to environmental programs of the Moscow region. For the generalization of information on the rare species locations, an electronic "Data bank on flora and fauna listed in the Red Book" has been developed and has been operating for several years now, where specialists record all information about the finds and condition of flora and fauna species. Monitoring studies have shown that for a number of plant species, data on their actual distribution were not always complete. In different physiographic provinces, the number of protected species is different: most rich in rare vascular plants are small areas within the field of the Moskva-Oka (Oka landscape of ancient alluvial plains) and the Mid Russia Province (Zaosetrinsky, Serebryano-Prudsky landscapes moraine fluvioglacial and erosion-denudation plains), with colorful herbage-feather grass steppes meadows. In the northernmost province of the Upper Volga wetlands and swamp forests and moraine-fluvioglacial and fluvioglacial flat, slowed-drained plains (Ermolinsky, Lower Dubninsky, Reshetnikovskiy et al.) landscapes still inhabited by rare hypoarctic elements. Some plant species are considered extinct in the Moscow region, but their habitat is still protected in the several of NPA. For a number of species of plants and lichens get comprehensive information about their actual distribution in the region, for a large part of the species, especially lichens require a change in their conservation status in the new edition of the Moscow region Red Data Book, which is planned for 2018.

საქართველოს მთიანი რეგიონებისთვის დამახასიათებელი ფიტოცენოზების მდგრადობის რადიობიოლოგიური ასპექტები

სალუქვაძე ე.¹, ივანიშვილი ნ.², გოგებაშვილი მ.²

¹თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი

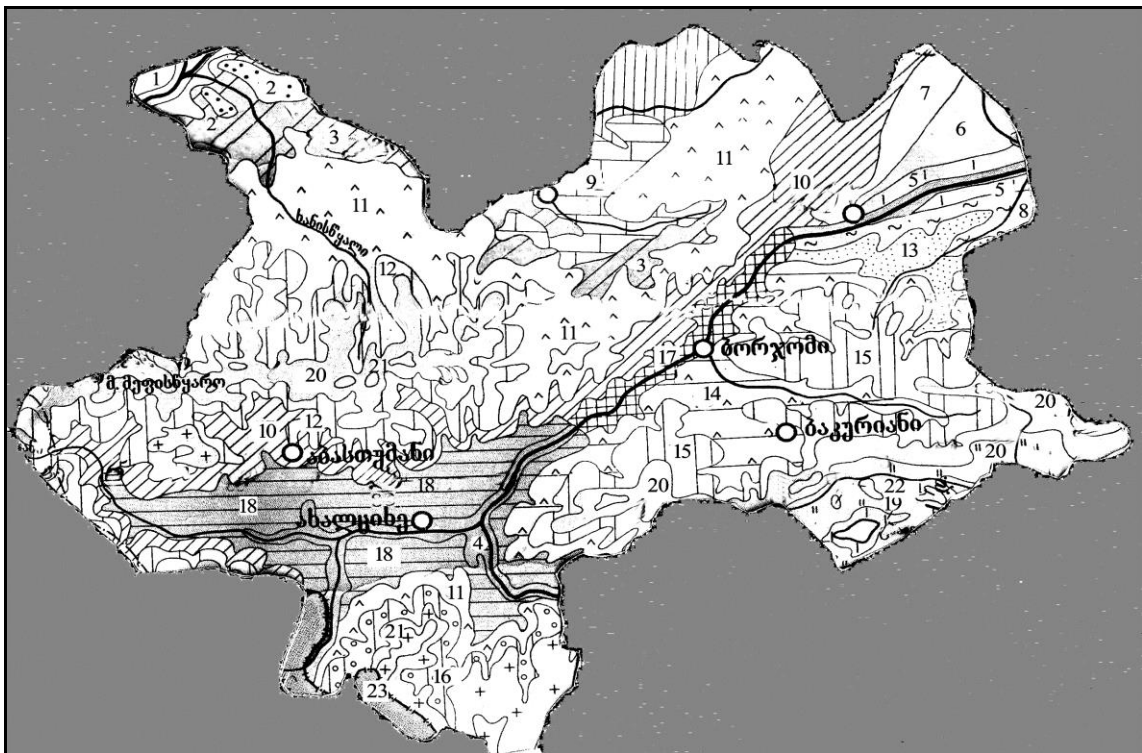
²ივანე ბერიტაშვილის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრის რადიაციული უსაფრთხოების
პრობლემათა ლაბორატორია

e-mail: elene.salukvadze@gmail.com

საქართველოს მთიანი რეგიონების როლი მნიშვნელოვანია ბიოსფეროს ეკოლოგიური წონასწორობის რეგულირებისა და უნიკალური ლანდშაფტების მრავალფეროვნების შენარჩუნებისთვის. ანთროპოგენური ზემოქმედების სხვადასხვა ფორმები სერიოზულ საფრთხეს უქმნიან ბუნებრივ ბალანსსა და ფაქტორულ წონასწორობას. ამასთან დაკავშირებით საყურადღებოა ექსტრემალური ლანდშაფტების ფიტოცენოზების სტაბილურობაზე დამაბინძურებელი ანთროპოგენური ფაქტორების შესაძლო მოქმედების შედეგების შესწავლის საკითხი, განსაკუთრებით, თუ ეს ეხება ისეთ ძლიერ ფაქტორს, როგორცაა მაიონიზებული რადიაცია. მრავალრიცხოვანი სამეცნიერო კვლევებით ნაჩვენებია ტექნოგენური ფაქტორებით გამოწვეული დაბინძურების საშიშროება ფიტოცენოზებისთვის მაშინაც კი, როდესაც ისინი მნიშვნელოვნად დაცლებული არიან ანთროპოგენური კატასტროფის ადგილიდან [1,2]. ამასთანავე ასეთი ზემოქმედების რეალიზაციის გზები დამოკიდებულია არა მარტო დამაბინძურებელი ფაქტორის სიძლიერეზე, არამედ მოცემული ადგილის სპეციფიკურ თავისებურებებზეც [3]. ამ მიმართებაში აღსანიშნავია მაღალი დონის ეგზოდინამიკური პროცესების მქონე ექსტრემალური ლანდშაფტები.

ცნობილია, რომ საქართველოს ლანდშაფტები ფორმირებულია მრავალი ბუნებრივი მოვლენის მოქმედების შედეგად. ამ თვალსაზრისით ერთ-ერთ უნიკალურ ბიოგეოცენოზს ბორჯომ-ხარაგაულის დაცული და მიმდებარე ტერიტორიები წარმოადგენენ, რომლებიც ხასიათდება როგორც განსხვავებული ფიტოცენოზებით, ისე მთიანი რეგიონისთვის ტიპური ფერდობების დახრილობის მრავალფეროვნებით. საკვლევი რეგიონის ბიოგეოცენოზების მდგრადობის საკითხის შესწავლის აქტუალობას განაპირობებს ის გარემოებაც, რომ საქართველოს მომიჯნავე სახელმწიფოები ინტენსიურად ავითარებენ რა ბირთვულ ენერგეტიკას, იზრდება ატომურ სადგურებზე ტექნოგენური ავარიების რისკები, რაც, თავის მხრივ, საფრთხეს უქმნის უნიკალურ ეკოსისტემებს. ამ თვალსაზრისით მაღალი რისკის ზონას წარმოადგენს ჩვენ მიერ შერჩეული ზემოაღნიშნული რეგიონი, რომელიც ხასიათდება ლანდშაფტების მრავალფეროვნებით (სურათი 1). სურათიდან ჩანს, რომ საკვლევი ზონაში ფიქსირდება როგორც ერთგვაროვანი სტრუქტურების ფიტოცენოზები, ისე რთული ცენოზური კავშირების მქონე ეკოსისტემები. ნორმალურ გარემო პირობებში ასეთი კავშირები წონასწორობაშია და ბიოგეოცენოზი შედარებით მდგრად სისტემას წარმოადგენს. იგი ფუნქციონირებს შეუქცევადი დარღვევების გარეშე, მაგრამ სხვადასხვა ექსტრემალურ ფაქტორთა ზემოქმედების შედეგად იქმნება სიტუაცია, რომლის დროსაც შესაძლებელია განხორციელდეს წონასწორობის სისტემის ისეთი ცვლილებები, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ბიოგეოცენოზის სრულყოფის რღვევა. როგორც აღინიშნა, ძლიერ მოქმედ ფაქტორთა რიცხვს განეკუთვნება მაიონიზებული გამოსხივება, რომლის ბიოგეოფიზიკური ზემოქმედების შედეგები თავისი ბუნებით განსხვავებულია. აღნიშნული ფაქტორი, პირველ რიგში, ზემოქმედებას ახდენს ეკოსისტემის ცალკეულ კომპონენტებზე, განსაკუთრებით ორგანიზმთა ისეთ სახეობებზე, რომლებიც მაღალი რადიომგრძობიარობით ხასიათდებიან [4]. დიდი დოზების შემთხვევაში, ასეთი ზემოქმედება ლეტალურია - მცენარეულ

ორგანიზმთა მრავალი სახეობა გამოიღვენება ცენოზიდან. ეს ეფექტები პირველადია და მათ მოსდევს ჯაჭვური რეაქცია-თანასაზოგადოების შემადგენლობიდან რადიომგრძობიარე სახეობების განდევნით წონასწორობის სისტემის რღვევა, რაც, თავის მხრივ, ცენოზის სტრუქტურის ცვლილების წინაპირობას ქმნის. როგორც ჩერნობილის ავარიის გამოცდილებამ გვიჩვენა, მაიონიზებული რადიაციის მწვავე დოზების ზემოქმედებისას ფიტოცენოზებში აღინიშნება მცენარეთა გამოხშირვა რადიორეზისტენტობის მახასიათებლის მიხედვით; ხოლო შემდგომში, იკლებს რა რადიაციული ზემოქმედების სიმძლავრე, როგორც წესი, ცენოზების აღდგენა მაღალი რადიორეზისტენტობის მქონე გადარჩენილი თესლის ხარჯზე ხორციელდება [5].



სურათი 1. ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნული პარკისა და მიმდებარე ზონის ლანდშაფტები:

ნოტიო სუბტროპიკულ ვაკეთა ლანდშაფტები: 1. დახრილი ვაკე დაბლობი კოლხური მცენარეულობით; 2. ვაკე-დაბლობები მუხნარებით, ზოგან ძელქვნარ-მუხნარებით. ნოტიო სუბტროპიკული მთისწინეთის ლანდშაფტები: 3. ვაკე-ბორცვიანი მთისწინეთი, კოლხური მცენარეულობით. ზომიერად მშრალი სუბტროპიკების ვაკეთა ლანდშაფტები: 4. ჭალები ტუგაის მცენარეულობით. 5. დახრამული ტერასული ვაკე ჯაგეკლიანი და სტეპური მცენარეულობით. 6. ვაკე ჯაგეკლიანი და სტეპური მცენარეულობით. ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკების ბორცვიანი მთისწინეთის ლანდშაფტები: 7. ბორცვიანი მთისწინეთი ბუჩქნარით და სტეპებით. 8. ბორცვიანი მთისწინეთი ჯაგეკლიანებით და ჯაგრცხილნარ – მუხნარით. ნოტიო ჰავიანი მთის ტყის ლანდშაფტები: 9. კარსტული დაბალი მთები რცხილნარ-მუხნარით. 10. საშუალო მთები რცხილნარ-მუხნარით. 11. საშუალო მთები წიფლის ტყეებით და ტყის ყომრალი ნიადაგებით, 12. საშუალო მთები წიფლნარ-მუქწიწვიანი ტყეებით. ზომიერად ნოტიო ჰავიანი მთის ტყის ლანდშაფტები: 13. სუსტად დანაწევრებული დაბალი მთები, რცხილნარ-მუხნარით. 14. საშუალო მთები წიფლის ტყით. 15. საშუალო მთები წიწვიან-ფოთლოვანი (ფიჭვნარ-წიფლნარ-მუქწიწვიანები) ტყეებით. 16. ვულკანური საშუალო მთები წიფლნარ-მუქწიწვიანი და ფიჭვის ტყეებით. 17. მთა-ხეობათა ლანდშაფტი, რცხილნარ-მუხნარით, ჭალისა და ნაწილობრივ წიწვიანი ტყეებით. მთის სტეპური ლანდშაფტები: 18. ქვაბულის ტერასული ძირი მთის სტეპური და ფრიგანოიდული მცენარეულობით. 19. ზეგნის ტბისპირა და ნატბეური ჭაობები, ნოტიო მდელოებთან კომპლექსში. სუბალპური ლანდშაფტები: 20. მთის გასტეპებული სუბალპური მდელოები. 21. სუბალპური ტყეები და მდელოები, 22. სუბალპური მდელოები (ვულკანური). ალპური ლანდშაფტები: 23. ალპური მდელოები. 24. ალპური მდელოები (ვულკანური).

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საკვლევ ზონაზე რადიაციის მწვავე დასხივების ზემოქმედების რისკი განისაზღვრება ტექნოგენური ობიექტების ეპიცენტრებიდან დაშორების მანძილით. თუმცა ქრონიკული დასხივებისგან არ არის დაზღვეული შედარებით დიდ მანძილზე განლაგებული რეგიონებიც [6]. ამასთანავე, მცირე დოზებით ქრონიკული (მრავალწლიანი) დასხივების გავლენის შესწავლა ეკოსისტემის დონეზე არ იძლევა ბიოტების კომპონენტებისთვის შესამჩნევ ცვლილებებს. აქ გადამწყვეტ როლს თამაშობენ რადიაციის ზემოქმედებით გამოწვეული მეორეული პროცესები, რომლებიც თავისი მიმდინარეობის ფორმით დროში გაწელილია და ნაკლებად შესამჩნევს წარმოადგენენ. მეორეულ ეფექტებთან მიმართებაში თითოეული ფიტოცენოზი თავისებური საპასუხო რეაქციით ხასიათდება. ამ შემთხვევაში მცენარეული საფარი ნადგურდება არა უშუალოდ გამა-დასხივების გამო, არამედ იმუნური თვისებების დაქვეითების შედეგად, რაც, თავის მხრივ, მავნებლებისა და პათოლოგიური მიკროფლორის გავრცელების წინაპირობას ქმნის [7].

ასე მაგალითად, თუ პირველადი დაზიანების დონე დამოკიდებულია მცენარის განვითარების სტადიაზე (შემოდგომა-ზამთარში უფრო მდგრადია ეკოსისტემა, ვიდრე გაზაფხულსა და ზაფხულში), რადიაციის ზემოქმედებით გამოწვეული მეორეული პროცესები სეზონურობას არ ექვემდებარებიან. მეორეული ეფექტების საფრთხეები თავს იჩენენ სხვა ფაქტორებთან (კლიმატური) მიმართებაშიც; მაგალითად, მაღალი ტემპერატურისა და გვალვის პირობებში მცენარეული საფარის მდგრადობის საკითხი მთელი რიგი ფიზიოლოგიური პარამეტრების ცვლილებებით განისაზღვრება. ფიზიოლოგიური ეფექტების უმრავლესობა შესამჩნევია არა რადიაციის ზემოქმედებისთანავე, არამედ გარკვეული დროის შემდეგ. შორეული ეფექტები შეიძლება გამოვლინდეს რამდენიმე წლის შემდეგ (რადიაციის კანცეროგენური და გენეტიკური მოქმედება). რადიაციული ზემოქმედების ერთ-ერთ გამოხატულ ეფექტს წარმოადგენს უჯრედის გენეტიკური აპარატის დაზიანება-მუტაცია. კანცეროგენური მოქმედების მიზეზია სომატურ უჯრედებში განხორციელებული მუტაციები, ხოლო მემკვიდრული (გენეტიკური) ეფექტები განისაზღვრება გენერაციულ ურედეტში წარმოქმნილი მუტაციებით [8, 9]. ქრონიკული დასხივების დოზის ზრდა იწვევს რეპროდუქციული პოტენციალის დაქვეითებას. ბუნებრივია, რომ ეს ფაქტორი განაპირობებს ცენოზში შემავალი ორგანიზმების რაოდენობრივი მახასიათებლების ცვლილებებს, სახელდობრ, დროთა განმავლობაში ცენოზში შეიძლება არა მარტო შემცირდეს კონკრეტულ მცენარეთა რაოდენობა, არამედ განხორციელდეს ცენოზიდან ამა თუ იმ ნაირსახეობის სრული განდევნა.

საკვლევ ზონის ძირითადი ფართი სხვადასხვა ტიპის ტყეებით არის წარმოდგენილი. ბუნებრივ ეკოსისტემებს შორის, სწორედ ტყე წარმოადგენს მაიონიზებული რადიაციის მიმართ ყველაზე რადიომგრძობიარე ეკოსისტემას. სხვა ტიპის ბუნებრივ და კულტურულ ბიოგეოცენოზებთან შედარებით, დასხივების მცირე დოზების ზემოქმედებისას, მისი დაზიანება ფიქსირდება უფრო ძლიერი ინტენსივობით. მაიონიზებული რადიაციის მიმართ განსაკუთრებული რადიომგრძობიარობით წიწვოვნები გამოირჩევიან (ფოთლოვანი ტყე გაცილებით რადიომდგრადია, ვიდრე წიწვოვანი). მცენარეთა რიგში - ხე-ბუჩქი-ნახევარბუჩქი-ბალახოვნები დასხივების მიმართ გამძლეობა იზრდება, ანუ ბალახოვნები მაღალი რადიორეზისტენტობით გამოირჩევა. იმის მიხედვით, თუ რამდენად ხშირად არის წარმოდგენილი ტყის ეკოსისტემაში მცენარის აღნიშნული ფორმები, შეიძლება განისაზღვროს კონკრეტული ფიტოცენოზის ზოგადი რადიომდგრადობის დონე. ამასთანავე, თუ გავითვალისწინებთ ის გარემოება, რომ სამოდელო ზონა წარმოდგენილია როგორც შედარებით ერთგვაროვანი ფიტოცენოზებით, ისე ფიტოცენოზების შემადგენელი მცენარეულობის ნაირსახეობათა მრავალფეროვნებით (სურათი 1.), მაშინ რადიაციის ზემოქმედების მიმართ ცენოზის მდგრადობის პროგნოზირების სქემა სხვადასხვა მიმართულებით შეიძლება იყოს განხილული:

1. ერთგვაროვანი ცენოზების პირობებში ტყის მცენარეულობის ზოგადი ინჰიბირება (ამ შემთხვევაში სახეობათაშორისი კონკურენციის ფენომენი არ ფუნქციონირებს);
2. ცენოზები წარმოდგენილია სახეობრივი მრავალფეროვნებით, სადაც მაღალია სახეობათაშორისი კონკურენციის ინტენსივობა; ამ დროს ფიტოცენოზის ცვლილების ფაქტორად რამდენიმე რადიობიოლოგიური ეფექტის ჯამური შედეგი მოიაზრება; სახელდობრ: სახეობათა განსხვავებული რადიორეზისტენტობის გამო, ფიქსირდება ინჰიბირების სხვადასხვა დონე და დომინანტი სახეობების ახალი ფიტოცენოზების ჩამოყალიბება, ანუ ეკოსისტემაში ახალი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები ფორმირდება.

დაბლობის ლანდშაფტების რისკ-ფაქტორის მახასიათებელი ნაკლებია მაშინ, როცა მთიან რეგიონებთან მიმართებაში სხვა სურათია, მით უმეტეს, თუ ეს რეგიონები არაერთგვაროვანია მცენარეთა სახეობრივი შემადგენლობით. ფიტოცენოზების სტრუქტურის ცვლილებები, უპირველეს ყოვლისა, აისახება მთიანი რეგიონების ლანდშაფტების მდგრადობაზე. აქ აღსანიშნავია, რომ მეორეული რადიაციული ზემოქმედებისას ფიქსირდება ფიტოცენოზებში შემავალი მცენარეების როგორც ბიოლოგიური თვისებების, ისე სუკცესიური პროცესების მიმართულების შეცვლა. ამასთანავე, რაც უფრო მაღალია ლანდშაფტის ზედაპირის დახრილობის მახასიათებელი, მით უფრო ინტენსიურია მისი დესტრუქციული პროცესების განვითარების მაჩვენებელი.

ცნობილია, რომ ლანდშაფტთა ზოგადი მდგრადობის ანუ თვითრეგულაციის და თვითაღდგენის უნარი უკავშირდება მათი სტრუქტურისა და ფუნქციონირების ხასიათს, რაც იცვლება სივრცესა და დროში, გარემო ფაქტორების (ბუნებრივი და ანთროპოგენური) ზემოქმედებისას. მდგრადობა განპირობებულია მთელი რიგი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით, რომელთაგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია რელიეფის დახრილობა. რელიეფი და გეოლოგიური აგებულება ლანდშაფტის სხვა კომპონენტებთან (კლიმატი, ნიადაგი, მცენარეული საფარი) შედარებით, კონსერვატიულობით გამოირჩევა, რაც განპირობებულია მისი გარდაქმნის სირთულით. მიუხედავად ამისა, მდგრადობას დიდად განაპირობებს რელიეფის დახრილობის ხარისხი, რომელიც შეიძლება გაერთიანდეს სამ ჯგუფად: მდგრადი, საშუალოდ მდგრადი და არამდგრადი [10].

ეკოლოგიური მოდელირების გზით დადგენილია, რომ რელიეფის სხვადასხვა დახრილობის მქონე ფიტოცენოზზე რადიაციის ზემოქმედებისას მნიშვნელოვნად ქვეითდება ლანდშაფტის მდგრადობის მახასიათებელი: თუ 50-ანი დახრილობისას, აღნიშნულ ფენომენთან მიმართებაში, საგრძნობი ცვლილებები არ ფიქსირდება, 200-ს შემთხვევაში შედარებით მდგრადი ლანდშაფტი გადადის არამდგრად კატეგორიაში [11]. ნაჩვენებია, რომ რაც უფრო მეტია რელიეფის დახრილობის ინტენსიურობა, მით უფრო მწვავეა მეორეული რადიაციული პროცესების შედეგად განვითარებული ლანდშაფტების დესტრუქციული ცვლილებები (ცხრილი 1).

რადიაციის ზემოქმედებისას საქართველოს მთიანი რეგიონებისთვის დამახასიათებელი ფიტოცენოზების მდგრადობის ცვლილებები შეიძლება სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენდნენ მთელი ეკოსისტემისთვის. მოვლენათა ანალიზის შედეგად იკვეთება ეკოსისტემებზე შესაძლო რადიაციული ზემოქმედების ორი ფორმა - მწვავე და ქრონიკული. მწვავე დასხივების დროს კრიტერიუმად მიჩნეულია ცალკეულ სახეობათა რადიორეზისტენტობის მაჩვენებელი, რომლის საფუძველზეც გაკეთებულია დასკვნა, რომ ეკოსისტემიდან განიდევნება რა დაბალი რადიორეზისტენტობის მქონე მცენარეთა ფორმები, იცვლება აღნიშნული ზონისთვის დამახასიათებელი ფიტოცენოზური სტრუქტურა, თუმცა საკვლევ მოდელად შერჩეული ზონის ბირთვული ობიექტებიდან დაშორების გამო, ამ მიმართებაში რისკ-ფაქტორის მახასიათებელი ნაკლებია.

საკვლევი ზონის ეკოსისტემებისთვის ძირითად საფრთხეს ქმნის ქრონიკული გამოსხივება. როგორც წესი, სწორედ დასხივების ეს ფორმა იძლევა რადიონუკლიდების მანძილზე გავრცელების შესაძლებლობას [12]. ამ უკანასკნელის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ჩერნობილის, ფუკუსიმასა და სხვა ბირთვული ავარიების შედეგად რადიონუკლიდების გადატანის დინამიკა.

ცხრილი 1.

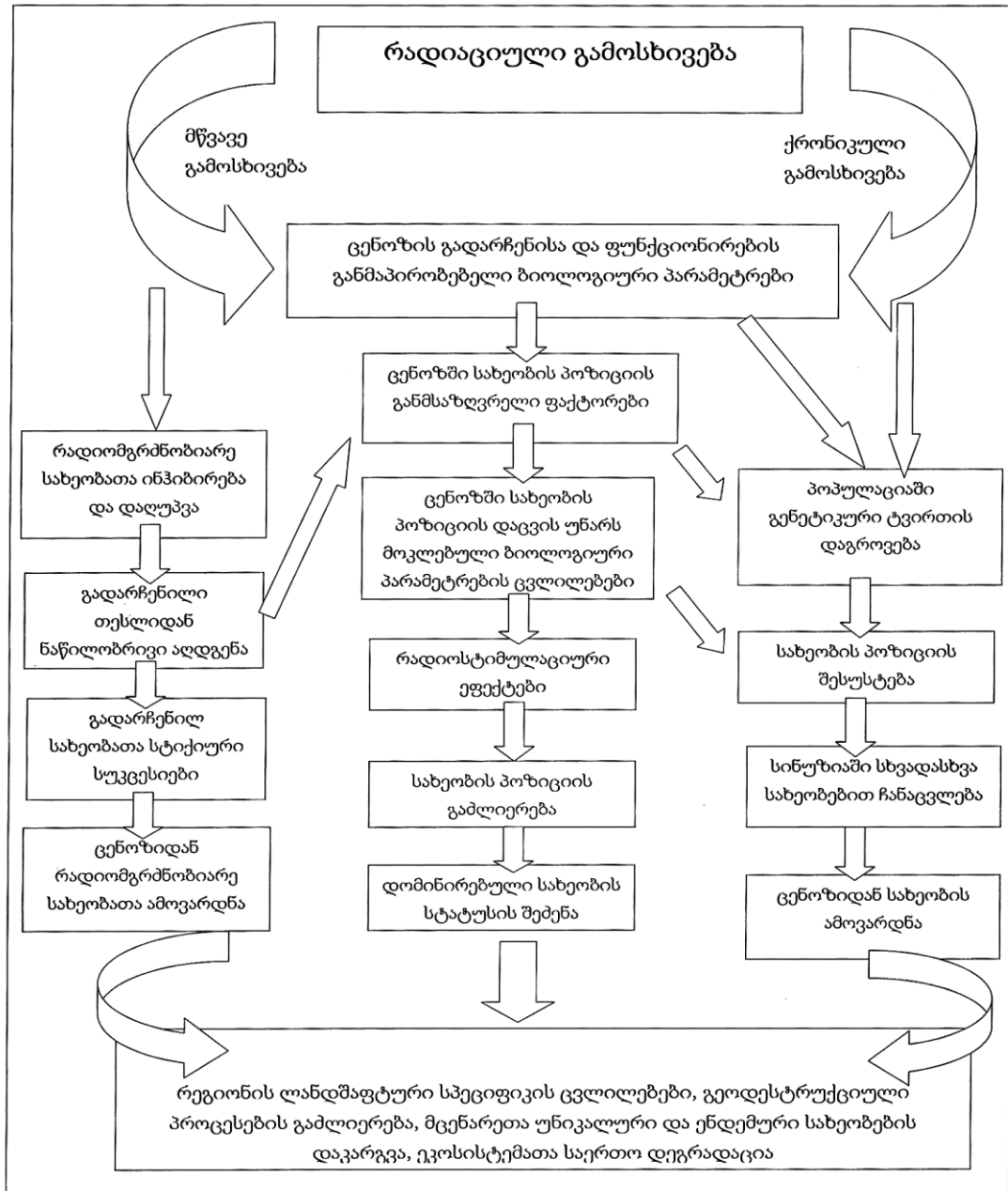
სხვადასხვა ინტენსივობის დახრილობის ლანდშაფტების მდგრადობის ცვლილების პროგნოზირება რადიაციის ზემოქმედების დროს

რელიეფის დახრილობის ინტენსივობა	დახრის კუთხე (გრადუსები)	არეალის ფართობი (კმ ²)	არეალის ფართობი საერთო ფართობთან მიმართებაში, %	ლანდშაფტის მდგრადობის ხარისხი	ლანდშაფტის მდგრადობის დონის პროგნოზირება რადიაციის ზემოქმედებისას
დამრეცი	0° - 5°	717,4	13,5	მდგრადი	მდგრადი
სუსტად დახრილი	5° - 15°	924,5	17,4	მდგრადი	საშუალოდ მდგრადი
ძლიერ დახრილი	15° - 20°	1418,6	26,7	საშუალოდ მდგრადი	არამდგრადი
ცივაბო	20° - 30°	1094,6	20,6	საშუალოდ მდგრადი	არამდგრადი
საშუალოდ ცივაბო	30° - 40°	754,5	14,2	არამდგრადი	არამდგრადი
ძლიერ ცივაბო	40° >	403,8	7,6	არამდგრადი	არამდგრადი
-	-	5313,4	100	-	-

მიუხედავად იმისა, რომ რადიაციის მეორეული ზემოქმედება გამოვლენის ინტენსიურობით მნიშვნელოვნად ჩამორჩება პირველადს და ამ დროს უარყოფითი რადიობიოლოგიური ეფექტების ფორმირება გახანგრძლივებულია დროში, იგი არანაკლებ საშიშროებას წარმოადგენს მთიანი რეგიონების ეკოსისტემებისთვის (სურათი 2).

აღსანიშნავია, რომ ფიტოცენოზების მცენარეული საფარის ზრდა-განვითარების უმნიშვნელო ცვლილებაც კი, რომელიც დაბლობის ლანდშაფტებისთვის არ ქმნის სერიოზულ რისკებს, შეიძლება მთიანი რეგიონების ლანდშაფტების დესტრუქციული პროცესების განვითარების წინაპირობად მოგვევლინოს. ქრონიკული დასხივების ზემოქმედებისას მოსალოდნელია შორეული რადიობიოლოგიური ეფექტების გამოვლენა. პოპულაციაში ხორციელდება რა გენეტიკური ტვირთის დაგროვება, რაც, თავის მხრივ, იწვევს სახეობის პოზიციის შესუსტებას, შეიძლება მოხდეს სახეობათა განდევნა, მათ შორის ენდემური სახეობებისაც, ეს პროცესი კი ნეგატიურად აისახება ბიომრავალფეროვნებაზე.

საქართველოს მთიანი რეგიონების ფიტოცენოზების მდგრადობის რადიობიოლოგიური ასპექტების გაანალიზების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ რადიაციის ზემოქმედება იწვევს ლანდშაფტური სპეციფიკის ცვლილებებს, გეოდეტრუქციული პროცესების გაძლიერებას, მცენარეთა უნიკალური და ენდემური სახეობების გაქრობასა და ეკოსისტემათა საერთო დეგრადაციას.



სურათი 2. პოსტრადიაციულ პერიოდში მთიანი რეგიონების ფიტოცენოზების ცვლილებების ზოგადი სქემა

ლიტერატურა

[1] Mouhamadou Moustapha Sy, Marc-André Gonze, Jean-Michel Métivier, Valérie Nicoulaud-Gouin, Marie Simon-Cornu. (2016) Uncertainty analysis in post-accidental risk assessment models: An application to the Fukushima accident. *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 93, p.94-106.

[2] P. Calmon, M.-A. Gonze, Ch. Mourlon. (2015) Modeling the early-phase redistribution of radiocesium fallouts in an evergreen coniferous forest after Chernobyl and Fukushima accidents. *Science of The Total Environment*, Volume 529, 1, p.30-39.

- [3] George Shaw. Applying radioecology in a world of multiple contaminants. (2005), *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 81, Issues 2–3, p.117-130.
- [4] Yves Thiry, Claude Colle, Vasyi Yoschenko, Svjatoslav Levchuk, May Van Hees, Pierre Hurtevent, Valery Kashparov. (2009) Impact of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantings on long term ^{137}Cs and ^{90}Sr recycling from a waste burial site in the Chernobyl Red Forest. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 100, Issue 12, p. 1062-1068.
- [5] R.J. Pentreath. Radiation and Environmental Protection. Reference Module in Biomedical Sciences, from *Comprehensive Biomedical Physics*, Volume 7, 2014, p.311-322.
- [6] I.L. Brisbin Jr., C.E. Dallas. (2008) Radiation Ecology. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, from *Encyclopedia of Ecology*, p.2956-2959.
- [7] N.J. Morley. The effects of radioactive pollution on the dynamics of infectious diseases in wildlife. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 106, 2012, p. 81-97.
- [8] John J. Wyrick, Steven A. Roberts. (2015) Genomic approaches to DNA repair and mutagenesis. *DNA Repair*, Volume 36, p. 146-155.
- [9] Ying Zhang, Junqing Zhou, Joseph Baldwin, Kathryn D. Held, Kevin M. Prise, Robert W. Redmond, Howard L. Liber. (2009) Ionizing radiation-induced bystander mutagenesis and adaptation: Quantitative and temporal aspects. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, Volume 671, Issues 1–2, p. 20-25.
- [10] ელიზბარაშვილი ნ., (2005) ლანდშაფტური დაგეგმარების გეოეკოლოგიური საფუძვლები, თსუ, 300 გვ.
- [11] Salukvadze E.D., Gogebashvili M.E., Ivanishvili N.I. The Impact of Antropogenetic Pollution on Stability of Ladsapes Under Extreme Environmental Conditions. "Geografical Problems of Securing of Ecological Savety of the Natural Econoimic Systems", Vol.XIV, Azerbaijan, Baku, 2009, p79-84.
- [12] Duncan Jackson, Michael Gilhen, Awadhesh Jha. (2003) International Scientific Workshop: Radioecology of Chernobyl Zone Slavutyh, Ukraine: 2002. *Science of The Total Environment*, Volume 305, Issues 1–3, p.263-265.

SUMMARY

Radiobiological Aspects of Sustainability of Phytocenoses Characteristic to the Mountainous Regions of Georgia

Salukvadze E.D.^{1*}, Ivanishvili N.I.², Gogebashvili M.E.²

¹*V. Bagrationi Institute of Geography of Georgian State University of Ivane Javakishvili*

²*Laboratory of Radiation Safety Problems of I. Beritashvili Center of Experimental Biomedicine*

**e-mail: elene.salukvadze@gmail.com*

The analysis of the radioecological aspects of the sustainability of phytocenoses in the mountain regions of Georgia was established that the main threat to the ecosystems in the region of the study is created by chronic radiation. As a rule, this form of irradiation gives the possibility of spreading over radionuclides. Despite the fact that the secondary effect of radiation is much lower than the intensity of the primary, the formation of negative radiobiological effects is long-term in time, it is no less dangerous for mountain ecosystems. Despite the fact that the secondary effect of radiation is much lower than the intensity of the primary, the formation of negative radiobiological effects is long-term in time, it is no less dangerous for mountain ecosystems. It should be noted that even small changes in vegetation growth in phytocenoses, in plain landscapes do not pose a serious danger, and for the development of mountain regions of landscapes is a prerequisite of destructive processes.

КОНЦЕПЦИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГЕОСИСТЕМ

Сысуев В.В.

Географический факультет МГУ им М.В. Ломоносова, профессор, Россия

e-mail: v.v.syss@mail.ru

Аннотация

Обосновываются основные аксиомы и концепции построения физико-математической теории геосистем. Показано, что использование базовых понятий дифференциальной геометрии и уравнений математической физики являются как минимум необходимым условием теоретического описания структуры и функционирования геосистем.

Алгоритмы выделения природных территориальных комплексов по параметрам градиентов геофизических полей строятся на основе классических определений ландшафтоведения и физической географии. Модели функционирования геосистем через краевые условия и взаимосвязь по параметрам теснейшим образом связаны с их структурой. Все модели процессов и структур верифицированы по полевым экспериментальным данным, полученным в различных природных условиях.

Продемонстрировано прикладное значение фундаментального теоретического подхода в оптимизация процессов природопользования. На основе моделирования типов условий местопроизрастания и динамики древостоя разработана методика ландшафтного планирования долгосрочного устойчивого лесопользования. Выделение природных территориальных комплексов и моделирование поверхностного стока позволило построить комплекс гидрологического прогноза и зонирования водосборных геосистем.

Ключевые слова: геофизика ландшафта, математическое моделирование

Введение

К началу XXI в. утвердилось представление о необходимости развития физико-математического моделирования структуры и функционирования ландшафтов. Именно с опорой на физико-математическое направление, обеспечивающее достоверность результатов, его воспроизводство и вписывание физической географии в единую науку о природе – физику – связывается потенциал развития классических направлений [1]. Это направление основано главным образом на идеях отечественных ученых и приобрело большое число сторонников (Арманд Д.Л., Беручишвили Н., Будыко М.И., Викторов А.С., Дьяконов К.Н., Иванов К.Е., Карпов И.К., Кучмент Л.С., Палагин Э.Г., Павлов А.В., Пузаченко Ю.Г., Ретеюм А.Ю., Росс Ю.К., Свирижев Ю.М., Сиротенко О.Д., Сысуев В.В., Хильми Г.Ф., Черкашин А.К., Чудновский А.Ф., Шарый П.А., Шеин Е.В., и др.).

Наиболее общими особенностями развития этого направления является новое осмысление фундаментальных физических основ физической географии и ландшафтоведения. Соотнесение современных физических и термодинамических постулатов с анализом геосистем оказывается далеко не тривиальным. Стала очевидна необходимость рассмотрения ландшафтов с точки зрения динамических систем с привлечением соответствующего математического аппарата. Разная степень детализации процессов на разных пространственно-временных масштабах, а также сильная нелинейность природных процессов требуют применения разных математических методов – от методов популяционной динамики и теории поля, до неравновесной термодинамики, синергетики, оптимизации и стохастических методов.

Вместе с тем, эмпирические теоретические концепции, накопленные физической географией, позволяют ассимилировать физические законы для описания структуры и функционирования ландшафтов. Формирование геоструктур, выделяемых классическим ландшафтным анализом, естественным образом описывается с помощью параметров силовых геофизических полей – прежде

всего, поля силы тяжести и поля инсоляции (в том числе данных дистанционного зондирования). С одной стороны, для грамотного использования физических законов необходимо обосновать потенциалы силовых полей, вывести систему уравнений переноса и сохранения в геосистемах. С другой стороны – необходимо получить количественные значения большого числа физических пространственно распределенных параметров геосистемных процессов, для чего велика роль комплекса геофизических методов. В данной работе демонстрируются принципы построения теории геосистем низких рангов, включая ландшафт как геосистему региональной размерности, состоящую из генетически и функционально взаимосвязанных локальных геосистем, сформированных на единой морфоструктуре в условиях местного климата.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТОВ

Построение теоретических моделей начинается с базовых аксиом и постулатов, основывающихся на общефизических принципах и эмпирических обобщениях. Приведём некоторые из них в тезисном виде.

I. Модели и классификации природно-территориальных комплексов (ПТК) отвечают принципам термодинамики необратимых процессов (по Онзагеру) и могут осуществляться: 1) по системообразующим потокам; 2) по градиентам силовых полей (инсоляции, гравитации и др.); 3) по феноменологическим коэффициентам (обобщенным проводимостям).

Если выделять и классифицировать геосистемы по определяющим полям и их градиентам (наиболее общим для любых геосистем является поле силы тяжести), то придём к выделению геосистем по потокам в поле геопотенциала. Это и есть так называемый функциональный подход к выделению и исследованию геосистем, который последовательно развивается в работах Д.Л. Арманда, К.Н. Дьяконова, А.Ю. Ретеюма и др. При этом, если будем рассматривать поведение элементарных объёмов воды в поле геопотенциала, то получим иерархию геосистем водосборов (речных бассейнов), которая будет соответствовать формализованным схемам Хортон, Философова, Стралера. Если рассматривать динамику растений и животных одновременно в поле геопотенциала и других физических полях (радиационных, химических, термодинамических и т.д.), то получим иерархию экосистем или биоценологических систем и их распределение в пространстве. Выделение геосистем по принципу резкого изменения феноменологических коэффициентов приводит к классификации природно-территориальных комплексов (ПТК) по принципу однородности (в смысле учения Н.А. Солнцева). Очевидно, что эти подходы к выделению геосистем взаимно дополнительные и их противопоставление бессмысленно. Например, по В.Н. Солнцеву [2] необходимо рассматривать три механизма ландшафтной структуризации – геостационарный, геоциркуляционный и биоциркуляционный либо по отдельности, либо одновременно.

II. Общефизические геосистемные аксиомы и постулаты:

1). Геометрия пространства геосистем низких рангов с высокой степенью точности является евклидовой. Принцип инерции Галилея, обеспечивающий инвариантность физических законов относительно перехода из одной системы в другую, выполняется во всех геосистемах Земли. Геосистемы состоят из макроскопических тел и подчиняются классическим законам нерелятивистской механики.

2). Выделение элементарного объекта. Пиксели трехмерной цифровой модели местности соответствующего масштаба выступают элементарными материальными точками, (по аналогии с материальными частицами теоретической механики), из которых производится построение элементарных ПТК и их иерархии.

3). Параметрами состояния ПТК являются ландшафтно-геофизические данные (координаты, параметры градиентов полей инсоляции, геопотенциала, температуры, химических потенциалов, параметры состояния поверхности Земли, параметры продуктивности почв и растительности и др.).

4). Физические законы разной степени фундаментальности основа описания структуры и процессов в ландшафтах - фундаментальные законы сохранения основной инструмент для выведения теоретических моделей, градиентные законы (например, законы Дарси, Фурье, Фика и

др.) описывают конкретные процессы переноса.

III. Геофизические параметры состояния ландшафтов - измеряемые величины: 1) по цифровым моделям местности - геоморфометрические параметры, описывающие градиенты индуцирующих полей; 2) по цифровым данным дистанционного зондирования - параметры состояния земной поверхности; 3) измеряемые в натуре, 4) в лабораторных условиях, 5) в специальных экспериментах и т.д.

1). Выделение ландшафтных структур на основе пространственного анализ параметров, раскрывающих механизмы перераспределения рельефом геофизических полей. Вопросы морфометрической формализации земной поверхности в поле силы тяжести систематизированы в работах П.А. Шарого [2, 4]. Закономерно содержательное выделение трех групп геоморфометрических параметров [5]:

- описывающие распределение солнечной (и тепловой) энергии: доза прямой солнечной радиации (сезонная, годовая); экспозиция и освещенность склонов; уклон.
- описывающие распределение и аккумуляцию воды под действием силы тяжести: удельная площадь сбора и дисперсионная площадь; глубина В-депрессий и высота В-холмов; уклон.
- описывающие механизмы перераспределения вещества под действием гравитации: горизонтальная, вертикальная и средняя кривизна, уклон; высота.

На рисунке 1 представлены карты значений некоторых морфометрических величин в пределах территории Национального парка «Валдайский».

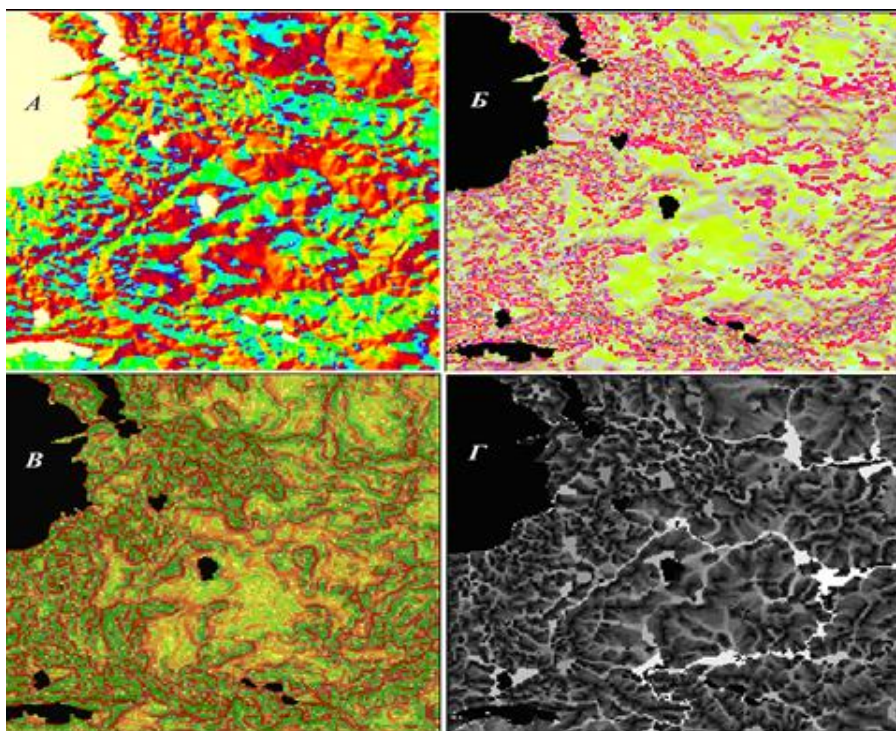


Рисунок 1. Цифровые карты морфометрических параметров рельефа исследованной территории НП «Валдайский». А – ориентация склонов; Б – относительная величина годового радиационного баланса; В – вертикальная кривизна; Г – удельная площадь водосбора

Здесь на небольшой территории расположены краевые зоны четырёх стадий валдайского оледенения, что предопределило большое разнообразие форм рельефа и пёстрый литологический состав четвертичных отложений. Такое разнообразие рельефа и литологии обуславливает высокую степень ландшафтного и биологического разнообразия территории.

Физический смысл используемых величин предельно ясен. Так доза радиации характеризует

потенциальный приход прямой инсоляции; экспозиция и уклон склонов – компоненты вектора градиента геопотенциала; горизонтальная кривизна – дивергенция линий тока; вертикальная кривизна – производная фактора крутизны, характеризующая величину выпуклости-вогнутости склонов; удельная водосборная площадь показывает, с какой площади в каждый элемент поверхности могут собираться со склонов сыпучие и жидкие вещества, и является составляющей ряда индексов, таких как индекс мощности водных потоков, эрозионный индекс, топографический индекс.

2). **Состояние поверхности Земли** (в т.ч. растительного, снежного и др. покровов) **по цифровым данным спектральных каналов аэрокосмической съемки**, и специальных индексов на ее основе (например, нормализованных разностных вегетационных, снеговых, влажностных - NDVI, NDSI, NDWI, и др. индексов).

3). **При измерении параметров в природе**, наряду с традиционными комплексными ландшафтными и др. полевыми методами, необходимо **использование автоматизированных комплексов регистрации физических и химических параметров** приземных слоев атмосферы, природных вод и почв. Перспективно использование **методов прикладной геофизики**, достоинства которых связаны с тем, что они базируются на измерении гравитационных, электрических и электромагнитных параметров.

4). **Пространство географических координат** задается построением цифровой модели рельефа (ЦМР). ЦМР строятся разными способами для достижения максимальной разрешающей способности конкретного иерархического уровня геосистем. Например, по горизонталям наиболее детальной топографической карты М 1:10 000 методом регулярной сетки (grid) размер пикселя может быть получен и 10x10 м и даже 5x5 м. Однако размер пикселя ЦМР, как правило, навязан также разрешающей способностью аэрокосмической и другой дистанционной информации. Например, разрешением съемки Landsat-7 навязан размер пикселя 28x28 м. Такой размер пикселя позволяет выделять ПТК уровня урочищ.

IV. Методы численной классификации являются основными формализованными методами создания карт структуры ПТК и геосистем. Их важнейшая особенность - возможность численных экспериментов и прогнозирования [5].

Теоретическое описание геоструктуры, т.е. стационарного (на определенном временном интервале) состояния динамической геосистемы, проводится на основе структурообразующих процессов и морфометрических параметров геофизических силовых полей, определяющих эти процессы. В результате формальный математический аппарат (алгоритм) выделения (классификации) наименьших и иерархических единиц поверхности рельефа на основе этих параметров приобретает фундаментальный геофизический смысл. В этом случае абсолютно логичным является понятие полиструктурности ландшафта: выбирая те или иные физические содержательные параметры структурообразующих процессов можно получить разные классификации ландшафтов. Для примера ниже приводится реализация типологического подхода, которая позволяет получать классическую иерархию ПТК (урочище – местность – ландшафт), а также реализация подхода гидрологического функционирования ландшафта – иерархия водосборных геосистем [6].

1). **Типологическая модель структуры ландшафта**. Выбор параметров проводится в соответствии с классическими определениями. Например: «Элементарный ПТК – фация ...приурочена к одному элементу мезорельефа; это территория однородная по трем своим характеристикам: литологическому составу пород, углам наклона рельефа и экспозиции склона. В этом случае суммарная солнечная радиация и атмосферные осадки, поступающие на поверхность, одинаковы. Поэтому формируются один микроклимат и один водный режим, ... один биогеоценоз, одна почвенная разность и однообразный комплекс почвенной мезофауны» [7, стр. 22]. Как следует из определения, выделение элементарных ПТК (фаций) может быть проведено по параметрам распределения солнечной радиации и воды по поверхности рельефа – точнее по распределению

градиентов полей инсоляции и гравитации. Таким образом, в классическом определении уже заложена необходимость описания дифференциации ПТК на основе теории поля и морфометрии земной поверхности. Результаты классификаций существенно зависят от весовых значений и количества параметров, изменяя которые можно оптимизировать классификацию элементов рельефа по известной ландшафтной структуре. При таком моделировании подчеркнем необходимость ландшафтного подхода, который позволяет выявить роль главных факторов дифференциации ПТК и отсеять второстепенные или зависимые параметры (рис. 2).

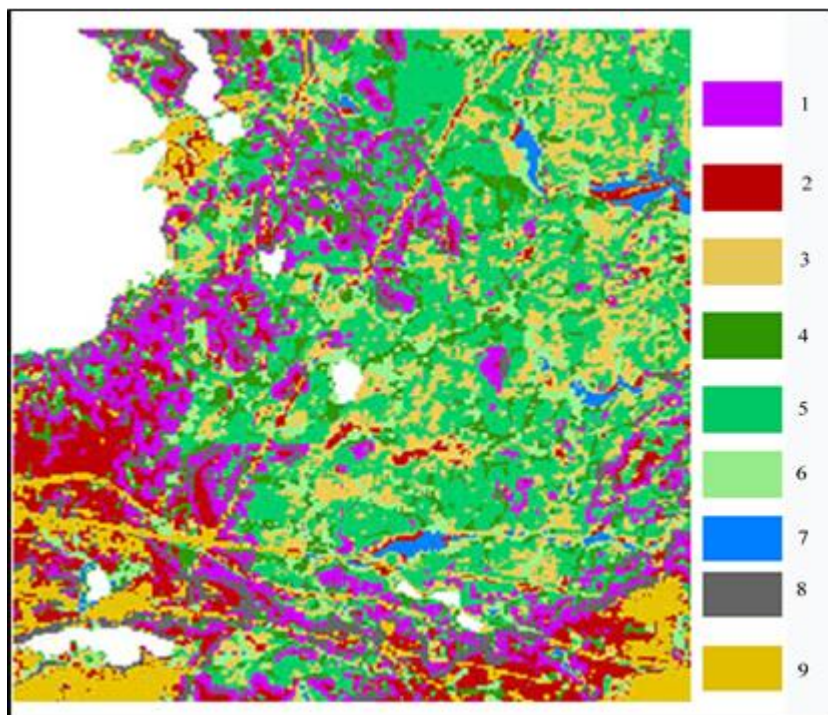


Рис. 2. Структура ПТК на основе классификации рельефа по параметрам градиенто геофизических полей и данным космической съемки Landsat-7

- 1 – моренные гряды и камовые холмы с суглинистыми дерново-подзолистыми почвами под разнотравно-кисличными ельниками
- 2 – вершины камовых холмов и гряд с песчаными дерново-подзолами под сосняками зеленомошными, беломошными и разнотравными
- 3 – подножья холмов и плоские вогнутые ложбины с дерново-глеевыми и дерново подзолистыми контактно отбеленными почвами под смешанными лесами
- 4 – речные и озерные террасы с дерново- и торфяно-глеевыми почвами под ельниками и смешанными лесами
- 5 – дюнные гряды и песчаные холмы с дерново-подзолистыми почвами под сосняками
- 6 – плоские и выпуклые верховые болота с мощными торфами с редкостойными сосняками сфагновыми
- 7 – речные поймы с дерново-глеевыми почвами под заливными лугами
- 8 – крутые склоны холмов разного генезиса с дерновыми почвами под хвойными лесами
- 9 – антропогенно измененные и антропогенные ландшафты (дороги, просеки ЛЭП, карьеры, сельхозугодия, лесопитомники и селитебные)

Методы численной классификации позволяют проводить не только потенциальную дифференциацию, но и интеграцию ПТК по геофизическим параметрам любым из агрегационных методов классификации. Ландшафтная карта, полученная в результате численных экспериментов, достаточно близко воспроизводит границы ПТК разных рангов, полученных классическим методом [8]. Однако на основе формальных классификаций данных ДДЗ и ЦМР невозможно выделение структуры напочвенного растительного покрова, почвенный покров и литологию можно выделять только по косвенным признакам. Данным методом практически невозможно выявить генезис

выделяемых комплексов, что ограничивает метод выделения ландшафтов в классическом понимании. В этом направлении, по-видимому, перспективно применение методов математического моделирования ландшафтного рисунка [9].

2). **Функциональная модель структуры геосистем** низкого ранга определяется главным образом процессами водного стока. Следовательно, задача классификации - построение иерархии водосборных геосистем малого порядка по морфометрическим величинам, описывающим перераспределение воды рельефом в поле гравитации (высота, уклоны, удельная площадь водосбора, горизонтальная кривизна). Иерархия водосборных геосистем определяется в соответствии со схемой Стралера-Философова (рис.3).

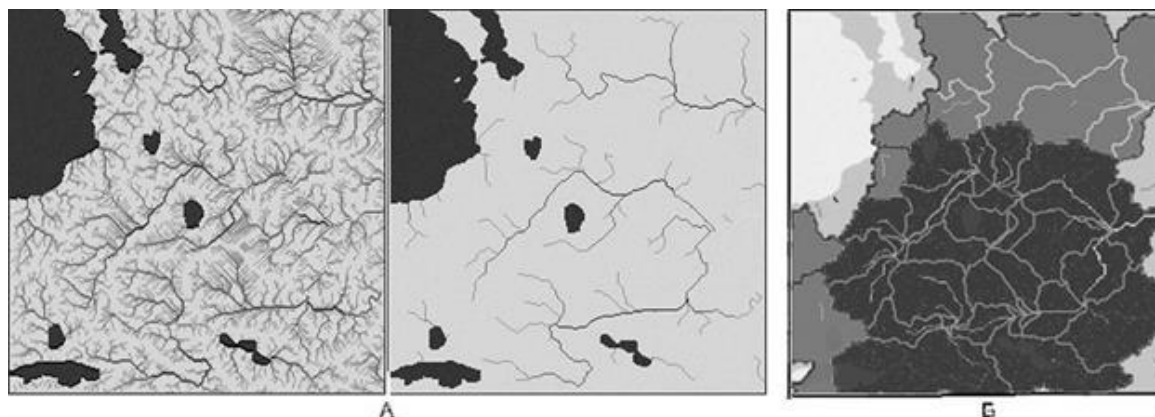


Рис. 3. Автоматизированное выделение водосборных бассейнов р. Лонинка в MapWindow GIS с блоком TauDem (D. Tarboton). А - процедура отсекания водотоков короче некоторой критической величины. Б – площади водосборов различного порядка

Анализ параметров водосборов и гидрологических измерений показывает тесную связь структуры и функционирования геосистем. Это позволяет моделировать гидрологическое функционирование ПТК и рассчитывать скорости и расходы водотоков только на основе априорной информации геостационарных моделей геосистем и климатических данных (рис. 4).

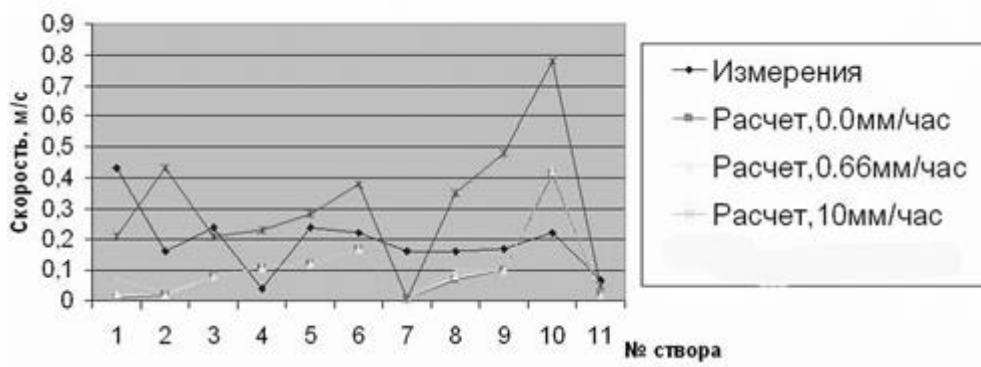


Рис. 4. Сравнение измеренных и рассчитанных в GIS SAGA [Olaya, 2004] скоростей течения р. Лонинка в характерных створах

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ

1. Абиогенные процессы.

1). Реальное движение среды (водной, воздушной) в зависимости от приложенных к ней сил описывается в терминах механики сплошной среды. Уравнение математической физики (Навье-Стокса, Рейнольдса, тепло-влаго-массопереноса и т.п.) приводятся к моделям природных процессов

(поверхностный склоновый и русловой сток, инфильтрация влаги в почвах, перенос растворенных веществ в сорбирующих агрегированных почвах и т.д.), в соответствии с иерархической классификацией геосистемных процессов [11] и условиями соответствия моделей разных процессов по параметрам.

2). **Физико-математические модели с распределенными** параметрами миграции вещества обеспечивают соблюдения условий идентичности параметров моделей и измеряемых в природе величин, использования априорной и накопленной эмпирической информации, включения моделей частных процессов в общие теоретические модели.

3). **Геофизическая дифференциация рельефа и ПТК (на основе ЦМР и ДДЗ) являются граничными условиями**, обеспечивающих однозначность и единственность решения дифференциальных уравнений переноса в биоциркуляционных и геоциркуляционных задачах. Количественный учет пространственно-временных характеристик структуры, иерархии и характерные времен структурообразующих процессов ПТК.

4) **Распределенный характер моделей** позволяет использовать доступные физически измеряемые параметры в виде адекватном исследуемой системе.

II. Процессы биогенного переноса вещества и энергии.

1). **Продукционные процессы** в растительном покрове, рассматриваются на основе физических моделей переноса излучения, тепла, влаги и элементов питания в среде обитания и внутри растений и моделей фотосинтеза, дыхания и перераспределения ассимилятов.

2). Динамика пространственной и возрастной структуры леса описывается моделями диффузионного типа на основе уравнения неразрывности.

3). Задача перехвата и трансформация дождевых осадков пологом леса рассматривается в качестве примера сшивания процессов биологической и водной миграции вещества.

4). Все модели связаны по параметрам.

III. Обобщенная модель геосистемы. Пионерные разработки единой теории структуры и процессов в органогенных болотных ландшафтах **на основе гидродинамических законов и гидроморфологических уравнений** принадлежат К.Е. Иванову [12]. По примеру морфогидрологической модели болота, важнейший этап разработки теории - **описание структуры ландшафта на основе гидродинамических процессов.**

Применительно к уровню лесных геосистем первых порядков **комплексная модель, связанная по параметрам**, должна включать блоки [11, 13]: 1) расчета граничных условий на основе цифровой модели рельефа и дифференциации (синтеза) ПТК с использованием ДДЗ; 2) динамики разновозрастного многопородного древостоя; 3) биогеохимического (малого) круговорота химических веществ; 4) пространственно-временной трансформации поля атмосферных осадков подогом леса; 5) трансформации химического состава осадков пологом леса; 6) вертикального влагопереноса с учетом структуры и горизонтов почв, а также поглощения влаги корнями растений; 7) миграции вещества в сорбирующей, агрегированной пористой среде при нестационарной фильтрации в ненасыщенных влагой почвах с учетом различных механизмов поглощения химических веществ корнями растений; 8) гидрологического стока с подблоками весеннего талого и ливневого поверхностного стока; 9) гидрохимического поверхностного стока с учетом процессов в зоне активного взаимодействия с почвенными горизонтами и миграции твердых взвесей; 10) расчета уровней и динамики стока почвенно-грунтовых вод; 11) миграции химических веществ с потоком почвенно-грунтовых вод; 12) расчета динамики и химического состава вод временных и постоянных водотоков; 13) базу биогеофизических параметров, гидроклиматических, почвенно-гидрофизических, и др. данных. Сложность модели обусловлена сложностью реальных процессов в геосистемах.

В плане обоснования параметров измерения и прогноза функционирования геосистем приведём систему гидрологических моделей, которые решаются независимо от задач тепломассопереноса и имеют много реализаций в пакетах прикладных программ.

Модели гидрологических процессов и их верификация. Наибольшую сложность для их решения представляет задание граничных и начальных условий, гидрофизических свойств почв и грунтов, соотношения процессов испарения–транспирации, инфильтрации и внутрисочвенно-грунтового стока, пространственного распределения поля осадков. Для демонстрации связи параметров моделей процессов и структуры геосистем опишем некоторые гидрологические процессы в геосистемах. Уравнения приведены в наиболее простой одномерной постановке. Задание граничных условий с помощью ГИС продемонстрировано выше.

1) Дождевой склоновый сток рассчитывается численными методами на основе уравнения кинематической волны в виде [11, 14]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\sqrt{i(x)}}{n(x)} h^{5/3} \right] = R - I, \quad (1)$$

x – координата вдоль поверхности склона; $h = h(x,t)$ – глубина потока воды на поверхности почвы; $i(x)$ – уклон поверхности; $n(x)$ – коэффициент шероховатости в формуле Шези-Маннинга; $R(t)$ – интенсивность осадков, см/мин; $I(t)$ – интенсивность инфильтрации.

$$\text{Начальные условия } h(x, t) = 0; \quad x \geq 0, \quad 0 \leq t \leq t_s, \quad (2)$$

$$\text{Граничные условия } h(0, t) = 0; \quad x = 0, \quad 0 \leq t \leq t_Q. \quad (3)$$

Как видно из (1), параметры структуры ландшафтов явно входят в модель в виде уклонов поверхности $i(x)$ и в неявном виде – в величину коэффициента шероховатости $n(x)$, зависящего от растительного и почвенного покровов. Интенсивность инфильтрации $I(t)$ в первом приближении задаётся табличными значениями коэффициента фильтрации K_0 . В более детальных моделях инфильтрация рассчитывается по уравнению вертикального влагопереноса в почвах в виде коэффициент гидравлической проводимости $K(\theta)$.

2) Влагоперенос в дерново-подзолистых почвах рассчитывается численными методами по уравнению конвективно-диффузионного переноса в виде [11, 14]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D_w(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} - K(\theta) \right] - S(z, t). \quad (4)$$

$$\text{Начальное условие} \quad \theta(z, 0) = \theta_0(z), \quad (5)$$

$$\text{Граничное условие} \quad R(t) - E(t) = K(\theta) \left(1 - \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) \Big|_{z=0}, \quad (6)$$

$\theta = \theta(z, t)$ – влажность почвы, θ_0 – исходная влажность почвы; z – координата, положительно направленная вниз; $S(z, t)$ – расход влаги, извлекаемый корнями растений; $K(\theta)$ – коэффициент гидравлической проводимости; $D_w(\theta)$ – коэффициент диффузии влаги; $R(t)$, $E(t)$ – интенсивность осадков и испарения, соответственно. Гидравлическая проводимость определяется по модифицированной формуле С.Ф. Аверьянова:

$$K(\theta) = K_0 \left(\frac{\theta - \theta_{вз}}{\theta_{пв} - \theta_{вз}} \right)^{3,5} \quad (7)$$

K_0 – коэффициент фильтрации; гидрологические константы почвы: $\theta_{пв}$ – наименьшая полевая влагоёмкость, $\theta_{вз}$ – влажность завядания, $\theta_{мг}$ – максимальная гигроскопичность.

Основная гидрофизическая характеристика почв $\psi(\theta)$ рассчитывается по формуле:

$$\psi(\theta) = \psi_B \left(\frac{\theta - \theta_{вз}}{\theta_{пв} - \theta_{вз}} \right)^{-1/4} \quad (8)$$

где ψ_B – капиллярно-сорбционный потенциал барботирования, соответствующий давлению «входа воздуха в систему», при близкой к насыщению влажности почвы. Влага, извлекаемая корнями растений ($\rho(z)$ – плотность корней в почве), рассчитывается из уравнения:

$$S(z, t) = k_1 \rho(z) E_0 \ln \frac{\psi_{\text{вз}}}{\psi} \quad (9)$$

Испарение рассчитывается по формуле:

$$E = kd(t)d_{\text{п}} \exp[-d_{\text{п}}/W_m] \quad (10)$$

где W_m – эмпирический коэффициент; $d(t)$ – дефицит влажности приземного воздуха; $d_{\text{п}}(t)$ – дефицит влажности поверхностных горизонтов почвы:

$$d_{\text{п}}(t) = \left(\theta_{\text{пв}} - \frac{\theta(0,t)}{\theta_{\text{пв}}} \right) \quad (11)$$

Как видно из (4)-(11), в модель влагопереноса в почвах входят микроклиматические параметры ($R(t)$, $E(t)$, E_0 , $d(t)$ и др.), гидрофизические характеристики почв ($\theta_{\text{пв}}$, $\theta_{\text{вз}}$, $\theta_{\text{Мг}}$, $\psi(\theta)$, $D_w(\theta)$, $K(\theta)$) и биофизические характеристики растительного покрова ($\rho(z)$)

Имитационное моделирование показало удовлетворительное совпадение с результатами экспериментов на дождевально-стоковых площадках и натурных исследований влагопереноса в дерново-подзолистых почвах (рис. 5), что позволяет рекомендовать модели для описания процессов гидрологического функционирования ландшафтов водосборов.

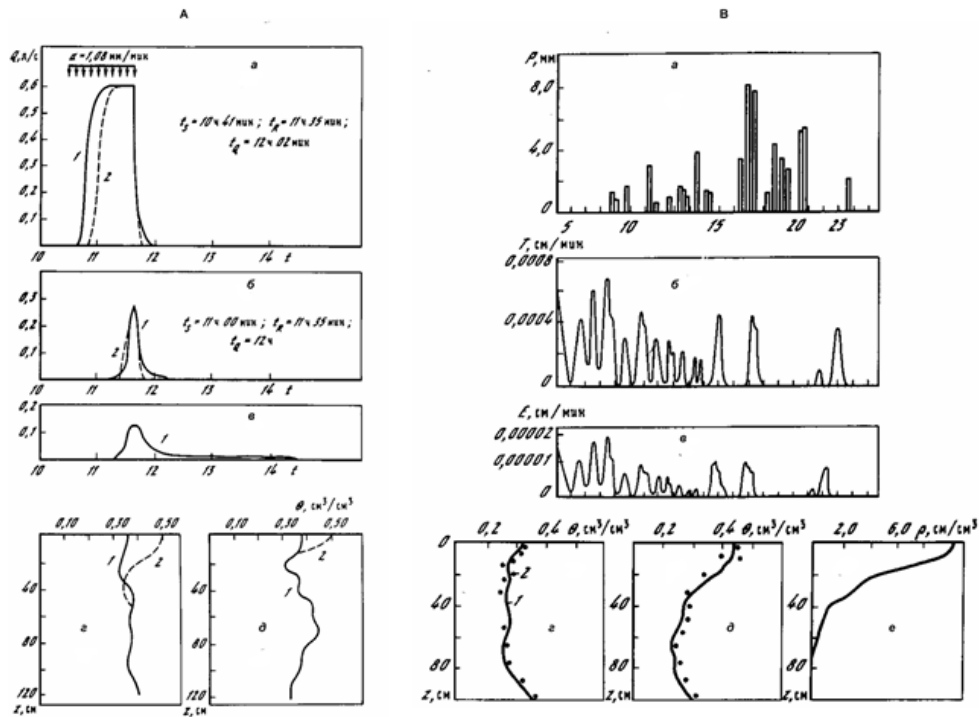


Рис. 5. Результаты экспериментов по верификация модели поверхностного стока [11]. А – исследование поверхностного стока при искусственном дождевании площадки на комбинированном поле-лес склоне моренной равнины (Клинско-Дмитровская гряда): а – поверхностный сток с поля; б – поверхностный сток в замыкающем лесном створе; в – внутрисочвенный сток в замыкающем лесном створе; 1 – измеренные и 2 – рассчитанные по модели (1)-(3) гидрографы стока. Профили влажности почвы на поле (z) и в лесу (d); 1 – измеренные исходные и 2 – рассчитанные после дождевания. В – натурные исследования влагопереноса в дерново-среднеподзолистых почвах на тяжелых покровных суглинках под смешанным лесом Іб класса бонитета состава 50с 3б 2Е, возраста 60-70 лет, полноты 0,6: а – ход осадков 5-23 июня 1978 г., б – рассчитанные интенсивности транспирации и в – испарения, z, d – профили влажности почв 12 и 22 июня, e – измеренная концентрация корней. 1 - рассчитанные по (4)-(11) профили влажности почв; 2 - измеренная влажность почв.

Перехват осадков пологом леса:

$$\frac{\partial R(z,t)}{\partial z} = -R(z,t)D(z,t)U(z)G(z) \quad (12)$$

$$\frac{\partial D(z,t)}{\partial t} = -R(z,t)D(z,t)G(z)/\alpha(z) + [1 - D(z,t)]E_0/\alpha(z) \quad (13)$$

$$\text{Граничное условие } R(0,t) = R_0(t), \quad (14)$$

$$\text{Начальное условие } D(z,0) = D_0(z), \quad (15)$$

$U(z)$ – площадь поверхности фитоэлементов в единице объёма полого на высоте z , 1/см; $G(z)$ – проекция площади фитоэлементов на единицу поверхности горизонтального сечения z ; $D(z,t)$ – безразмерная доля сухих листьев и ветвей в момент t на уровне z ; $z=0$ на вершине полого леса, $z=H$ – нижняя граница полого; $\alpha(z)$ – сорбируемость воды на единицу площади фитоэлемента; испаряемость $E_0(z,t)$ – скорость испарения с поверхности фитоэлементов, см/мин. Поскольку испарение происходит с влажной поверхности, применимы простейшие формулы расчёта типа Дальтона $E_0 = k_1 d$ и Майера $E_0 = k_2 d(t) + k_3 u$, где $d(t)$ – дефицит влажности воздуха; u – скорость ветра; k_1, k_2, k_3 – эмпирические коэффициенты.

Модель позволяет рассчитать реальную интенсивность осадков под пологом растительности на основе микроклиматических параметров ($R(t)$, E_0 , $d(t)$, и z,t) и биофизических параметров ($U(z)$, $G(z)$, $D(z,t)$, $\alpha(z)$).

Фильтрация грунтового потока в однородной пористой среде при наличии инфильтрационного питания описывается уравнением Буссинеска:

$$K_0 \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial H}{\partial x} \right) + W = \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (16)$$

где H – пьезометрический (гидростатический) напор (м); h – высота (мощность) грунтового потока (м); μ – водоотдача (или недостаток насыщения); K_0 – коэффициент фильтрации; W – интенсивность инфильтрационного питания на единицу площади грунтовых вод. В первом приближении W определяют в среднем по динамике подъёма уровня грунтовых вод, в более сложных моделях для определения инфильтрационного питания решают (16) совместно с (4) – (15) – в этом случае W рассчитывается как функция $K(\theta)$ на уровне грунтовых вод. В силу сложности изучения и описания условий однозначности решения уравнений (вид фильтрации и геометрическая характеристика области фильтрации; строение области фильтрации и её основные параметры – водопроницаемость, мощность, уровнепроводность, пьезопроводность и др.; характер, границ и граничные условия – закономерность изменения напоров и расходов на границах областей фильтрации; а также начальные условия), неизбежны схематизация и упрощение природных гидрогеологических условий. Грунтовый влагоперенос происходит на существенно больших характерных временах, чем вертикальный влагоперенос в почвах, и поверхностный сток. Поэтому для определения единичного расхода потока подземных вод со свободной поверхностью при установившейся фильтрации в однородном пласте с горизонтальным водоупорным ложем справедливы простые схемы Ж. Дюпюи:

1) в случае отсутствия инфильтрации:

$$q_x = K_0 \frac{h_1^2 - h_2^2}{2(x_2 - x_1)} = K_0 \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} \text{ и соответственно } h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x}; \quad (17)$$

2) для случая постоянного в пространстве и времени инфильтрационного питания:

$$q_x = K_0 \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - \frac{WL_{1-2}}{2} + Wx \text{ и соответственно } h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x + \frac{W(L_{1-2} - x)x}{K_0}}; \quad (18)$$

3) для случая переменного инфильтрационного питания:

$$q_S = K_0 \frac{h_1^2 - h_5^2}{2L_{1-2}} - \frac{W_1 L_1}{2}, \quad q_S = K_0 \frac{h_5^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - \frac{W_2 L_2}{2} \text{ и } h_S = \sqrt{\frac{L_1 L_2}{L} \left(\frac{h_1^2}{L_1} + \frac{h_2^2}{L_2} + \frac{W_1 L_1 + W_2 L_2}{K_0} \right)}, \quad (19)$$

где индексами 1 и 2 отмечается створ скважин, в которых производят измерения (L – расстояние между скважинами, м), индекс x отмечает параметры, рассчитываемые для точки, находящейся

на расстоянии x , индекс s – граница фрагментов с различной интенсивностью инфильтрационного питания. На рис. 6 приведён пример расчёта установившегося среднегодового УГВ для ландшафтов Мещеры. Расчёты проводились по данным абсолютной высоты УГВ в болотах на трансекте.

Таким образом, модели всех процессов связаны по геофизическим параметрам с моделью структуры ландшафта ($i(x)$, $n(x)$ и др.), микроклиматическими параметрами ($R(t)$, $E(t)$, E_0 , $d(t)$ и др.), гидрофизическими характеристиками почв ($\psi(\theta)$, $D_w(\theta)$, $K(\theta)$, $\theta_{пв}$, $\theta_{вз}$, $\theta_{мг}$, и др.), гидрогеологическими параметрами (K_0 , W , μ , и др.), а также биогеофизическими характеристиками растительности ($U(z)$, $G(z)$, $\alpha(z)$, $\rho(z)$), которые для замыкания требуют включения в систему уравнений (1)-(19) моделей продуктивности растительного покрова. Ещё больше увеличивается количество параметров при моделировании весеннего талого стока – необходимо описание зависимости большинства параметров от температуры воздуха, воды и почвы.

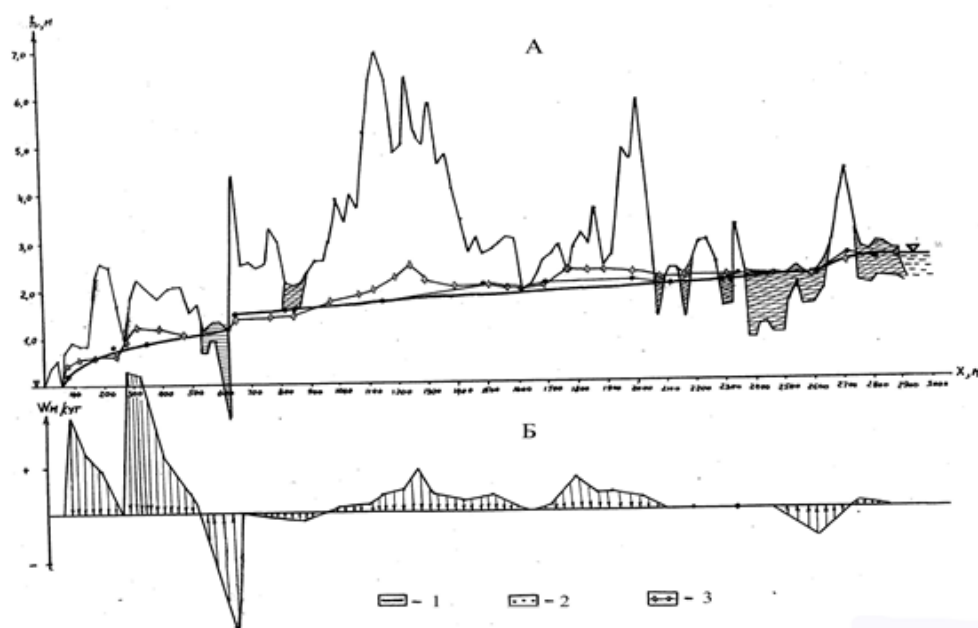


Рис.8. Уровни грунтовых вод по трансекте на левобережье р. Пра в Окском заповеднике.

А - установившиеся среднегодовые УГВ (1), рассчитанные по уравнению (17), и измеренные в летнюю межень (2 – август 1986 г, 3 - август 1987 г). **Б** – расчет инфильтрационного питания грунтовых вод в августе 1987 года

Методы измерения всех параметров известны и описаны в методической литературе по гидрологии, гидрогеологии, физики почв и метеорологии. Большинство методов автоматизируются и в современной реализации не требуют капитальных сооружений (см., например, каталог фирмы Eijkelkamp, Голландия). Кроме того, известны методы решения обратной задачи получения гидрофизических параметров из наблюдений и экспериментов. Для этого на водосборах первого–третьего порядков в условиях «регионального фона» нужно измерять: 1) температуру и влажность воздуха на вертикальном профиле - минимум на двух высотах и на поверхности почвы; 2) интенсивность осадков и суммарные осадки под пологом леса; 3) максимальные влагозапасы в снеге по профилям; 4) температуру и влажность почв по стандартным горизонтам; 5) динамику уровней почвенной верховодки и грунтовых вод с проведением экспериментальных откачек и наливов по репрезентативному створу скважин; 6) расходы стоковых вод (высота слоя стока) в замыкающем створе водосбора.

Заключение

Единый детерминированный физико-математический подход для описания структуры ПТК и природных процессов функционирования - основа создания теории геосистем.

На основе типологического и функционального подходов ландшафтоведения предложен метод выделения по геофизическим параметрам однородных ПТК. Получены достоверные взаимосвязи структуры и функционирования геосистем низкого иерархического уровня.

Морфометрическое описание рельефа и геофизическая дифференциация ПТК являются граничными условиями, которые обеспечивают однозначность и единственность решения дифференциальных уравнений переноса в задачах функционирования ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дьяконов К.Н. Базовые концепции и понятия ландшафтоведения // Геогр. научные школы Московского университета. М.: Городец, 2008. С. 348–381.
- [2] Солнцев В.Н. Структурное ландшафтоведение. М.: Геогр. фак-т МГУ, 1997. 12 с.
- [3] Шарый П.А. Топографический метод вторых производных // Геометрия структур земной поверхности. Пущино: ПНЦ, 1991. С. 28–58.
- [4] Shary P.A. Land surface in gravity points classification by a complete system of curvatures // *Mathematical Geology*. 1995. V. 27. № 3. P. 373–390.
- [5] Сысуев В.В. Морфометрический анализ геофизической дифференциации ландшафтов // Изв. РАН. Сер. геогр. 2003а. № 4. С. 36–50.
- [6] Сысуев В.В. Моделирование геофизической дифференциации геосистем // Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Изд-во «Городец», 2004. С. 48–71.
- [7] Дьяконов К.Н., Пузаченко Ю.Г. Теоретические положения и направления современного ландшафтоведения // География, общество, окружающая среда. Том II. Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: изд-во «Городец», 2004. С. 21–36.
- [8] Сысуев В.В., Солнцев В.Н. Ландшафты краевой зоны Валдайского оледенения: классический и морфометрический анализ // Ландшафтоведение: Теория, методы, региональные исследования, практика. Тр. Междунар. ландшафтной конф. М.: МГУ, 2006. С. 249–252.
- [9] Викторов А.С. Основные проблемы математической морфологии ландшафта. М.: Наука, 2006. 252 с.
- [10] Olaya V. A gentle introduction to SAGA GIS. Edition 1.2., 2004. 202 p.
- [11] Сысуев В.В. Физико-математические основы ландшафтоведения. Учебное пособие. М.: МГУ, 2003. 245 с.
- [12] Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 280 с.
- [13] Сысуев В.В. Фоновый гидрологический мониторинг лесных геосистем // Тр. Центрально-лесного гос. природного биосферного заповедника. Вып. 5. М.: МПР, 2007. С. 100–108.
- [14] Кучмент Л.С. Речной сток (генезис, моделирование, предвычисление). М.: Ин-т водных проблем РАН, 2008. 395 с.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОГО САЯНА

Гаврилкина С.А. *, Зелепукина Е.С. **

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Россия

*e-mail: *svetilnic@mail.ru, **elezelepu@gmail.com*

На территории Алтае-Саянского экорегиона, обладающего огромным рекреационным и ресурсным потенциалом, в настоящее время активно ведётся хозяйственная деятельность, интенсивность и размах которой в последние несколько десятилетий только возрастает, поэтому исследование степени нарушенности горных геосистем, их устойчивости и способности к восстановлению вследствие этого приобретает особую важность.

Объектом настоящего исследования являются геосистемы Западного Саяна, расположенного на стыке семигумидного и аридного климатических секторов, что обуславливает существенные различия ландшафтной структуры и высотной поясности северного и южного макросклонов хребта. Динамика геосистем, вызываемая совместным действием антропогенных и природных факторов, проявляется не только в колебании положения границ и площадей ландшафтов, но и изменении межкомпонентных и межсистемных связей. Спонтанное воздействие на один из ландшафтных компонентов чаще всего может быть компенсировано способностью ландшафта к восстановлению через ряд сукцессий. Влияние же антропогенных факторов в силу интенсивности и регулярности и, как правило, затрагивающих несколько ландшафтных компонентов, напротив, приводит к необратимому нарушению межкомпонентных связей.

В работе были выявлены разные траектории динамики условно коренных ландшафтов, расположенных в разных физико-географических условиях, при однотипном внешнем воздействии.

Ключевые слова: лесные экосистемы; динамика геосистем; естественные и антропогенные факторы; восстановительные сукцессии

Введение

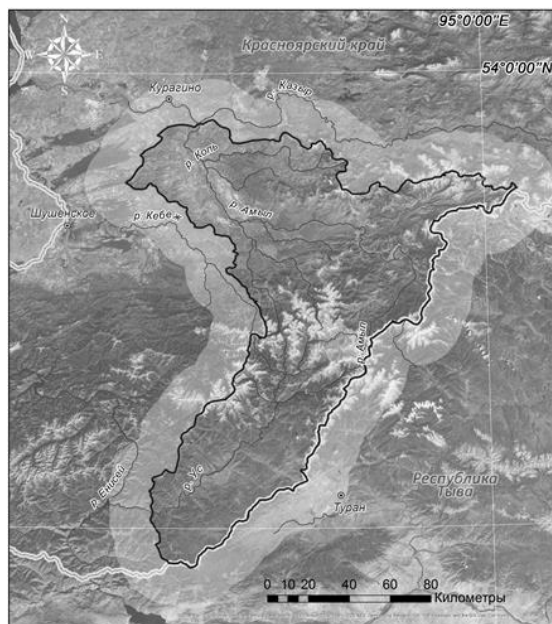
Динамические процессы в геосистемах имеют пространственный и временной аспект. Во всех компонентах ландшафта в ходе саморазвития системы, а также в результате воздействия внешних факторов происходят перманентные изменения, более всего заметные в растительном покрове.

Алтае-Саянская горная страна расположена на стыке широтных зон степей и полупустынь и долготно-климатических секторов с континентальным и резко-континентальным климатом, что в сочетании с особенностями орографического строения, значительными перепадами высот, наличием разноуровневых поверхностей выравнивания обуславливает значительное ландшафтное разнообразие. На территории юга Сибири, обладающей огромным рекреационным и ресурсным потенциалом, в настоящее время активно ведётся хозяйственная деятельность, интенсивность и размах которой в последние несколько десятилетий только возрастает. Именно поэтому необходимость всесторонней экологической оценки современного состояния ландшафтов, степени их нарушенности, а также устойчивости отдельных компонентов и геосистем в целом не вызывает сомнений.

Целью настоящего исследования является количественная и качественная оценка динамики лесных экосистем Алтае-Саянского экорегиона в результате природного и антропогенного воздействия за последние полвека. Под динамикой в данной работе понимается изменение положения границ лесных ареалов и смена видового состава растительности.

Материалы и методы

Выбор в качестве ключевого участка территории центральной части горного хребта Западный Саян был обусловлен с одной стороны тем, что здесь на разных макросклонах хребта представлены геосистемы практически всего спектра центральноазиатского типа поясности [8, 10], а с другой – имеющимся у авторов многолетним опытом экспедиционных ландшафтных работ в этом регионе [5, 9] рис. 1. Количественная оценки размаха трансформаций таежного пояса осуществлялась с помощью картометрических методов. Анализ проводился на основе ландшафтной карты восточной периферии Западного Саяна 1:500 000, составленной авторами по материалам



многолетних полевых исследований с использованием топографических, тематических карт, космоснимков. Наложение ландшафтной карты (площадь закартированной территории 16 тыс.км²) на цифровую модель рельефа, разрешением 30 м [13] позволило выявить высотные диапазоны и экспозиционные отличия распространения различных типов лесных экосистем, а также пространственную приуроченность нарушенных лесных массивов. Оценка качественных изменений растительного покрова проводилась на основе анализа ландшафтных описаний, включающих помимо подробного описания растительности (видовой состав, проективное покрытие, высота по ярусам, формула древостоя, подроста и др.), характеристики рельефа, почвенного профиля, условия увлажнения, характер и степень нарушенности геосистем и др.

Рис. 1. Район исследований, водосборные бассейны рек Амыл и Ус

Систематизация архивных и многолетних полевых данных о состоянии древесной растительности Западного Саяна позволила выявить траектории динамики условно коренных лесов, расположенных в разных физико-географических условиях, при однотипном внешнем воздействии.

Результаты

На основе перекрестного анализа ландшафтной карты и цифровой модели рельефа выявлены экспозиционно-высотные различия структуры лесного пояса хребта. Лесостепной пояс, представленный на северном макросклоне сочетанием мелколиственно-сосновых разнотравных лесов с разнотравно-злаковыми степями, занимает холмистые предгорья до высоты ~500 м (в настоящее время большая часть разнотравно-злаковых степей распахана и занята сельскохозяйственными угодьями). По склонам южной экспозиции разнотравно-злаковые либо кустарниковые степи поднимаются вплоть до 1400 м, соседствуя с березово-лиственничными остепнёнными лесами.

В семигумидных условиях северного макросклона лесной пояс до высоты примерно 1000 м представлен черневой тайгой (темнохвойные с осиной и березой высокоотравно-папоротниковые леса), выше – темнохвойной (пихтово-кедровые и пихтовые кустарничково-зеленомошные). В аридных условиях южного макросклона темнохвойные леса встречаются в основном только в долинах рек, а преобладают полидоминантные леса с примерно равным участием лиственницы, темнохвойных пород и березы. Верхняя граница леса на северном макросклоне (1600-1700 м) представлена редкостойными пихтово-кедровыми разнотравными лесами часто с густым

подлеском из ольхи (*Alnus fruticosa*). Южнее главного водораздела (Араданского хребта) верхняя граница леса, представленная кедровыми и лиственничными лесами, поднимается до 2000-2100 м. Динамика лесных экосистем проявляется, с одной стороны, в изменении структуры таежного пояса, а с другой — в изменении ареалов распространения лесных сообществ. К основным природным факторам динамики относятся стихийные явления (пожары, ветровалы, массовые вспышки патогенной флоры, насекомых), а также долговременная смена климата, а к антропогенным – заготовка древесины, добыча полезных ископаемых открытым способом, строительство, пожары. В зависимости от вида и интенсивности внешнего воздействия траектории динамических смен лесных экосистем различаются. Выявлены следующие **стадии постпирогенных восстановительных сукцессий** темнохвойных лесов:

I стадия. В низкогорье в первые годы после пожара среди многочисленных обгорелых стволов взрослых деревьев формируется густой высокотравный ярус; в среднегорье – травяно-кустарничковый ярус (с преобладанием багульника). Из древесных пород обильны всходы осины и березы (Рис. 2, b)

II стадия. Обычно через 10-20 лет происходит смыкание крон молодых мелколиственных деревьев, что приводит к угнетению травяно-кустарничкового яруса; появляется подрост темнохвойных пород (в основном, *Abies sibirica*, *Picea obovata*) (Рис.2., c);

III стадия. Примерно через 30-40 лет пихта образует второй ярус, а через 50-70 лет – вытесняет мелколиственные породы в первом ярусе. Подрост и молодые экземпляры кедра (*Pinus sibirica*) встречаются единично.



Рис. 2. Стадии постпирогенных восстановительных сукцессий темнохвойной тайги (а – космоснимок; b – I-я стадия; c – II-я стадия); фото Н.И. Амбурцевой

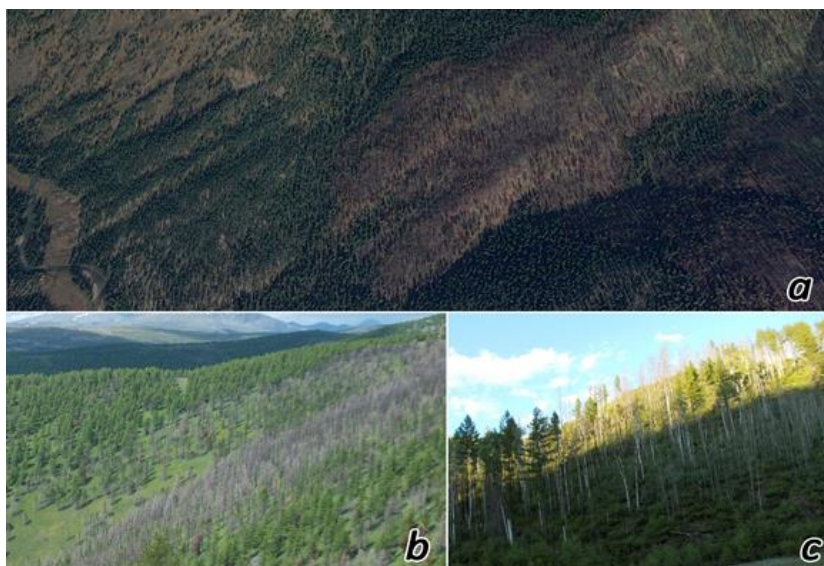


Рис. 3. Стадии постпирогенных восстановительных сукцессий светлехвойной тайги (а – космоснимок; b – I-я стадия; c – II-я стадия); фото Н.И. Амбурцевой

Стадии постпирогенных восстановительных сукцессий лиственничников отличаются лишь возрастом и проективным покрытием *Larix sibirica*.

Участие мелколиственных пород незначительно. Таким образом, на северном макросклоне восстановление тайги происходит со сменой лесообразующей породы (кедровые, пихтово-кедровые, елово-кедровые разнотравные или кустарничковые леса замещаются на пихтовые), а на южном – без (преобладающая в древостое лиственница сохраняет роль доминанты). Кроме того, на южном склоне при восстановлении после пожаров долинных темнохвойных лесов обычно присутствует серебристый тополь (Рис.3.). В лесостепном поясе основным видом воздействия является сельскохозяйственная деятельность и иногда пожары. Отличительной чертой **постагрикультурных сукцессий** на холмистых предгорьях северной части хребта является восстановление хвойных пород (*Pinus sylvestris*) без промежуточной мелколиственной стадии, в то время как постпирогенные сукцессии приводят к увеличению доли мелколиственных лесов (высокотравные березняки). Аналогично происходит восстановление сосновых древостоев после пожаров, например, на территории Северного Урала [11].

Анализ видового состава сообществ, возникших после промышленной заготовки древесины, показал выраженные различия мелколиственной стадии восстановительных сукцессий: на северном макросклоне доминирует *Alnus fruticosa*, а на южном – *Betula* и *Populus*. Восстановительные сукцессии после рубок по продолжительности примерно соответствуют постпирогенным, что хорошо коррелирует с данными [2]. В результате оценки площадных изменений выявлено, что за последние полвека доля коренных таёжных лесов сократилась на исследуемой территории более чем на треть. Усложнение структуры темнохвойной тайги произошло за счет замещения кедровых и кедрово-пихтовых лесов сообществами, представляющими II и III стадию восстановительных сукцессий примерно в равных пропорциях (~15 %). Суммарная площадь лесов, относящихся к I стадии, не превышает 10 %, что косвенно свидетельствует о некотором снижении объемов заготовок леса, наблюдающемся с начала 2000-х гг. В целом большая часть постпирогенных сообществ приурочены к южному макросклону. Установлено, что при снижении интенсивности антропогенного воздействия большинство геосистем региона способно восстанавливать нарушенные межкомпонентные связи (за исключением разрабатываемых месторождений; земель, отведённых под гидротехнические сооружения). Добыча горно-рудного сырья (Рис. 4.) приводят к полному уничтожению не только растительного покрова, но и местоположений (формы рельефа, режима миграции вещества и пр.).



Рис. 4. Открытые горные разработки на р. Кубайка (фото С.А. Гаврилкиной, 2016 г.)

Рекультивационные работы, к сожалению, практически не проводятся; частичное восстановление геосистем (зарастание отвалов пионерными видами разнотравья) начинается не ранее, чем через несколько десятилетий после окончания работ.

Обсуждение

Спонтанное воздействие на один из ландшафтных компонентов чаще всего может быть компенсировано способностью ландшафта к восстановлению через ряд сукцессий. Так, значительная доля лесных геосистем региона неоднократно подвергалась кратковременным пожарам невысокой интенсивности (без полного выгорания взрослого древостоя), что, как правило, не приводило к смене основных эдификаторов. Установлено, что в отличие от пихты возобновление кедра (*Pinus sibirica*) естественным путем в этом регионе крайне затруднено, что соответствует результатам исследований сотрудников Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН [4, 7]. Темпы накопления темнохвойного подроста под древесным пологом мелколиственных пород определяются локальными фитоценоотическими условиями.

Интересно отметить, что в XX веке среднекрутые склоны практически не подвергались рубкам, в результате чего относительно недалеко от вырубленных кварталов сохранились участки спелых темнохвойных лесов, способствующих естественному лесовозобновлению [1]. Однако в настоящее время древостой на склонах средней крутизны (больше 15 градусов) также является объектом хозяйственной деятельности (Рис. 5.), что существенно снижает устойчивость лесов в регионе.



Рис. 5. Заготовка леса на крутом склоне
(фото С.А. Гаврилкиной 2016 г.)

Проблема заготовки источника семенного материала хвойных пород отчасти может быть решена за счет массовых посадок. В регионе имеются несколько лесных питомников, но лесовосстановительные работы носят очаговый характер и их масштабы значительно уступают по площади сведению леса. Подчеркнём, что возобновление кедра естественным путем практически невозможно без антропогенного вмешательства. Наблюдаемый в регионе, начиная с середины прошлого века, незначительный тренд на повышение температуры [6] не может быть причиной заметных изменений границ лесного пояса в отличие от высокогорных тундр и лугов. Это связано с высокой средообразующей способностью лесных сообществ регулировать микроклиматические условия, а также с продолжительностью периода смены одного поколения древостоя [3]. Согласно исследованиям [12] ожидаемый отклик на климатические изменения в лесных сообществах может проявиться не ранее чем через 100 лет.

В настоящее время на территории Западного Саяна ни верхняя, ни нижняя границы леса не являются климатическими, т.е. расширение высотного диапазона лесного пояса не может служить индикатором увеличения увлажнения, а связано с уменьшением площадей пахотных земель в предгорьях, а также с значительным сокращением поголовья маралов (подвид *Cervus*), прежде

разводимых в низкогорьях южной части хребта. Наложение воздействия антропогенных факторов на постоянно действующие природные приводит к очевидному снижению устойчивости лесных сообществ. Так, например, устойчивость к ветровалам резко снижается на участках древостоя, подвергшихся пожарам. Кроме того, отмечено, что нарушение целостности почвенного покрова и режима увлажнения вследствие масштабного сведения леса на крутых склонах почти всегда приводит к активизации денудационных процессов и часто провоцирует возникновение нехарактерных для ненарушенных территорий селевых потоков. Подтопление участков низкогорий в результате прокладки лесовозных дорог и лежнёвок более полувека назад привело к заболачиванию выположенных территорий, где вместо восстановительных сукцессий черневой тайги привело к возникновению обширных преимущественно безлесных пространств.

Нерациональная организация лесозаготовительных работ, в частности, многочисленные факты оставления значительных объемов древесины на участках рубок, резко снижают устойчивость лесных массивов к пожарам (Рис.6.).



Рис. 6. Остатки заготовок конца 60-х гг.

В целом влияние антропогенных факторов, затрагивающих несколько ландшафтных компонентов проявляется гораздо заметнее природных, поскольку в силу интенсивности и регулярности приводит к необратимому нарушению межкомпонентных связей.

Заключение

В горных районах юга Сибири на протяжении последних 50-70 лет наблюдается устойчивая тенденция к сокращению темнохвойных лесов, что является серьёзной проблемой. Реакция лесных сообществ на различные виды воздействия проявляется в смене условно коренных лесов производными. При этом основные траектории динамики коренных ландшафтов, расположенных в разных физико-географических условиях, при однотипном внешнем воздействии различаются. Восстановление темнохвойных лесов происходит со сменой основной лесообразующей породы и участием в составе древостоя мелколиственных пород; при восстановлении светлохвойных лесов смены доминирующей породы не происходит, а участие мелколиственных незначительно. Направленность и длительность восстановительных процессов определяются прежде всего видом и интенсивностью воздействия. При снижении интенсивности антропогенного воздействия большинство геосистем региона способно восстанавливать нарушенные межкомпонентные связи (за исключением разрабатываемых месторождений; земель, отведённых под гидротехнические сооружения). Результаты исследования динамических процессов, происходящих в геосистемах и их компонентах, крайне важны для разработки концепции рационального природопользования, а также для научно обоснованного районирования территории по степени устойчивости

ландшафтов к разнообразным видам воздействия, что необходимо для разработки рекомендаций по снижению неблагоприятных последствий антропогенного воздействия на растительный покров, почвы и др., а также при экологическом обосновании создания новых особо охраняемых природных территорий.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Русского географического общества (грант 18.18.1121.2016) и Санкт-Петербургского государственного университета (18.38.418.2015).

Литература

- [1]. Беручашвили Н.Л. Четыре измерения ландшафта. – М.: Мысль, 1986 – 182 с.
- [2]. Буренина Т.А., Овчинникова Н.Ф., Федотова Е.В. Изменение структуры водного баланса на вырубках черневой тайги Западного Саяна // География и природные ресурсы. 2011. № 1. С. 92-100.
- [3]. Ганюшкин Д.А., Зелепукина Е.С., Гаврилкина С.А. Прогнозы динамики ландшафтов массива Монгун-Тайга (юго-западная Тыва) при заданных сценариях изменений климата // В мире научных открытий, 2015. – №4. – С. 273-307
- [4]. Ермоленко П.М., Юрасов Е.В., Овчинникова Н.Ф. Структура лесовозобновления на сплошных вырубках пихтарников в горнотаежном поясе Западного Саяна // Лесн. хоз-во, 1993. № 1. С. 18–21.
- [5]. Крылова А.А., Зелепукина Е.С., Милицина С.В. Ландшафтная структура природного парка Ергаки (Западный Саян) // Известия Русского географического общества. 2016. № 5. С. 12-23.
- [6]. Мосолова Г.И., Осипова Т.Н., Пряхина Г.В. Многолетние изменения индексов экстремальности климата за теплый период года в Алтае-Саянском регионе (Западный Саян, Кузнецкий Алатау) // Известия Русского географического общества. 2016. № 5. С. 24-33.
- [7]. Овчинникова Н.Ф. Фитоценотические особенности возобновления кедра и пихты сибирской в производных послерубочных лесах черневого пояса Западного Саяна // Проблемы кедра. Томск, 2003. Вып. 7. С. 127–134.
- [8]. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. –М.: Наука, 1980. –189 с. .
- [9]. Пряхина Г.В., Зелепукина Е.С., Гузель Н.И., Журавлев С.А. Ландшафтно-гидрологическая характеристика водосбора реки Амыл // Фізична географія та геоморфологія. Киев: Обрії, 2013. №3(71). С. 256-265.
- [10]. Юнатов А.А. Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. – Труды Монгольской комис., 1950. М.; Л.; Изд-во АН СССР, вып. 39
- [11]. Hytteborn, H., Rysin, L.P., Maslov, A.A. & Nazimova, D.I.. Boreal forests of Eurasia. In: Anderson, F.& Gessel, S. (eds.). Coniferous Forests of the World. Ecosystems of the World 6. Elsevier, Amsterdam, 2005, p. 23-99
- [12]. Theurillat J.-P. et al. Sensitivity of plant and soil ecosystems of the Alps to climate change, Views from the Alps: Regional perspectives on climate change. Cambridge (Mass.): MIT press, 1998, pp. 225-308.
- [13]. United States Geological Survey: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex>

მიგარიას მასივის კარსტული რელიეფი

ბოლაშვილი ნ.¹, წიქარიშვილი კ.², ნიკოლაიშვილი დ.³, ლექავა ზ.⁴

^{1,2,4} თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი, *დირექტორი; *საქართველოს ალექსანდრე ჯავახიშვილის სახ. გეოგრაფიული საზოგადოების პრეზიდენტი
³ თსუ, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

*e-mail: nana.bolashvili@tsu.ge

კარსტვადი ქანების გავრცელების მიხედვით საქართველო დედამიწის ერთ-ერთი უნიკალური რეგიონია. დაკარსტული სხვადასხვა ასაკის კარბონატული ქანების საერთო ფართობი ქვეყნის მთელი ტერიტორიის 6,4%-ს შეადგენს. აქ იკარსტება როგორც ზედაიურული, ასევე ცარცული სისტემისა და ქვედა პალეოგენის ყველა იარუსი და ქვეიარუსი, რასაც განაპირობებს საქართველოს ტერიტორიის გეოლოგიური და გეოტექტონიკური აგებულება და მისი გეოლოგიური განვითარების ისტორია.

დღეისათვის ჩვენს ქვეყანაში გამოკვლეული კარსტული მღვიმეების რიცხვმა 1500–ს გადააჭარბა (წიქარიშვილი, ბოლაშვილი, 2013). საქართველოს კარსტულ ზოლში, რომლის საერთო ფართობი 4475 კმ²-ს შეადგენს, ცალკეული მასივების რაოდენობა ასამდეა. თუმცა დღეისათვის არსებული სამეცნიერო გამოკვლევების მიხედვით მათ შორის მხოლოდ სამ ათეულამდე მასივია მნიშვნელოვანი სიდიდის.

დასავლეთ საქართველოს კარსტული ზოლი (მდ. ფსოუდან ერწოს ტბის მიდამოებამდე, სიგრძე 325კმ) დამოუკიდებელ სპელეოლოგიურ პროვინციად განიხილება (Тинтилозов-Таташидзе, 1973). თავის მხრივ, იგი წარმოადგენს კავკასიონის მეგანტიკლინორის კარსტული ოლქის შემადგენელ ნაწილს (Гвоздецкий, 1952) და აერთიანებს რიგ სპელეოლოგიურ რაიონებს, რომლებიც ხასიათდებიან მეტნაკლებად მსგავსი ასაკითა და წარმოშობის პირობებით.

აღნიშნულ დარაიონებაზე დაყრდნობით (Тинтилозов-Таташидзе, 1973), დასავლეთ საქართველოს ერთიანი (წარმოშობით და განვითარებით) კარსტული პროვინცია იყოფა ორ სპელეოლოგიურ ქვეპროვინციად, 13 სპელეოლოგიურ რაიონად, 30 მსხვილ კირქველ მასივად და 100-მდე მცირე მასივებად.

დასავლეთ საქართველოს სპელეოლოგიური პროვინცია სიმაღლითი გავრცელების მიხედვით (სიმაღლითი გავრცელება მნიშვნელოვან როლს თამაშობს კარსტული პროცესების მსვლელობაზე და აქედან გამომდინარე კარსტული ფორმების წარმოშობა - განვითარებაზე) იყოფა საშუალო- და მაღალმთიან კირქველ (ზღ. დ. >1000 მ) და მთებისწინა და მთათაშორისი ბარის კირქველ მასივებად (ზღ. დ. <1000 მ).

ცალკე გამოიყოფა ბარის კლასტოკარსტული მასივები, სადაც კარსტული პროცესები კირქველ მასივებთან შედარებით განსხვავებულ გარემოსა და პირობებში მიმდინარეობს. ამ მხრივ აღსანიშნავია ბაჩ-ოთხარის მთისწინა ვაკე (დურიფშის და ჯალის რაიონები) და ცენტრალური ოდიშის კირქვიან-კონგლომერატული მასივები. განსხვავებით კარსტული მასივებისაგან, აქ წამყვანი როლი ქანების არა ქიმიურ გახსნას, არამედ მათზე წყლის მექანიკურ მოქმედებას ენიჭება და უმეტესად წარმოდგენილია სუბჰორიზონტალური და ჰორიზონტალური მღვიმეებით.

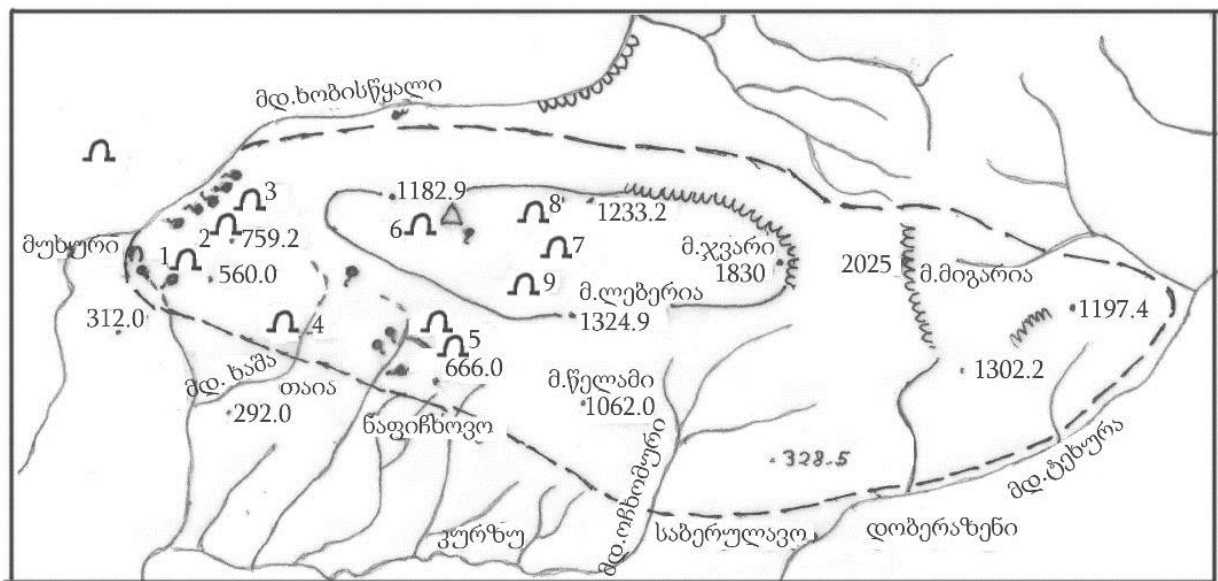
საქართველოს კარსტული ზოლის ტერიტორიაზე გავრცელებული კირქველ მასივებიდან ერთ-ერთი საინტერესო და ნაკლებ შესწავლილი მასივია მიგარია. მასივისადმი მიძღვნილი კარსტულ-სპელეოლოგიური ხასიათის ნაშრომები შედარებით მწირია. გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან რეგიონის გეომორფოლოგიურ და ფიზიკურ-გეოგრაფიულ შესწავლილობაში მნიშვნელოვანი აღმავლობა შეინიშნება. ამ მხრივ, აღსანიშნავია პროფესორ ლევან მარუაშვილის

პირველი სამეცნიერო ნაშრომი – „მიგარიას კირქული მასივის გეომორფოლოგია“ (1964), რომელიც ზოგად წარმოდგენას გვაძლევს განსახილველი რელიეფის ბუნებრივ პირობებზე, ზედაპირული კარსტული რელიეფის ფორმებზე, რელიეფის განვითარების ისტორიაზე და სხვ.

ამავე საკითხზე სათანადო მეცნიერული გამოკვლევები მოიპოვება გეოლოგიური (Джанелидзе, 1941; Гамკრელიძე 1964) და ბოტანიკური (Cохадзе E. B., Сохадзе M. E., 1964) ხასიათის შრომებში. მასივის გეომორფოლოგიური თავისებურებანი მანამდე არ იყო სრულყოფილად გაშუქებული და უპირატესი როლი ძირითადად ზედაპირულ ფორმებს ეკუთვნოდა. ასეთი ხასიათის გამოკვლევები შეეხო აგრეთვე კარსტის მიწისქვეშა ფორმებსაც (გერგედავა, 1989), რასაც წინა წლებში შედარებით ნაკლები ყურადღება ექცეოდა.

აღნიშნული მასივის შესახებ ცალკეულ საინტერესო დასკვნებსა და განზოგადებებს შეიცავენ საქართველოს კარსტის სხვადასხვა ასპექტების კვლევისადმი მიძღვნილი ლევან მარუაშვილის (1963, 1973), შალვა ყიფიანის (1974), ზურაბ ტატაშიძის (1976), და ბორის გერგედავას (1983; 1989) ნაშრომები.

გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეოლოგიური რაზმი (ბორის გერგედავა, კუკური წიქარიშვილი, ზაზა ლეჟავა და სხვ.) ჯერ კიდევ გასული საუკუნის მიწურულიდან ადგილობრივ ენთუზიასტებთან (იგორ ფიჩხაია, რომან თოლორდავა და სხვ.), ერთად იკვლევს მიგარიას კირქული მასივის დაბალმთიან კირქულ ზოლში (ზღ. დონიდან 395 მ) არსებულ მღვიმეებს. მათ შორის - მდ. ხობისწყლის ხეობაში მდებარე შურუბუმუს კარსტულ მღვიმეს. წინამდებარე ნაშრომში დაზუსტებული და დადგენილია მიგარიას მასივზე კარსტწარმოქმნის ზოგადი კანონზომიერებანი, შესწავლილია როგორც ადრე დაფიქსირებული, ისე ახლად მოძიებული მღვიმეების გავრცელების არეალი, მოხდა მათი კადასტრირება და შედგენილია მღვიმეების გავრცელების სქემატური რუკა (ნახ. 1).

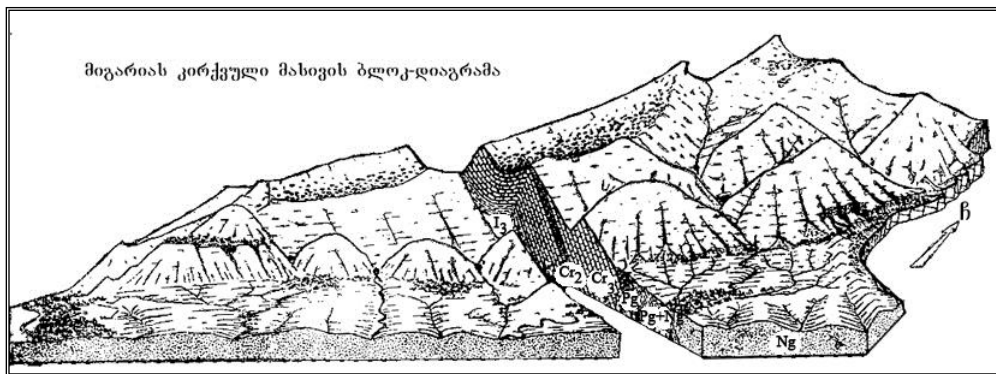


ნახაზი 1. მღვიმეების გავრცელების სქემატური რუკა

მღვიმეებში გავრცელებული სტრუქტურების გამოვლენასთან ერთად დადგინდა ტურისტული მიზნით გამოსაყენებელი ობიექტების საიმედოობის პირობები: მათი მიკროკლიმატური და ჰიდროლოგიური რეჟიმი, ნაპრაღური სტრუქტურებისა და კირქვის ბლოკების მდგრადობა; დაფიქსირდა ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, კარსტული ჰიდროგეოლოგიური სისტემის გამოსავლენად ჩატარდა ინდიკატორული ექსპერიმენტები,

რამაც საინტერესო შედეგები მოგვცა. კერძოდ, დადგენილ იქნა დეიზახის ვოკლუზური წყაროების კვების აუზები, საზღვრები და მასივის მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის სავარაუდო მიმართულებები.

მიგარიას კირქვული მასივი (აბს. სიმაღლე 2025 მ) დასავლეთ საქართველოს საშუალო და მაღალმთიანი კარსტის (ზღ. დ. >1000 მ) ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს და მდებარეობს ეგრისის (ოდიშის) ქედის სამხრეთი ფერდობის პერიფერიულ ნაწილში, მდინარეების – ხობის და ტეხურის ხეობებს შორის და მიეკუთვნება საქართველოს საშუალო– და მაღალმთიან (1000 მ–ზე მაღალი) კირქვულ მასივებს. მისი სამხრეთი კალთა კოლხეთის ბარის ფარგლებშია (250-800 მ ზღ. დ.) მოქცეული, ხოლო ჩრდილო ნახევარი წიფურიას ჩაკეტილ ქვაბულისა და უშუალოდ მიგარიას მაღალმთიან ზოლს (>1000 მ) მიეკუთვნება მასივის დაკარსტის სიღრმე და აქედან ჩაღწევის თეორიული სიღრმე 1500-1600 მ-ს შეადგენს (ნახ. 2).



ნახაზი 2.
მიგარიას
კირქვული
მასივის ბლოკ-
დიაგრამა

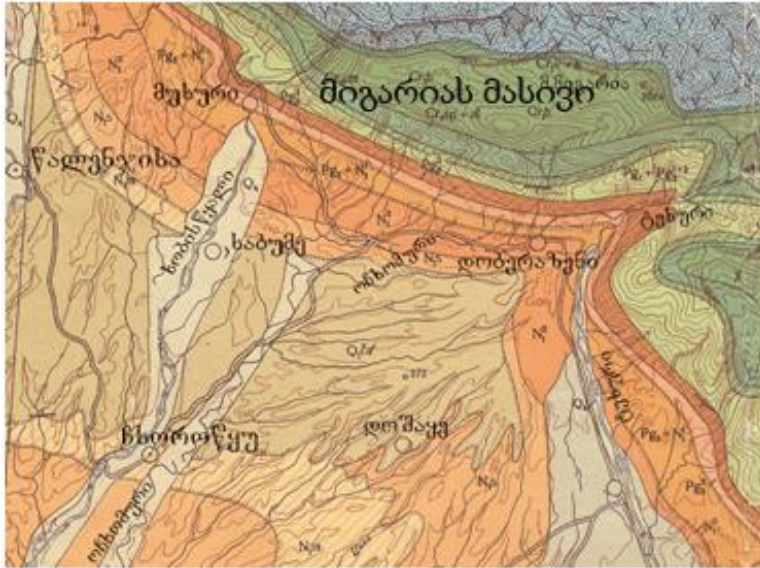
ადმინისტრაციულად მასივი ჩხოროწყუს და მარტვილის რაიონების ფარგლებში ექცევა და შემოფარგლულია ღრმა ხეობებით, რომელიც გამოყოფს მას სხვა რაიონებისაგან: ჩრდილოეთით და დასავლეთით წარმოდგენილია მდ. ხობისწყლის ხეობა; აღმოსავლეთით – მდ. ტეხურის ხეობა; სამხრეთით ესაზღვრება მდ. ხობის მარცხენა შენაკადის-ოჩხომურის ფართო დეპრესია. მიგარიას ძირის უდაბლესი წერტილები მდ. ხობის და მდ. ტეხურის ხეობებში ზღვის დონიდან 240-280 მ. სიმაღლეზე გადის. აღნიშნულ საზღვრებში მოქცეული ტერიტორიის მაქსიმალური გაჭიმულობა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ 17 კმ-ია, ხოლო ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ 6 კმ-ს აღწევს. მასივის აგებულებაში მონაწილეობს ბარემული ურგონული ფაციესის კირქვები და, ნაწილობრივ ზედაცარცული და პალეოცენური კარბონატული ქანები (ნახ. 3).

აღნიშნული ქანები კარსტული მოვლენების განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობებს ქმნის. მასივის ზედაპირის ფართობი დაახლოებით 100 კმ²-ია, აქედან კარსტული მოვლენები განვითარებულია 75 კმ²-ზე მეტ ფართობზე.

მიგარიას კირქვული მასივის დასავლეთური ნაწილი, საქართველოს სხვა დანარჩენი მასივებისაგან განსხვავებით, ურგონული კირქვებით და დოლომიტებით აგებული სინკლინური სტრუქტურაა, რომელიც ჩაკეტილი ქვაბულის (900-1000 მ აბს. სიმაღლეები) სახით არის რელიეფში წარმოდგენილი. აქ წიფურიისა და ოყუნვარის ორი დიდი ქვაბული გამოიყოფა. მათში თავის მხრივ, მეორე რიგის ქვაბულებია ჩასახული, რაც კარსტული პროცესების შედეგი უნდა იყოს. აღნიშნული ქვაბულების ფსკერსა და ფერდობებზე განვითარებულია ჭები, შახტები და ღრმა უფსკრულები, ზედაპირული კარსტული ფორმები (ფოტო 1).

მათი განვითარება პერიოდულ (წყვეტილ) ხასიათს ატარებს, ძირითადად წყლების მექანიკური (ეროზიული) ზემოქმედებით არის გამოწვეული და მთლიანად თავსხმა წვიმებთან არის დაკავშირებული. საქმე იმაშია, რომ წიფურიას ქვაბულში გაშიშვლებული ალბ-სენომანური და ალპური მერგელები და მერგელოვანი თიხები აფერხებენ მოსული ატმოსფერული ნალექების ფართობულ ფილტრაციას სიღრმეში და განაპირობებენ დროებითი ზედაპირული ნაკადების

წარმოქმნას და მათ სწრაფ ჩადინებას ნაპრალებში, პონორებში, ჭებში, შახტებსა და უფსკრულებში, რის შედეგადაც ზედაპირული ნაკადები წვიმის შეწყვეტის შემდეგ სწრაფადვე ქრებიან.



ნახაზი 3. მიგარიას კირქვული მასივის გეოლოგიური რუკა



ფოტო. 1. კარსტული ზედაპირი წიფურის ქვაბულში



ფოტო 2. კარსტული ძაბრები წიფურის ქვაბულში

აქედან გამომდინარე მიგარია, ზოგიერთი მასივისაგან (ასხი, ოხაჩქუე, რაჭა, ზემო იმერეთის პლატო და სხვ.) განსხვავებით ხასიათდება დინამიური წყლების არასაკმარისი რესურსებით და კარსტული სივრცეების სუსტი დამუშავებით. აქ წარმოდგენილი შახტები და უფსკრულები ძირითადად ვითარდებიან სწორედ ასეთი პერიოდული ნაკადების აქტიური მოქმედებით. ამრიგად, აღნიშნული სივრცეების ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ეროზიული პროცესები, რის გამოც ისინი გამოირჩევიან ვერტიკალური საფეხურებით და ღრმა კანიონისებრი გასასვლელებით.

რამდენადმე განსხვავებულია მიგარიას მასივის სამხრეთი ზოლი. აქ, მასივზე სამხრეთიდან მიდგმული მონოკლინური სტრუქტურის ზედაცარცული კირქვებით აგებული სერი გამოირჩევა წაგრძელებული ფორმის კარსტული დეპრესიებით, წყვეტების გასწვრივ ჩასახული მკვდარი (პალეოხეობები) ხეობების სახით (ფოტო 2).

აღნიშნულ მონოკლინურ სერზე განვითარებულია მრავალი კარსტული ჭები და შახტები. განსხვავებით წიფურიას ქვაბულისაგან აქ ჩასახულია სუბჰორიზონტალური და დახრილი ფსკერიანი მღვიმეებიც. მსგავსი სურათია მდ. ხობისწყლის ხეობაშიც, სადაც ცალკეულ სუბჰორიზონტალურ და კომბინირებულ მღვიმეებთან ერთად, წარმოდგენილია შურუბუმუს მღვიმური კომპლექსი, ჯერ კიდევ უცნობი მიწისქვეშა სისტემებით.

მიგარიის კირქვულ მასივზე ბარემული ურგონული ფაციესი და ზედა ცარცული კარბონატული ნალექები ფართო გავრცელებით და დიდი სისქითაც (საერთო სიმძლავრე 2000 მ-მდე) გამოირჩევა, რაც დაკარსტის უნიკალურ პირობებს ქმნის. ბარემული სქელშრეებრივი და მასიური კირქვები განაპირობებს ამ წყებაში ჩასახული ზედაპირული და მიწისქვეშა ფორმების მორფოლოგიის არსებით მომენტებს. კერძოდ, შრეებრივი კირქვებით აგებული რაიონებისაგან განსხვავებით ბარემულ მასიურ და სქელშრეებრივ კირქვებში ჩასახული ჭების, შახტების და უფსკრულების გასწვრივი პროფილები ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი ვერტიკალური ვარდნით, ხოლო ცალკეული საფეხურის სიმაღლე ათეული მეტრებით იზომება და ზოგჯერ ასეულ მეტრსაც აღწევს (ხავერდოვანა, ფოთოლცვენის და სხვა უფსკრულები წიფურიას ქვაბულის მიდამოებში). კარსტული ქანების მასიურობა თუ შრეებრიობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კარსტული კარების, ძაბრების, ქვაბულების მორფოლოგიაზე.

საერთოდ სამეგრელოს კარსტი და კირქვული მასივები გამოირჩევიან ზედაპირული და მიწისქვეშა ფორმების სიმრავლით. აქ იზომეტრიული ფორმის ძაბრებთან ერთად, რომლებსაც შეზღუდული სიდიდე და რიცხოვრები სიმრავლე ახასიათებს, გვხვდება უფრო დიდი ზომისა და მეტწილად მოგრძო ფორმის მქონე კარსტული ღრმულებიც, რომლებიც საერთაშორისო ტერმინოლოგიის თანახმად შეიძლება „პოლიებისა“ და „უვალების“ ტიპს მივაკუთვნოთ. განსაკუთრებით ვრცელი კარსტული დეპრესიები ახასიათებს ასხის მასივს (თურჩუს და ქვიბიას დეპრესიები), მიგარიასა (წიფურიას და უყუნვარის), ოხაჩქუეს (ოთიფურე, ოჭაკე, ოფუჯე) და ეკისმთას (საჩიქობავო).

მიგარიის მასივზე მკვეთრად გამოიყოფა მაკრორელიეფური მონაკვეთები, რომლის გენეზისი განსაზღვრულია ტექტონიკით, ხოლო მათი მეზო და მიკროფორმების წარმოქმნაში ეროზიულ ფორმებთან ერთად კარსტული, მეწყრული და სხვა პროცესებიც მონაწილეობენ.

მიგარიის კირქვული მასივის მღვიმეების კვლევის თვალსაზრისით გეოგრაფიის ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ მნიშვნელოვანი სამუშაოები იქნა შესრულებული. მასივის სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ დონეზე ლიტველ სპელეოლოგებთან ერთად დაზვერილი იქნა რამოდენიმე კარსტული სიღრმე, რომელთაგან ყველაზე პერსპექტიული აღმოჩნდა მიგარიას მწვერვალთან დღემდე უცნობი მღვიმე (ზღ. დ. 1900 მ), რომელიც 35 მ სიღრმემდე იქნა გამოკვლეული. ასევე საინტერესოა მწვ. ჯვართან (ზღ. დ. 1710 მ) არსებული მღვიმის ჩასასვლელი. წიფურიას ტაფობში, 1115 მეტრ სიმაღლეზე შესწავლილი იქნა 17 მეტრის სიმაღლისა და 43 მეტრის სიგანის ები, რომლის ფსკერი ადამიანის მიერ ხელოვნურად არის მოსწორებული და სავარაუდოდ არქეოლოგიურ ძეგლს უნდა წარმოადგენდეს.



ფოტო 3. შურუბუმუს მღვიმის ნაღვენთი ფორმები და ვოკლუზები

თავისი უნიკალურობით და მასშტაბურობით მიგარიას კირქველ მასივზე ფიქსირებულ კარსტულ ობიექტებს შორის ყურადღებას იმსახურებს „შურუბუმუს მღვიმე“, იგი მდებარეობს მიგარიას დასავლეთ ნაწილში, ჩხოროწყუს რ-ნის სოფ. მუხურიდან 3 კმ-ზე, მდ. ხობისწყლის მარცხენა ნაპირზე, სადაც დღიურ ზედაპირზე გამოდის ზედა ცარცული (ტურონული) ასაკის თხელშრეებრივი (0,2-0,3 მ) კირქვები.

მღვიმის შესასვლელი ქვის ნაზვავით არის ჩაკეტილი. მის ფსკერზე გაედინება წყლის ნაკადი. მასში იგრძნობა ჰაერის მასების სუსტი მოძრაობაც, რასაც ზედაპირსა და სიღრუეს შორის ტემპერატურათა სხვაობა განაპირობებს. შურუბუმუს მღვიმისთვის დამახასიათებელია ვიწრო ხვრელები, სიღრუეები სიფონური წყლით იკეტება, თუმცა გავლა ბოლომდე შეიძლება (150 მ). სიღრუე გამოშვებულია ზედაცარცული (ტურონი) ასაკის თხელშრეებრივ კირქვებში. მღვიმე დამშვენებულია თითქმის ყველა სახის ნაღვენთი ფორმებით – სტალაქტიტიდან დაწყებული, ჰელიქტიტების ჩათვლით. კედლები მორთულია „გაქვავებული ჩანჩქერებით“. მღვიმეში გაედინება წყლის ნაკადი, ხოლო ფერდობზე სხვადასხვა ადგილას 6-7 ვოკლუზი გამოედინება (ფოტო 3).

მღვიმის შემოგარენის კარსტული რელიეფი მრავალფეროვანია; წარმოდგენილია ბუნების ისეთი იშვიათი ფორმები, როგორიცაა კანიონები (ადგილ შურუბუმუს მონაკვეთზე), ჩანჩქერები (ოჩხომურის), ვოკლუზები (დეიძახის, შიქმა, ატამანა, ვაუს და სხვ.).

მდ. ხობისწყლის ხეობაში ბუნებრივი რელიეფის თითქმის ყველა წინაპირობა არსებობს იმისათვის, რომ მისი ვიწრო კანიონისებური ხეობები ტურისტულ-საწყლოსნო ბაზებად იქნას ათვისებული. ამ თვალსაზრისით მიგარიას კირქველი მასივის შესწავლა ადგილობრივი ენთუზიასტებისა და უცხოელი სპეციალისტების დაინტერესების საგანი გახდა. კერძოდ, მასივის

ტერიტორიაზე, საუკუნის დასაწყისში (2004 წ) ფრანგი და ქართველი მკვლევარების გაერთიანებული სპელეოექსპედიციის მიერ გამოკვლეული იქნა სამ ათეულამდე მღვიმე, ჭა, შახტი და სხვა კარსტული წარმონაქმნი (Жан-Мишель Горжон, ..., 2004, 28 სტ.). კარსტულ-სპელეოლოგიური თვალსაზრისით საინტერესოა მიგარაის მასივის მთიანი ზოლი (წიფურიას ქვაბული), რომელიც გამოირჩევა ძირითადად ვერტიკალური კარსტული ფორმების სიმრავლითა და მრავალფეროვნებით. მათ შორის აღსანიშნავია ფოთოლცვენის, ხავერდოვანა, ზესნახესა და სხვა უფსკრულები. მიგარაის მასივს მრავალი საერთაშორისო და ადგილობრივი მოყვარული სპელეოჯგუფები ხშირად სტუმრობენ. მომავალში ეს ინტერესი უფრო გაიზრდება.

საყურადღებოა წიფურიას ქვაბულის სამხრეთ ფერდობზე, ზღვის დონიდან 1220 მ სიმაღლეზე მდებარე ოჩოკოჩის მღვიმე, რომელიც წარმოადგენს კლდოვან ფარდულს და შედგება ერთი მთლიანი მოზრდილი დარბაზისაგან, რომლის სიგანე 43 მეტრს, ხოლო ჭერის სიმაღლე 17 მეტრს აღწევს, დასავლეთის მიმართულებით სიმაღლე 5 მეტრამდე მცირდება და ბოლო წერტილში 1 მეტრს აღწევს. პირდაპირი მანძილი შესასვლელიდან კედლამდე 25 მეტრია, ფსკერი წრიული ფორმისაა, დიამეტრი 20 მ შეადგენს, ფსკერის საერთო ფართობი 550-600 მ², ხოლო საერთო მოცულობა 5000 მ³-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს (ფოტო 4).



ფოტო 4. ოჩოკოჩის მღვიმის შესასვლელი (ხედი შიგნიდან)

სიღრუის მორფომეტრიული ნიშნები, დიდი მოცულობა, ადვილად შეღწევადობა, ფსკერისა და კედლების იდეალური სიმშრალე, მღვიმის წინ განვითარებული მოსწორებული ბაქანი და შესასვლელთან ჩამომდინარე სასმელად ვარგისი წყლის ნაკადი ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ტყის ამ ზოლში დროებით გამავალი ან მომავალში დაგეგმილი ტურისტული მარშრუტებისათვის ღამის სათევ თავშესაფრად გამოყენების პერსპექტივას.

მომავალში რეკომენდებულია მღვიმეში მოეწყოს არქეოლოგიური სამუშაოები, რამდენადაც ასეთი მონაცემების მქონე სიღრუე, როგორც წესი ხშირ შემთხვევებში პირველყოფილი ადამიანის მიერ უსათუოდ იქნებოდა ათვისებული საცხოვრებლად ან დროებით თავშესაფრად, რაც საქართველოს მრავალ მღვიმეში არაერთხელ იქნა დადგენილი.

მორიგი ექსპედიციის პერიოდში ჩვენი ყურადღება მიიპყრო მდინარე შიქშას (მდ. ოჩხომურის მარჯვენა შენაკადი) ფართო ხეობამ. აღნიშნული ხეობა მეცნიერული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია, როგორც მდინარე ხობისწყლის ძველი ნახეობარი (გეოლოგიურ წარსულში მდ. ხობისწყალი ამჟამინდელი შიქშას ხეობაში გაედინებოდა). მდინარე შიქშას სათავეს ქმნის ორი კარსტული წყარო-შიქშას სათავეს წყარო და აბანოს წყარო, რომელნიც მნიშვნელოვანი დებიტებით, დაბალი და სტაბილური წყლის ტამპერატურებით (13-14⁰), დაბალი

მინერალიზაციით (273-288 მგ/ლ), საკმაო სისუფთავითა და გამჭირვალობით და რაც მთავარია ზამთარ-ზაფხულ სტაბილური დებიტებით ხასიათდებიან (ფოტო 5).



ფოტო 5. ექსპედიცია. მდინარე შიქშას (მდ. ოჩხომურის მარჯვენა შენაკადი) ხეობა

მდ. შიქშას თანამედროვე ხეობა სათავით მიგარბას მასივის სამხრეთ-დასავლურ ნაწილზეა (სოფელ მუხურის მიდამოებში) მიბჯენილი. ამ მონაკვეთში მდინარის ხეობა ფართოა (70–80 მ) და სამი მხრიდან ჩაკეტილია მნიშვნელოვნად დახრილი (50–600), კარბონატული ქანებით აგებული ფერდობებით. ხეობა გახსნილია მხოლოდ ერთი, სამხრეთული მიმართულებით. ხეობის ფსკერი ასევე განიერი და სწორია. ამრიგად, მდ. შიქშას ხეობას აღნიშნულ მონაკვეთზე იდეალური მოროლოგიური და კარსტულ-ჰიდროლოგიური პირობები გააჩნია, სადაც მინიმალური დანახარჯებით წარმატებით შეიძლება განთავსდეს და განვითარდეს სატბორე მეთევზეობა. ამასთან ფერდობები აქ არ არის დამეწყრილი და მომავალშიც ამის საშიშროება მინიმუმამდეა დასული, ხოლო წყაროები მუდმივმოქმედნი არიან, რაც საგუბარის (ან წყალსაცავის) მუდმივ გაწმენდას და განახლებას განაპირობებს.

ხეობის ფსკერზე საგუბარის მოწყობის რამდენიმე ვარიანტია შესაძლებელი. შეიძლება ერთი მოზრდილი წყალსაცავი ან რამდენიმე საგუბარი (სატბორე) მოეწყოს, სადაც ჩვეულებრივი სატბორე მეთევზეობის გვერდით წარმატებით შეიძლება წარიმართოს მეთევზეობის ეფექტური მიმართულებაც - მეკალმახეობა.

საქართველოში მღვიმური ტურიზმისა და მღვიმიდან გამომავალი ცივი კარსტული წყლების ბაზაზე სატბორე და საკალმახე მეურნეობების განვითარების ყველა წინაპირობა არსებობს. კარსტულ მღვიმეთა სიუხვე და მიწისქვეშა დარბაზების მრავალფეროვნება განპირობებულია ტერიტორიის გეოლოგიური და გეოტექტონიკური აგებულებით, კერძოდ ცარცული კირქვების საკმაოდ ფართო გავრცელებით დასავლეთ საქართველოს (აფხაზეთის,

სამეგრელოს, იმერეთის, რაჭის) კარსტულ რეგიონებში. მათ შორის საინტერესოა მიგარიას კირქვული მასივი (ჩხოროწყუს რ-ნი), რომლის თანამედროვე უახლესი მეცნიერული მეთოდებით შესწავლა არასრულად არის ჩატარებული.

მომავალში ჩვენი მიზანია ტრადიციული და თანამედროვე გეოგრაფიული და გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით შეფასდეს მიგარიას კირქვულ მასივზე უნიკალური მღვიმური სისტემების მოძიება და მათი ტურისტული მიზნებისათვის გამოყენების პერსპექტივები.

კარსტული მღვიმეები მნიშვნელოვან რესურსს წარმოადგენს ტურისტული ინდუსტრიისათვის. მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში სპელეოტურიზმი დიდი პოპულარობით სარგებლობს და მას მნიშვნელოვანი შემოსავალიც მოაქვს სახელმწიფოსათვის. საქართველოში ფიქსირებული მღვიმეების ტურისტულ მარშრუტებში ჩასართავად აღნიშნული მიმართულებით ჩატარებული კვლევის ასპექტები და სათანადო შინაარსის მონიტორინგის ორგანიზაცია განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია. მიგარიას მასივის ზოგიერთი უნიკალური მღვიმისა და მისი სანახების კეთილმოწყობა (ლუგელას სამკურნალო წყაროებთან ერთად) დიდ სიამოვნებას მიანიჭებს ტურიზმის მოყვარულთ.

ლიტერატურა

1. ბოლაშვილი ნ, ჯაში გ., ღლონტი ნ., წიქარიშვილი კ., თარხნიშვილი ა., ასანიძე ლ. მიგარიას კირქვული მასივის კარსტი და მისი ტურისტული პოტენციალი. //თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ახალი სერია №4 (83), 2012, გვ. 27-37.
2. გერგედავა ბ. მიგარიას მასივის კარსტული მღვიმეები. საქართველოს ბუნების დაცვა. თბ.: მეცნიერება, 1989, ტ. XVII, გვ. 102-119.
3. მარუაშვილი ლ. მიგარიას კირქვული მასივის გეომორფოლოგია. საქ. სსრ მეცნ. აკად. ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ფიზ.-გეოგრ. სერია. – 1964. - ტ. XX. - გვ. 3-16.
4. მარუაშვილი ლ. სამეგრელოს გეომორფოლოგიური ნარკვევი (დაბლობი ზონის გარეშე). საქ. სსრ მეცნ. აკად. ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები. – 1963. - ტ. XVIII. - გვ. 3-33.
5. ტატაშიძე ზ., წიქარიშვილი კ., ჯიშკარიანი ჯ. საქართველოს კარსტული მღვიმეების კადასტრი. თბ.: პეტეტი+. – 2009. – 665 გვ.
6. ტატაშიძე ზ., წიქარიშვილი კ., ჯიშკარიანი ჯ., კველია ი., დანელიანი გ. საქართველოს სპელეოლოგია – არსენ ოქროჯანაშვილი - 80, სპელეოლოგიური კრებული, ქუთაისი, შპს „ლამპარი“, 2010, გვ. 27-38.
7. ყიფიანი შ. საქართველოს კარსტი. I ნაწილი. თბ.: მეცნიერება, 1974. – 350 გვ.
8. წიქარიშვილი კ., ბოლაშვილი ნ. საქართველოს კარსტული მღვიმეები (მოკლე ცნობარი). ეძღვნება ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის დაარსების 80 წლისთავს. თსუ-ს გამომცემლობა, 2013, 158 გვ.
9. Гамкрелидзе П. Д. Тектоника. В кн.: Геология СССР, т. X, Грузинская ССР. М.: Недра, 1964.
10. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М.: Мысль, 1972.
11. Гергедава В. А. Подземный ландшафт. Тб.: Мецниереба, 1983.
12. Джanelidze А. И. К вопросу о геологическом строении центральной части Мегрелии. Сообщ. АН ГССР, т. II, 1941, №3.
13. Жан-Мишель Горжон, Филипп Пикард, Натали Ванара. Экспедиция Грузия 2004. Исследование массива Мигария. Французская Федерация Спелеологии, Географо-карстологический Институт Географии Университета. Париж 1, 2004, 28 стр.
14. Сохадзе Е. В., Сохадзе М. Е. К ботанико-географической характеристике известняковых массивов Мигария и Гауча (Мегрелия). Труды Института Географии им. Вахушти АН ГССР, 1964, т. XX. С. 105-118.
15. Тинтилозов-Таташидзе З. К. Карстовые пещеры Грузии (морфологический анализ). Тб.: Мецниереба, 1976, 275 с

SUMMARY

KARST RELIEF OF MIGARIA MASSIF

Bolashvili N.^{1*}, Tsikarishvili K.², Nikolaishvili D.³, Lezhava Z.⁴

¹ *Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, Tbilisi State University; President of the Alexander Javakhishvili Geographical Society of Georgia*

^{2,4} *Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, TSU*

³ *Dr., Professor, Head of Chair of Geomorphology and Cartography, Department of Geography, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Vice president Alexander Javakhishvili Geographical Society of Georgia, Georgia*

* *e-mail: nana.bolashvili@tsu.ge*

Georgia is one of the unique regions of the earth according to the distribution of the karsting rocks. In Georgia all stages and sub stages of the Upper Jurassic, as well as the Cretaceous system and the Lower Paleogene are being karsted, which is stipulated by the geological and geotectonic structure of the territory of Georgia and the history of its geological development. Georgia has great prospects for development of speleotourism. Number of single massifs is about 100 in the karst belt of Georgia with a total area of 4475 sq. km. However, according to the current scientific researches, only about thirty massifs are of important extent.

Migaria limestone massif is interesting according to the abundance of natural - recreational resources, which stretches from the Khobistskali River gorge through the Tekhura River gorge at a distance of 17 km. It belongs to the medium and high mountain (1000 m - the highest) limestone massifs, the southern slope of which is situated within the northern slope of the Colchis plain and the northern part is hilly. The area of karsted territory is 75 sq. km and its approximate depth of its bosom is 1500-1600 m. Beautiful forms created by nature within the massif such as the karst caves, canyons, waterfalls and vauclose springs abundant in water are the sources of tourist interest. Recently the study of Migaria massive have become the subject of interest for local government bodies, as well as for Georgian and foreign specialists.

ЭВОЛЮЦИЯ ТАЕЖНОГО ЛАНДШАФТА В ГОЛОЦЕНЕ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

Нагорная Е.

*Географический факультет Московского государственного университета
имени М.В.Ломоносова, кафедра Физической географии и Ландшафтоведения, Россия*

e-mail: piggoletto@gmail.com, nagornaya@geogr.msu.ru

Изучение эволюции ландшафтов позволяет оценить реакцию геосистем на изменения климата и строить прогнозные модели развития ландшафтов в будущем. Таежные ландшафты обладают особенно сложной историей развития литогенной основы в предшествовавшее голоцену время, что, в сочетании с четкой привязкой времени их формирования к последнему оледенению, делает их привлекательным объектом для изучения. Настоящее исследование проводилось на территории рядом с учебно-научной базой МГУ имени М.В. Ломоносова, Устьянский район Архангельской области. Территория занята частично распаханной структурной эрозионно-моренной волнистой равниной с неглубоким залеганием пермских мергелей, с сочетанием мелкоколючивно-еловых лесов на подзолистых почвах и болот. История изменений изучалась по полевым, фондовым, картографическим и литературным данным. В работе предложены факторы дифференциации ПТК, по-разному проявляющиеся на протяжении истории развития территории, во многом предопределившие характер протекания природных процессов, а также выбор угодий при хозяйственном освоении территории.

Ключевые слова: эволюция ландшафта, голоцен, факторы дифференциации, средняя тайга.

Изучение эволюции ландшафтов позволяет оценить реакцию геосистем на изменения климата и строить прогнозные модели развития ландшафтов в будущем. Таежные ландшафты обладают особенно сложной историей развития литогенной основы в предшествовавшее голоцену время, что, в сочетании с привязкой времени их формирования к последнему оледенению, а также длительная история освоения, делает их привлекательным объектом для изучения.

Настоящее исследование проводилось на территории рядом с учебно-научной базой МГУ имени М.В. Ломоносова, Устьянский район Архангельской области. Территория занята частично распаханной структурной эрозионно-моренной волнистой равниной с неглубоким залеганием пермских мергелей, с сочетанием мелкоколючивно-еловых лесов на подзолистых почвах и болот. История изменений изучалась по полевым, фондовым, картографическим и литературным данным. Исследуемая территория находится в Устьянском районе Архангельской области вблизи Устьянской учебно-научной станции Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Поселок Октябрьский (административный центр района) расположен примерно в 22 км к северу от полигона. Область исследований входит в состав Мезенско-Двинской провинции Лесной области Русской равнины и находится в подзоне средней тайги. Территория относится к бассейну р. Северная Двина. Основная река — р. Заячья — правый приток р. Кокшеньги, впадающей в Устье. Район исследования представляет собой аккумулятивную моренную возвышенную равнину, переработанную эрозией. Современный рельеф обусловлен новейшей тектоникой. В плейстоцене междуречья испытывали непрерывное поднятие, а локальные депрессии опускались [17]. Значительная переработанность моренных отложений, наличие песчаного чехла, близкое к поверхности залегание карбонатных пород, активность эрозионных процессов способствовали формированию в подзоне средней тайги уникального ландшафта, со значительной долей

дренированных земель и нейтральной реакцией почв, в пределах которого возможно ведение сельского хозяйства.

Изучаемая территория относится к умеренно-континентальному сектору умеренного климатического пояса [3]. Количество осадков около 650-700 мм/год с максимумом в теплое время года. Средняя температура июля – составляет 16,7°C (по данным метеостанции Шангалы). Средняя температура января - составляет - 13,7°C (Шангалы). Среднегодовое многолетнее значение температуры +1,5°C. Коэффициент увлажнения Иванова составляет 1,1-1,5.

Район исследования относится к зоне подзолистых почв и подзолов [13], типичных для средней тайги, с участием подзолисто-болотных почв в автономных позициях. Они относятся к подзолисто-альфегумусово-болотному песчаному водноледниково-озерному типу. Подзолистые почвы формируются на двучленных отложениях в условиях четкой дифференциации почвенного профиля. Район исследований располагается около границы двух флористических провинций — Западно-Сибирской и Европейской, что проявляется в выпадении европейских и появлении сибирских видов.

Непосредственно в районе исследований коренная растительность практически отсутствует — все леса являются вторичными на разных стадиях восстановительной сукцессии после вырубки или распашки [7].

На территории полигона в голоцене происходили циклические изменения гидротермических и подзональных условий [1], [5]. В бореальном периоде здесь господствовали лесотундрово-северотаежные условия с березово-сосновыми лесами. В настоящее время уровень залегания карбонатов является следствием активного выщелачивания, происходившего здесь в бореальную эпоху голоцена [18]. Особенно глубокая выщелоченность покровных отложений и низкое положение карбонатов отмечено на равнинах, расположенных на высотах ниже 145 м.

Климатический оптимум голоцена характеризуется возникновением среднетаежно-южнотаежных условий. Рост увлажнения и температур в среднеатлантическое время спровоцировали развитие заболачивания на территории исследования [4]. В течение среднего и позднего голоцена для территории характерным процессом выступает заболачивание водораздельных пространств, скорость которого зависит от колебаний климатических показателей, щелочно-кислотными условиями и характером рельефа. [6].

Второй этап заболачивания начался в суббореале, когда установились среднетаежные условия и произошло снижение испарения, новый толчок процессу заболачивания дало похолодание на рубеже суббореального и субатлантического времени, и во время малого ледникового периода 450 лет назад. Близость залегания карбонатных пород к дневной поверхности определила возникновение суффозионных западин на плоских слабонаклонных моренно-водноледниковых равнинах, ориентированных по разрывным нарушениям, которые стали первичными очагами заболачивания [2]. Западины представляют собой локальные углубления, иногда до 350-500 м шириной (в среднем до 15 м) и до 7 м глубиной, часто с уплощенным днищем [9]. Следы присутствия человека на данной территории отмечаются с плейстоцена, когда в палеолите отдельные небольшие группы людей выходили к побережью Арктики. В мезолите появилось племя протосаамов, кочевавших по территории. В неолите на данной территории поселилось племя чудь. Можно сделать вывод, что на этом этапе освоения антропогенное воздействие на территорию было слабым, локальным и непостоянным [15]. В основном оно оказывалось на фауну, а также, за счет собирательства грибов и ягод, на флору. Экологическое равновесие в ландшафтах сохранялось.

Ко времени прихода славян, чудские племена разделились на оседлые и кочевые [11]. Оседлые племена обитали в том числе в районе исследования, и занимались земледелием, что, видимо, можно соотнести с повышенной плодородностью земель изучаемой территории относительно типичных для этого региона ландшафтов. Типичными занятиями для представителей народа «чуди заволочской» были охота, рыболовство, однако, некоторые исследователи

предполагают, что перенять навыки сельскохозяйственной обработки земли они могли у финских народов, знакомых с земледелием задолго до появления на этих территориях славян [10], [8]. В бассейне Ваги до XVI – XVII вв. сохранялись местное финно-угорское население, которое постепенно было ассимилировано русским населением [14]. Главными занятиями местных жителей являлось земледелие. В целом их отличало ведение натурального хозяйства, архаичные черты в образе жизни и культуры. Так подсечно-огневое земледелие было распространено на территории региона до 50- годов 20 века. В ходе реконструкции структуры землепользования ([16] на конец XVIII века было выявлено, что около 70% площади изучаемого участка занимают лесные угодья, чуть больше 20% занимают пахотные земли. Луга занимают 5% территории, на долю болот приходится около 1,5% площади. Незначительная часть земель занята населенными пунктами и водными объектами. Пахотные земли концентрируются в центральной части участка, на поверхностях узких блоков, коренных склонах долины и нескольких террасах в долине реки Заячьей. Населенные пункты имеют тенденцию располагаться на приречных землях, в то время, как лесные площади превращены в пашни [12]. Все населенные пункты, включая Заячерецкий погост, расположены в окружении земель, затронутых распашкой и недалеке от рек. Леса занимают периферийные части полигона на плоских широких междуречьях, а также террасы и поймы рек. Луга присутствуют фрагментарно: на поймах рек Кокшеньги и Заячьей.

Реконструкция структуры землепользования на середину XX века показала, что пахотные земли занимают половину площади, на долю леса приходится 30 % территории, луга занимают 10%, залежи около 6%. Населенные пункты расположены на 3% площади, водные объекты занимают менее 1%. Пахотные земли по-прежнему концентрируются в центральной части полигона, однако они занимают большие площади, занимая все террасы Заячьей и распространяясь на широкие междуречья. Населенные пункты, как и в XVIII веке, расположены в окружении земель, затронутых распашкой. Леса занимают периферийные части участка на плоских широких междуречьях, а также террасы и поймы рек. Луга занимают большие (примерно в 2 раза) площади, чем в XVIII веке. Появляются залежи. Они располагаются преимущественно по периферии распаханых участков, в переувлажненных местах.

Реконструкция структуры землепользования на начало XXI века характеризуется очередной сменой соотношения типов землепользования: наибольшую площадь теперь занимают леса (37%), доля пашни сократилась и составляет менее 30%, лесная поросль занимает около 10%, залежи составляют 5% территории. Площадь населенных пунктов сократилась незначительно. Площадь лугов остается прежней. Как и в предыдущие периоды, пахотные земли занимают центральную часть полигона. Населенные пункты, как и прежде, полностью окружены пашнями. По периферии, на менее дренированных участках, располагаются залежи, лесная поросль и леса.

По сравнению с серединой XX века уменьшилась площадь пашни за счет забрасывания земель в 1980-90-е годы. В настоящий момент эти земли либо уже покрыты лесной порослью, либо являются залежами. Близ крупных населенных пунктов (деревни Нагорская, Ульяновская) располагаются небольшие участки пастбищ. В промежуток с середины XX века по 2014 год значительная часть периферийных междуречных участков отошла в категорию залежей и лесной поросли, также залежи образовались на террасах Заячьей.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №16-55-00015.

Литература:

[1] Абрамова Т.А. Трансформации растительного покрова и ландшафтов юга Архангельской области в среднем и позднем голоцене (по палинологическим данным // Вестн. Моск. ун-та, сер. географ. 2002. №1. С. 70-75

- [2] Авессаломова И.А. Внутренняя ландшафтно-геохимическая структура болот и факторы ее формирования (на примере юга Архангельской области) // Вестник Московского университета, серия 5 география. 2003. № 1. с. 59-67
- [3] Алисов Б.П. Климат СССР. М.: Изд-во МГУ, 1969. – 104 с.
- [4] Дьяконов К.Н., Пузаченко Ю.Г. Факторы эволюции и строение среднетаежного структурно-эрозионно-ледникового ландшафта // Вестн. Моск. ун-та, сер. геогр. 2000, №1, с. 37-44
- [5] Дьяконов К.Н. Взаимодействие структурного, эволюционного и функционального направлений в ландшафтных исследованиях // Вестн. Моск. ун-та, сер. географ. 2002. №1. с. 13-21
- [6] Дьяконов К. Н., Абрамова Т. А., Серегина И. П., Безделова А. П. Заблачивание среднетаежного моренно-ледникового ландшафта в голоцене (юг Архангельской области) // *Вестн. Московского ун-та. Сер. Геогр.* 2008, № 2. с. 28–34
- [7] Емельянова Л.Г., Хорошев А.В., Гаврилова И.П., Мяло Е.Г., Горбунова Н.А., Горяинова К.Н., Неронов В.В., Петрасов В.В. Устьянская учебно-научная станция географического факультета МГУ. // Учебно-научные станции вузов России. / Под. ред. Г.И. Рычагова и С.И. Антонова. М.: Географический ф-т МГУ, 2001, с. 257-283
- [8] Истоки самой древней легенды Устья / В. П. Мамонов // Заволочье. Устьянская земля. Вып. 1.: материалы I-VI межрегиональных историко-краеведческих чтений, посвященных памяти М. И. Романова / МБУК «Устьянский краеведческий музей» Арханг. обл. ; сост. Н. В. Ипатова. – п. Октябрьский : Устьянский краеведческий музей ; Вельск : Вельти, 2012. – с. 127-131.
- [9] Крутиков А.Е., Плещачкова В.П., Кухтина А.А. Отчёт о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съёмки масштаба 1:50 000 для целей мелиорации в пределах площади листов Р-38-99-А,Б,В,Г; Р-38-100-А,В; Р-38-111-А,Б. Шангалская ГСП. Архангельск, 1987
- [10] Романов М.И. История одного северного захолустья. Великий Устюг: Советская Мысль, 1925, 169 с.
- [11] К изучению «Словаря устьянских говоров» М. И. Романова / В. П. Мамонов // Заволочье. Устьянская земля. Вып. 1.: материалы I-VI межрегиональных историко-краеведческих чтений, посвященных памяти М. И. Романова / МБУК «Устьянский краеведческий музей» Арханг. обл. ; сост. Н. В. Ипатова. – п. Октябрьский : Устьянский краеведческий музей ; Вельск : Вельти, 2012. – с. 75-80
- [12] Исследование морфологии субрегиональных систем расселения Российского Севера / П.П. Медведев, И.И. Гашков // Ученые записки Петрозаводского государственного университета (продолжение журнала 1947-1975 гг.). - № 7 (101). - Июнь, 2009. - Серия «Естественные и технические науки». - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2009. - с.7-17
- [13] Почвенная карта СССР. М-б 1:5000000. М.: ГУГК, 1965
- [14] Русский Север: этническая история и народная культура. XII-XX века. – М.: Наука, 2001. 848 с.
- [15] Фондовые материалы кафедры ФГИЛ, собрания И.А. Авессаломовой
- [16] Фондовые материалы кафедры ФГИЛ, собрания К.А. Кингсеп, 2015
- [17] Хорошев А.В. Пространственная структура ландшафта как функция блокового строения территории. // Вестн. Моск. ун-та Сер. 5, геогр., № 1, 2003, с. 9-14
- [18] Хорошев А.В. Ландшафтная структура бассейна р. Заячья (Важско-Северодвинское междуречье, Архангельская область). М., 2005. 158 с. Деп. ВИНТИ 27.09.2005 № 1253-В2005)

ОПЫТ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ИЛОВЛЯ)

Калюжная Н.С.¹, Калюжная И.Ю.^{2*}, Сохина Э.Н.¹, Леумменс Харалд Дж. Л.³

¹Волгоградское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства», *Россия*

²Географический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, *Россия*

³Независимый эксперт, Херлен, *Нидерланды*

*e-mail: kalioujnaia@yandex.ru, harald.leummens@gmail.com

Аннотация

Рассматриваются опыт и основные результаты комплексной оценки экологического состояния водных объектов рыбохозяйственного значения и их ближайших водосборов, полученные применительно к реке Иловля – третьему по величине притоку Дона.

Исследования выполнялись в целях научного обоснования мероприятий по повышению рыбохозяйственного потенциала реки и оптимизации общего экологического состояния речного бассейна, необходимость которых обусловлена снижением экологических и природо-хозяйственных функций реки, в т.ч. в воспроизводстве ценных видов рыб Донского бассейна. Район исследований охватывал нижнее и среднее течение р. Иловли (включая ее притоки и ближайший поверхностный водосбор) в пределах Иловлинского и Ольховского муниципальных районов Волгоградской области РФ.

Работа носила комплексный многоаспектный характер, опиралась на методологию системного анализа, современные подходы к ландшафтно-экологическому анализу и геоэкологической оценке территорий, а также широко используемые методы физико-географических исследований, экологического картографирования, геоинформационных технологий, дистанционного зондирования, экспертных оценок и др.

Обработка и анализ большого объема данных позволили получить целостное представление о районе исследований, современном состоянии реки и ее ближайшего водосбора, а также выявить и оценить основные антропогенные факторы, определяющие состояние условий естественного воспроизводства водных биоресурсов.

Сопряженный анализ составленных с использованием ГИС-технологий тематических карт позволил провести зонирование бассейна р. Иловли с выделением зон и участков с разной экологической ситуацией – условно удовлетворительной; рискованной; напряженной; близкой к критической. Для каждого выделенного участка реки и ближайшего водосбора предложен комплекс природоохранных и природовосстановительных мероприятий, **положенный в основу** Рамочного плана действий по оптимизации экологического состояния водных объектов Волгоградской области, в т.ч. зарегулированных.

Ключевые слова: оценка экологического состояния, водный объект рыбохозяйственного значения, Рамочный план действий, р. Иловля, Волгоградская область.

Постановка проблемы

Река Иловля, длина которой составляет 358 км, – третий по величине (после Хопра и Медведицы) приток Дона. Природно-ресурсный потенциал реки и ее бассейна (площадью около 9250 км²) является одним из главных факторов развития экономики и жизнеобеспечения населения трансрегиональной природно-антропогенной системы, около 90% площади которой

расположено в границах Волгоградской области, 10% – Саратовской. Составляя основу гидрографической сети достаточно большой территории, р. Иловля поддерживает значительную часть регионального биоразнообразия и играет существенную роль в пополнении рыбных запасов Донского бассейна, прежде всего, Цимлянского водохранилища.

Вместе с тем, многолетнее превышение пределов экологически допустимого антропогенного воздействия привело к существенному ухудшению экологического состояния реки и ее водосбора, снижению их экологических и природо-хозяйственных функций, прежде всего, по обеспечению условий для естественного воспроизводства полупроходных видов рыб Донского бассейна. Негативные последствия стали особенно ощутимыми в **последние два десятилетия, что и обусловило необходимость комплексной оценки влияния антропогенных факторов (на акватории и водосборе) на состояние водных биоресурсов (ВБР) в целях разработки комплекса мер по повышению рыбохозяйственного потенциала реки и оптимизации общего экологического состояния речного бассейна.**

Объект и методология исследований

Общеизвестно, что идеальной территориальной единицей для проведения комплексной оценки водного объекта, в т.ч. рыбохозяйственного, является его бассейн. Однако в реальности, организация исследований по изучению состояния большой и сложноустроенной территории, каковой является водосбор р. Иловли, сопряжена со многими проблемами, в первую очередь, отсутствием универсальной базовой методики оценки, сложностью выбора наиболее адекватных методов и параметров оценки (экологических, экономических, социальных), а также определением границ модельных территорий как потенциальных субъектов планирования природоохранных мероприятий. В связи с этим, пространственные границы территории исследований для натурных и картографических работ определялись рыбохозяйственной значимостью участков реки, а также административно-хозяйственными рубежами муниципальных районов и основных землепользователей. Исследованиями были охвачены нижнее и среднее течение р. Иловли (включая ее притоки и ближайший поверхностный водосбор) в пределах Иловлинского и Ольховского муниципальных районов Волгоградской области, границы которых практически совпадают в субмеридиональном направлении с границами водосборного бассейна, проходящими по Иловлинского-Медведицкому и Иловлинско-Волжскому водоразделам.

В ходе исследований, учитывая их комплексный характер и многоаспектность решаемых задач, использовалась совокупность методов, принципов и подходов, как общенаучных, так и специальных (гидрологических, гидробиологических, ихтиологических, экологических), в зависимости от специфики исследуемых объектов и направлений работ. Основные результаты работ, включая рыбохозяйственную характеристику р. Иловли и ее главных притоков, подробно изложены в научных отчетах и публикациях [3–5, 12 и др.].

В настоящей статье представлены основные результаты экологических исследований, которые опирались на методологию системного анализа, современные подходы к ландшафтно-экологическому анализу и геоэкологической оценке территорий, в т.ч. бассейнов малых и средних рек, подробно изложенные в трудах А.В. Антиповой, Н.Л. Беручашвили, Е.А. Востоковой, Н.И. Коронкевича, В.М. Котлякова, Б.И. Кочурова, В.С. Преображенского и др.

Для решения конкретных задач использовались методы физико-географических исследований, экологического картографирования, геоинформационных технологий, дистанционного зондирования, экспертных оценок и др.

На предварительном этапе, выполненном совместно с Институтом управления ресурсами внутренних вод и очистки сточных вод / RIZA (Нидерланды), осуществлялся сбор и анализ ретроспективных данных (историко-архивных, статистических, картографических, фондовых, литературных) о районе предполагаемых работ, рыбохозяйственном потенциале реки и сложившейся экологической ситуации, а также проводилось анкетирование местных жителей для

оценки уровня их информированности и возможностей участия в решении экологических проблем региона [12].

В ходе первого этапа анализировалась ландшафтная структура территории с позиций региональных особенностей и экологически значимых свойств ландшафтов, в частности – их относительной устойчивости или уязвимости к антропогенным воздействиям. На втором этапе оценивалась антропогенная нагрузка на ландшафты и степень их трансформации. При этом анализировались структура использования земель в бассейне р. Иловли. Определялся характер воздействия на ландшафты различных типов и видов использования земель; выявлялись и типизировались основные экологические конфликты и проблемы (общеквотные и локальные); с использованием методики регулярной сетки (GRID) составлялись карты антропогенной трансформации почвенно-растительного покрова и интенсивности проявления эрозионных процессов (линейной и ветровой эрозии) на ближайшем водосборе.

На заключительном этапе проводилась интегрированная оценка состояния природной среды и зонирование бассейна по остроте сложившихся экологических ситуаций с использованием совокупности критериев [1, 6, 7, 9]. На основании этого определялись приоритеты и первоочередные действия по улучшению общего состояния ближайшего водосбора р. Иловли и ее отдельных участков, играющих наиболее важную роль в естественном воспроизводстве ВБР [4, 5]. Составление и анализ карт осуществлялись на основе ГИС-технологий с использованием топографических карт, космических снимков Landsat высокого разрешения, данных полевых исследований, а также материалов землеустройства и тематических карт (Атлас Волгоградской области, 1967, 1993; Почвенная карта Волгоградской области, 1985; Карта растительности Европейской части СССР, 1974; Карта восстановления растительности Центральной и Восточной Европы, 1989 и др.).

Основные результаты исследований

Изучение, обработка и анализ большого объема разноплановых данных позволили получить целостное представление об объекте исследований как о:

- сложной, пространственно-дифференцированной трансграничной социо-природно-хозяйственной системе;
- водном объекте рыбохозяйственного значения, разные участки которого отличаются гидрологическим режимом, составом ихтиофауны, условиями для естественного воспроизводства ВБР, степенью антропогенной нагрузки и пр.;
- классическом примере речного бассейна на аридном Юго-востоке европейской России с неустойчивым региональным развитием, ресурсы и территория которого исторически нерационально используются;
- типичном для региона, частично зарегулированном водном объекте многоцелевого использования, состояние которого требует принятия специальных мер по охране и восстановлению;
- потенциальном модельном объекте для апробации и внедрения подходов и методов комплексной оценки экологического состояния, восстановления и экологической реабилитации нарушенных экосистем [4].

Река Иловля берет начало с юго-западных отрогов Приволжской возвышенности на высоте 160 м над уровнем моря из родника, в 4,5 км к северо-востоку от с. Первомайского (Саратовская область) и впадает в р. Дон с левой стороны на 604 км от его устья (Волгоградская область). Это типичная равнинная степная река, с медленным течением (средние меженные скорости составляют 0,1–0,2 м/сек) и зональным характером гидрологического режима (весеннее половодье с преобладающим снеговым питанием; малые объемы стока; низкие средние расходы воды; сильная зависимость водного режима от климатических и погодных условий). Исследования показали, что ее основными морфологическими особенностями являются руслово-пойменная

многоруканность с характерными узлами разветвления и схождения главного русла и проток и формирование мощной фации аллювия на большей части водотока. По ионно-солевому составу вода реки относится к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе, с минерализацией до 500 мг/л. Несмотря на то, что рыбный промысел на р. Иловле не ведётся, она имеет большое рыбохозяйственное значение, обусловленное значимостью реки для нереста полупроходных видов рыб Донского бассейна, широким распространением любительского рыболовства, а также ее расположением на территории 2-х субъектов РФ.

Состав ихтиофауны р. Иловли по разным данным представлен 35–37 видами миног и лучеперых (рыб), из которых: 3 вида (украинская минога, азовская шемая и вырезуб) относятся к объектам особой охраны, занесенным в Международный список МСОП, Красные книги РФ и ряда субъектов РФ, расположенных в Донском бассейне, в т.ч. в Красную книгу Волгоградской области. 20 видов и подвидов относятся к промысловым объектам; наиболее массовыми из них являются плотва (составляющая 35–50% учетных уловов), а также серебряный карась, голавль, густера, окунь, краснопёрка и язь [5].

В ландшафтном отношении бассейн р. Иловли относится к провинции Приволжской возвышенности типчаково-ковыльных сухих степей на каштановых почвах [2]. Сочетание разнородных тектонических структур и пестрый состав геологических пород обусловили сложное ландшафтное устройство речного бассейна, разделяющегося на северную нагорную и южную пониженную, равнинную часть. Преобладающим фактором современного ландшафтогенеза на всей территории бассейна является эрозия во всех ее формах – от ускоренной линейной до плоскостного смыва. Глубина и густота эрозионного расчленения при крутых затяжных склонах создают высокую эрозионную опасность. Нагорная часть бассейна приурочена к наиболее приподнятой части Приволжской возвышенности (абс. отм. до 359 м н.у.м.) и представлена возвышенными денудационными равнинами с грядами бронированных останцов со скальными выходами, крутыми склонами (до 35–40°), осыпями и разделяющими их эрозионными котловинами. Эта часть бассейна имеет ярусное строение и отличается масштабным развитием эрозионных процессов: густота овражно-балочной сети здесь составляет в среднем 1,5–2 км на 1 км², местами достигая 3 км и более на 1 км², при глубине вреза балок и оврагов до 80–100 м.

Равнинная, пониженная часть бассейна, представлена низменными денудационными равнинами Арчедино-Донского плато и аккумулятивно-денудационными полого-волнистыми равнинами южной части Приволжской возвышенности (абс. отм. до 200 м н.у.м.), сформированными в основном рыхлыми терригенными толщами. В отличие от нагорной части здесь отсутствуют ярусность рельефа и бронированные останцы. Глубина эрозионного вреза постепенно снижается до 40–50 м, а густота овражно-балочной сети – до 0,8–1,0 км на 1 км².

Непосредственно на модельной территории, относящейся к равнинной части бассейна р. Иловли, представлены [8]: 1) зональные автоморфные ландшафты междуречных эрозионно-денудационных возвышенных и низменных равнин; 2) интразональные гидроморфные ландшафты аккумулятивных низменных речных долин. Результаты ландшафтно-типологического анализа, положенные в основу легенды ландшафтной карты района исследований, представлены в таблице 1. В таблицах 2 и 3 представлены результаты анализа структуры земельного фонда и качественного состава сельскохозяйственных угодий, занимающих большую часть территории бассейна – от 78–82% (в нагорной части) до 85–88% (в равнинной части).

Для равнинной части бассейна характерен высокий удельный вес естественных кормовых угодий (до 40%), в основном приуроченных к пойме р. Иловли и ее притоков, а на долю пашни здесь в среднем приходится не более 50% общей площади сельхозугодий. В нагорной части бассейна при меньших площадях сельскохозяйственных угодий наблюдается большая степень их распаханности (до 60–70%). Обращает также внимание довольно низкая доля земель лесного фонда, постепенно уменьшающаяся от истока к устью с 9 до 5%, и практически полное отсутствие земель природоохранного и рекреационно-оздоровительного назначения.

Таблица 1.

Ландшафтная структура бассейна р. Иловли (в границах Иловлинского района)

Индекс	Ландшафтные районы, типы местностей	Кол-во видов урочищ	Площадь, %*
ЗОНАЛЬНЫЕ СУХОСТЕПНЫЕ ЛАНДШАФТЫ МЕЖДУРЕЧНЫХ ЭРОЗИОННО-ДЕНУДАЦИОННЫХ ВОЗВЫШЕННЫХ И НИЗМЕННЫХ РАВНИН			
Иловлинско-Медведицкий-полого-наклонный волнисто-увалистый овражно-балочный с преобладанием каштановых почв, практически полностью распаханый ландшафтный район, в т.ч.:		15	40
ИМ-1	Водораздельные возвышенные равнины с каштановыми и темнокаштановыми почвами, реже – в комплексе с солонцами под агроценозами и фрагментами сухих типчаково-ковыльных сообществ	6	30
ИМ-2	Придолинные слобонаклонные плакоры низкой равнины с темнокаштановыми почвами легкого механического состава, практически сплошь распаханые	2	40
ИМ-3	Придолинные и прибалочные склоны возвышенной равнины с темнокаштановыми и каштановыми почвами на корях выветривания и выходах коренных пород	6	10
ИМ-4	Сильно разветвленные овражно-балочные системы крутосклонные и круто-тальвеговые, с отдельными фрагментами разреженных байрачных лесов и зарослями кустарников	–	20
Иловлинско-Волжский полого-волнистый овражно-балочный с широким развитием комплексов каштановых почв и солонцов, практически полностью распаханый ландшафтный район, в т.ч.:		7	45
ИВ-1	Водораздельные плоские и полого-наклонные плакоры возвышенной равнины с комплексом каштановых солонцеватых почв и солонцов под агроценозами	1	40
ИВ-2	Выположенные придолинные затяжные склоны с преобладанием комплекса каштановых почв и солонцов под агроценозами с отдельными фрагментами ковыльно-типчаковых, типчаково-попынных и др. сообществ	4	50
ИВ-3	Овражно-балочные системы и древние ложбины стока	2	10
ИНТРАЗОНАЛЬНЫЕ ЛАНДШАФТЫ АККУМУЛЯТИВНЫХ НИЗМЕННЫХ РАВНИН			
Арчединско-Донской аллювиально-флювиогляциальный песчано-террасовый ландшафтный район, в т.ч.:		–	5
АД-1	Комплекс мелко-бугристых развеваемых песков с маломощными среднегумусированными почвами («серопески») преимущественно под псаммофитными разнотравно-типчаково ковыльными сообществами	–	60
АД-2	Комплекс крупно-бугристых песков, с четко ориентированными к руслу Дона песчаными грядами и ложбинами на частично развеваемых малогумусированных песках с псаммофитными сообществами	–	40
Иловлинско-Донской пойменно-террасовый плоско-равнинный лесо-луговой ландшафтный район, в т.ч.:		12	10
ИД-1	Иловлинско-Донская пойменно-русовая многорукавная низменная лесолуговая равнина	2	20
ИД-2	Иловлинская пойменно-террасовая лесо-луговая равнина	5	50
ИД-3	Днища долин-притоков Иловли с фрагментарным руслом с луговыми, лугово-болотными комплексами	5	30

*Примечание: Площади типов местности указаны в % от площади соответствующего ландшафтного района.

Таблица 2.

Структура земельного фонда в бассейне р. Иловли							
Площадь бассейна в границах МР, га / % от площади МР*	Плотность населения, чел./км ²	Площади земель по категориям, га / % от площади МР					
		Сельскохозяйственные земли	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и транспорта	ООПТ	Земли лесного фонда	Земли запаса
НАГОРНАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА							
Камышинский район							
295000,0	13,0	281327,0	5933,0	6168,0	56,0	28813,0	5873,0
82,8		82,0	2,6	1,7	0,01	8,0	4,6
Котовский район							
207500,0	18,0	194619,0	5743,0	4113,0		21696,0	18263
84,8		78,0	2,3	1,6		8,8	7,47
РАВНИННАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА							
Ольховский район							
313750,0	6,0	275303,0	5030,0	4104,0	21	19326,0	18554,0
97,25		85,0	1,8	1,40	0,007	7,0	5,7
Иловлинский район							
108736	9,0	88076,0	2994,5	1497,0	64	5460,7	5813,0
26,17		88,0	1,1	0,5	0,1	5,2	6,0

*Примечание: МР – муниципальный район

Таблица 3.

Качественное состояние сельскохозяйственных угодий в бассейне р. Иловли					
Общая площадь с/х угодий, га / % от площади МР*	Площади земель, охваченных разными видами деградации, га / % от площади с/х угодий по МР				
	Эрозионно-опасные	Дефляционно-опасные	Переувлажненные (пойменные)	Заболоченные (пойменные)	Засоленные
НАГОРНАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА					
Камышинский район					
281327,0	218816,0	27149,0	11649,0	38,0	23675,0
82,0	77,0	9,7	4,1	0,01	8,41
Котовский район					
194619,0	162326,0	4576,0	1179,0	41,0	39758,0
78,0	80,2	2,8	0,7	0,02	16,5
РАВНИННАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА					
Ольховский район					
275303,0	180556,0	60104,0	6749,0	155,0	26560,0
85,0	65,9	22,9	3,5	0,05	9,6
Иловлинский район					
88076,0	41994,6	37872,0	4403,8	260,0	3734,4
88,0	47,7	43,0	5,0	0,08	4,2

*Примечание: МР – муниципальный район

Во второй половине XX в. большая часть речного бассейна подверглась значительной антропогенной трансформации, путем вовлечения в распашку земель приводораздельных и придолинных склонов, в т.ч. пахотно-непригодных что привело к повсеместному развитию и усилению деградационных процессов (эрозии, дефляции, дегумификации и др.), снижению качества и продуктивности сельскохозяйственных угодий (таблица 3).

В настоящее время большая часть сельскохозяйственных земель нагорной части бассейна и около половины земель равнинной части относятся к эрозионно-опасным. В равнинной части бассейна также высока доля дефляционно-опасных земель (в основном пастбищ), приуроченных к песчаным массивам (от 20 до 43%); а в нагорной части – засоленных земель (преимущественно пашни), приуроченных к комплексным водоразделам (до 16,5%).

Процессы деградации отразились не только на состоянии сельскохозяйственных угодий, но и привели к серьезным нарушениям баланса в системе твердый сток – транспортирующая способность водотока, увеличению поступающего в русло твердого стока, запесочиванию и заиливанию основных нерестилищ, как следствие – снижению их эффективности в естественном воспроизводстве ВБР. Не менее значимыми антропогенными факторами, негативно влияющими на состояние нерестовых угодий также являются: «дикий» массовый отдых; загрязнение твердыми бытовыми отходами; нерегулируемый выпас скота в водоохранной зоне, приводящий к усилению сбитости почвенно-растительного покрова, обнажению песков, их развеванию и перемещению на отдельных участках в русло реки, формированию перекастов и осередков. Из природных факторов, влияющих на пойменные экосистемы, следует отметить активную строительную деятельность бобров, численность которых существенно увеличилась в последние годы. Сопряженный анализ созданных в процессе исследования тематических карт позволил провести зонирование бассейна р. Иловли с выделением участков с разной экологической ситуацией [4].

В качестве примера приводится фрагмент карты зонирования территории исследования в границах Иловлинского муниципального района (рисунок).

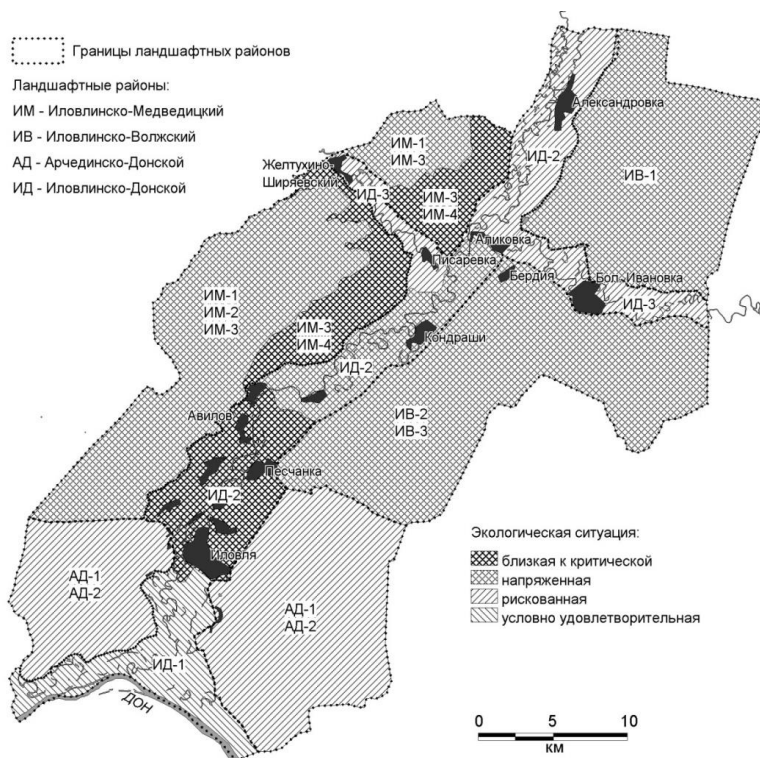


Рисунок. Фрагмент карты экологического зонирования бассейна р. Иловли (в границах Иловлинского района). Пояснения к индексам приведены в таблице 1 и по тексту.

Зона с экологической ситуацией, близкой к критической включает выделы Иловлинско-Медведицкого (ИМ-3 / ИМ-4) ландшафтного района, которые характеризуются высокой степенью трансформации вследствие масштабной распашки (около 70%) придолинных и прибалочных склонов (с крутизной 10° и более) на рыхлой коре выветривания известняков, деградацией почвенного покрова, активным проявлением линейной и плоскостной эрозии, что обуславливает высокую интенсивность транзита и поступления местного твердого стока на сопряженный участок поймы и русла реки.

Катенарно сопряженные с ними выделы Иловлинско-Донского района (ИД-2) от хут. Авилов до п. Иловля характеризуются максимальной степенью фрагментации и трансформации ландшафтов (более 90%) и наивысшей плотностью населения (до 180 чел./км²). При исходно низком потенциале устойчивости этих ландшафтов (слабо закрепленные пески), это также ведет к усилению дисбаланса твердого стока и транспортирующей способности водотока, дроблению русла на рукава, снижению общей водности потока. Усугубляют ситуацию повсеместно наблюдаемые нарушения режима использования водоохраной зоны – несанкционированные бахчи и поливные земли, скотопрогоны и водопои, захламливание и загрязнение берегов.

Зона с напряженной экологической ситуацией охватывает большую часть нижнего течения реки: правобережные приводораздельные склоны Иловлинско-Медведицкого района (ИМ-1 / ИМ-2 / ИМ-3 и ИМ-1 / ИМ-3), левобережные склоны и овражно-балочные системы Иловлинско-Волжского района (ИВ-1, ИВ-2 / ИВ-3), а также участок долины р. Иловли (ИД-2) от с. Аликовка до хут. Авилов, которые характеризуются высоким уровнем нарушенности ландшафтов (30–70% площади).

Зона рискованной экологической ситуации включает участок долины р. Иловли от северной границы Иловлинско-Донского района (ИД-2) до хут. Аликовка, днища долин притоков – Ширяй и Бердия (ИД-3), а также аренные ландшафты Арчединско-Донского района (АД-1 / АД-2), где негативные изменения характерны для многих компонентов природной среды, но их проявление носит локально-очаговый характер, а общая площадь трансформации не превышает 30%.

Зона с условно удовлетворительной экологической ситуацией включает выделы Иловлинско-Донского ландшафтного района в приустьевой части бассейна – общая пойма Дона и Иловли (ИД-1), которые характеризуются незначительным локальным характером трансформации ПТК (до 10% площади), сравнительно узким спектром экологических проблем и низкой остротой их проявления. К этой зоне относятся пойменные леса и луга ниже п. Иловля, которые традиционно оберегались местным населением как основные естественные кормовые угодья. Поэтому негативные процессы здесь носят локально-спорадический характер и связаны преимущественно с плохо организованным выпасом индивидуальных стад, а также нерегулируемой рекреацией.

В целом, сравнение ареалов экологического неблагополучия с исходным потенциалом устойчивости ландшафтов свидетельствуют о том, что на большей части бассейна р. Иловли сложилась ситуация, характерная для районов длительного нерегламентированного освоения, где антропогенный пресс практически нивелирует потенциал устойчивости ландшафтов и продуктивность экосистем. Исходя из анализа общей ситуации на водосборе и состояния отдельных участков, для каждого из них предложен минимально необходимый перечень мероприятий, направленных на оптимизацию экологического состояния русла реки и создание необходимых условий для обеспечения оптимального режима прохода на нерестовые участки производителей и последующего ската молоди ценных видов рыб [5]. Большая часть мероприятий предполагает использование простых и малозатратных решений (не требующих предварительных предпроектных изысканий и применения дорогостоящих механизмов), эффективность которых подтверждена практическими результатами работ, выполненных на разных малых и средних реках России, в т.ч. в пределах Волгоградской области [10].

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что современное состояние реки и ее водосбора не соответствует правовым и нормативным требованиям в области экологии и природопользования, а сложившаяся ситуация, во многом, обусловлена степенью и площадью трансформации водосборного бассейна. Высокая вероятность дальнейшего развития негативных процессов диктует необходимость: а) разработки и реализации единого плана общеканальных природоохранных и природовосстановительных мероприятий на основе принципов устойчивого развития и обеспечения баланса интересов (ведомственных, межрегиональных, региональных, муниципальных, интересов конкретных землепользователей); б) оптимизации системы современного природопользования на основе принципов адаптивно-ландшафтного землеустройства, прежде всего, исключение пахотного землепользования на низкой пойме и ограничение его – на высокой; перевод части пахотных земель (на мелах и склонах балок) в земли иных категорий; включение в заповедный фонд региона наиболее ценных в природоохранном отношении участков на правом берегу р. Иловли.

В развитие предложенных решений был разработан Рамочный план действий по оптимизации экологического состояния водных объектов Волгоградской области, в т.ч. зарегулированных, включающий широкий комплекс мероприятий (инженерных, природоохранных, природовосстановительных, ландшафтных, социально-экономических и санитарно-гигиенических), направленных на восстановление, экологическую реабилитацию и дальнейшее устойчивое использование водных объектов [3]. Учитывая, типичность сложившейся на р. Иловле ситуации для других малых и средних рек региона, а также отсутствие (в регионе и в России в целом) надлежащего научного, нормативно-методического и проектного обеспечения решения проблем рационального использования водных ресурсов малых рек [11], предложенный Рамочный план может найти применение в проектной деятельности, связанной с экологической реабилитацией нарушенных водных объектов.

Благодарности.

На предварительном этапе работы выполнялись при поддержке Института RIZA (Нидерланды) в рамках Российско-Голландского Меморандума о сотрудничестве (2005–2006); на остальных этапах – в рамках тематического плана ФГБНУ «ГосНИОРХ», а также при финансовой поддержке ООО «МАН» (2009, 2012). Авторы искренне признательны коллегам из Волгоградского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», как ныне работающим, так и работавшим ранее - А.Н. Науменко, С.В. Яковлеву, В.П. Горелову, В.С. Болдыреву, Т.Б. Голоколеновой и др., принимавшим участие в разных этапах работы и ее обсуждении, а также Б. Фоккенсу и Х. Ментингу из Института RIZA за идею проекта и организационно-методическую помощь.

Литература

- [1] Зархина Е.С., Сохина Э.Н., и др. (1989). Общие принципы и подходы к территориальному регламентированию природопользования. Владивосток: ДВО АН СССР, 41 с.
- [2] Исаченко А.Г. (1985). Ландшафты СССР. Л.: Изд-во ЛГУ, 320 с.
- [3] Калюжная Н.С., Науменко А.Н., и др. (2015). Рамочный план действий по оптимизации экологического состояния водных объектов, в том числе зарегулированных. Грани познания, №4 (38), с. 67–75.
- [4] Калюжная Н.С., Сохина Э.Н., и др. (2011). К проблеме комплексной оценки бассейнов внутренних рыбохозяйственных водоемов Волгоградской области. В книге: Изучение и сохранение естественных ландшафтов: м-лы междунар. науч.-практ. конф. М.: Планета, с. 381–390.
- [5] Комплексная оценка состояния водных биоресурсов и среды их обитания в бассейне р. Иловли Волгоградской области; разработка рекомендаций по улучшению экологической обстановки в бассейне р. Иловли: отчеты по НИР (2009, 2012). Волгоградское отделение ГосНИОРХ; рук. Ю.Б. Долидзе; исп. С.В. Яковлев, Н.С. Калюжная, и др. Волгоград, 129+159 с.
- [6] Кочуров Б.И. (1999). Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 154 с.
- [7] Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (1992). М., 52 с.

- [8] Кулик К.Н., Рулев А.С. (2000). Картографо-аэрокосмические исследования макрорегионального пустынно-степного экотона. Вестник Ин-та компл. исслед. аридных территорий, № 1, с. 70–85.
- [9] Методология оценки состояния и картографирования экосистем в экстремальных условиях (1993). Ред. П.Д. Гунин и Е.А. Востокова. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 224 с.
- [10] Сазонов В.Е., Истомина А.П., и др. (2015). Методологические и правовые аспекты восстановления и экологической реабилитации водных объектов (на примере Волго-Ахтубинской поймы). Грани познания, №4(38). с. 67–75.
- [11] Шевченко М.А. (2009). Экологические проблемы малых рек России. Чистая вода: проблемы и решения, № 1, с. 84–87.
- [12] Towards integrated sustainable use of the Ilovlya River, Volgograd Oblast Fact finding mission (2006). Institute for Inland Water Management & Waste Water Treatment RIZA report 2006-037X, Lelystad, The Netherlands, 45 p.

Summary

EXPERIENCES WITH THE INTEGRATED EVALUATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF WATER OBJECTS VALUABLE FOR FISHERIES IN VOLGOGRAD OBLAST (BASED ON THE EXAMPLE OF THE ILOVLA RIVER)

Kalioujnaia Nina S.¹, Kalioujnaia Irina Yu.², Sokhina Evilina N.¹, Leummens Harald J.L.³

¹ Volgograd Branch of the State Scientific Research Institute on Lake and River Fisheries, Russia ² Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia ³ Independent Expert, Heerlen, Netherlands
e-mail: nskrcb@yandex.ru kalioujnaia@yandex.ru harald.leummens@gmail.com

This article discusses the experiences with and the main results of an integrated assessment of the ecological status of water bodies valuable for fisheries and their nearby catchment areas, as obtained with reference to the Ilovla river, the third largest tributary of the Don river.

The research was carried out to develop a scientific justification for measures to improve the fisheries potential of the river and to optimize the overall ecological state of the river basin, the need for which is related to the reduction of the ecological and ecosystem services functions of the river, including the reproduction of valuable fish species of the Don river basin. The research area covered the lower and middle sections of the Ilovla river (including its tributaries and nearby catchment areas) in the Ilovlinsky and Olkhovskiy municipal districts of Volgograd Oblast, Russian Federation.

The integrated multidimensional research was designed in line with methodologies of system analysis, modern approaches of landscape-ecological analysis and geo-ecological spatial assessment, as well as with widely used physical and geographical study methods, ecological mapping, geoinformation technologies, remote sensing, expert assessments, etc.

The processing and analysis of a large amount of data made it possible to develop a holistic understanding of the research area, the current state of the river and its nearby catchment area, and to identify and assess the main anthropogenic factors determining the natural reproduction of aquatic biological resources.

Based on an analysis of thematic maps compiled using GIS technologies, a zoning of the Ilovla river basin was carried out, identifying zones and sites with different ecological features – conditionally satisfactory; risky; under pressure; near critical. Based on the results of the integrated assessment of the natural environment, a set of nature protection and nature restoration measures is proposed for each identified river section and nearby catchment area, which formed the basis for the Framework Action Plan for optimizing the ecological status of water bodies in Volgograd Oblast, including artificial ones.

Key words: Assessment of ecological status, water bodies valuable for fisheries, Framework Action Plan, Ilovla River, Volgograd Oblast.

საქართველოს მთის მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების პარამეტრები, მათი მიმდინარე ცვლილების ტენდენციები და განვითარების მასშტაბები

ბასილაშვილი ცისანა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი
საქართველო
e-mail: jarjino@mail.ru

განახლებადი მტკნარი წყლის გარეშე შეუძლებელია ადამიანთა არსებობა და ქვეყნის განვითარება. ამიტომ ძველთაგანვე ადამიანები თავიანთ საცხოვრისს მდინარის პირას აგებდნენ. მათი ჭალებისა და ტერასების ათვისება ხდება როგორც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, ისე საყოფაცხოვრებო საქმიანობისთვის შენობების, გზების, ელექტროგადამცემი ხაზებისა და სხვათა ასაგებად. მიუხედავად იმისა, რომ ეს ტერიტორიები წყალდიდობის დროს იტბორებოდა, დღესაც დიდი თუ პატარა დასახლებები ძირითადად მდინარეთა გასწვრივ მდებარეობს.

მდინარისპირა ტერიტორიის ათვისების საწყისი მონაცემები მდინარეთა წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯებია, რომლებიც ხშირად კატასტროფულად მაღალია. სადღეისოდ დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის გლობალური დათბობის შედეგად იმატა წყალდიდობებმა და გაიზარდა მათგან მიყენებული ზარალი და მსხვერპლი. განსაკუთრებით დიდი საშიშროება იქმნება ისეთ მთიან რეგიონებში, როგორც საქართველოა, სადაც ბოლო ათწლეულებში რამდენჯერმე განმეორდა კატასტროფები. მომავალში ბუნებაზე ანთროპოგენური დატვირთვის შედეგად მოსალოდნელია საშიში მოვლენების გამომწვევი ფაქტორების მკვეთრი ცვლილება, რაც ზეგავლენას მოახდენს მათი განვითარების მასშტაბებზე, სიხშირესა და შესაბამისად საჭირო ღონისძიებების ღირებულებაზე. ამდენად მოსალოდნელი საშიშროების შემცირების პრობლემა მეტად აქტუალურია.

უსაფრთხოებისა და ზარალის შემცირების მიზნით პირველ რიგში საჭიროა გავლილი წყალდიდობა-წყალმოვარდნების შესწავლა. მაგრამ აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ 70 წლიან საბჭოთა პერიოდში კომუნისტური პროპაგანდის მიხედვით ადამიანი მართავდა ბუნებას და იმარჯვებდა მასზე. ამიტომ სტიქიისა და განსაკუთრებით ადამიანთა მსხვერპლის შესახებ ინფორმაცია გასაიდუმლოებული იყო და არ ქვეყნდებოდა. მაშინ გამოცემულ ჰიდროლოგიურ ცნობარებში [1 - 4] არ არის აღნიშნული გავლილი კატასტროფები. მათ შესახებ სამეცნიერო ნაშრომი [5] კავკასიის რეგიონისათვის გამოქვეყნდა მხოლოდ 1983 წელს.

გავლილი წყალდიდობების შეუფასებლობის შემთხვევაში, როდესაც მდინარის წყალგამტარობა მცირდება, შემდეგი წყალდიდობის დროს ტერიტორია ადვილად ზიანდება. ეს რომ არ მოხდეს და არ მივიღოთ დიდი ზარალი, საჭიროა გავლილი წყალდიდობების სათანადო გამოკვლევა. საქართველოს მდინარეებზე კატასტროფული წყალდიდობა-წყალმოვარდნების გავლისა და მათ მიერ გამოწვეული ზარალის შესახებ, ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა არსებული ისტორიული, ლიტერატურული, სამეცნიერო და ინფორმაციული წყაროების, აგრეთვე სტაციონალური დაკვირვებების მასალები, რაც ქრონოლოგიურად იქნა აღწერილი სათანადო მონოგრაფიაში [6]. ყველაზე ადრეული ისტორიული ინფორმაცია მდინარეზე კატასტროფის შესახებ დაფიქსირებულია 735 წელს მდ. ცხენისწყალზე, სადაც თავსხმა წვიმის წყალმოვარდნამ იმსხვერპლა მის ხეობაში დაბანაკებული საქართველოში შემოჭრილი მტრის მურვან ყრუს 3500 ცხენოსანი მეომარი.

საქართველოში ყველაზე დიდი მასშტაბურობით გამოირჩეოდა 2005 წლის წყალდიდობა, რომლის დროსაც კატასტროფულმა წყალმოვარდნებმა მოიცვა ქვეყნის მრავალი

რეგიონი და იყო მსხვერპლი, საერთო ზარალმა კი დაახლოებით 500 მლნ ლარი შეადგინა. ასეთივე დიდი ზარალი და მსხვერპლი გამოიწვია ცალკეულ მდინარეებზე ლოკალური ხასიათის წყალმოვარდნებმა, როგორც იყო მაგალითად 1968 წელს მდ. მტკვარზე [6] და 2015 წელს მდ. ვერეზე ქ. თბილისში [7]. კატასტროფული მოვლენების გახშირების მიზეზი კლიმატის ცვლილებასთან ერთად არის მდინარეთა აუზებში ტყეებისა და მცენარეული საფრის შემცირება, მთის ფერდობების ათვისება, ეროზიული პროცესების გაძლიერება, მდინარეთა კალაპოტების გაუვალობა და სხვ. ყველა ამის გამო ხდება საშიში ჰიდროლოგიური მოვლენების გამძაფრება და მათგან მიყენებული ზარალი. კერძოდ, ზიანდება ხიდები, ბოგირები, საავტომობილო და სარკინიგზო გზები, კომუნიკაციები, ნათესები, იღუპება პირუტყვი და არის ადამიანთა მსხვერპლიც. ეს ზარალი ბევრად უფრო მცირე იქნება, თუ მოსალოდნელი საფრთხის საფუძველზე წინასწარ ჩატარდება საჭირო პრევენციული ღონისძიებები.

ცხრილი 1.

დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების (Q მ³/წმ) პარამეტრები

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართი (კმ ²)	საშ. სიმაღლე (მ)	საშუალო წლიური ხარჯი Q_0	საშუალო მაქს. ხარჯი Q_{max}	C_v	C_s	უდიდ. ხარჯი Q_{max}	პიკის გავლის საშუალო თარიღი
ბზიფი-ჯირხვა	1410	1690	98,2	502	0,37	4,4	1890	30 V
კოდორი-ლათა	1420	1920	92,5	467	0,40	4,9	1240	25 VI
ენგური-ხაიში	2780	2320	118	534	0,39	4,5	1440	20 VII
ნენსკრა-ლახამი	468	2300	30,4	141	0,25	2,0	196	30 VI
ნაკრა-ნაკი	126	2620	11,9	39,1	0,36	3,5	62,1	25 VI
ხობი-ლეგახარე	310	1640	21,6	202	0,64	4,2	536	10 V
რიონი-ონი	1060	2260	44,8	178	0,34	0,6	382	20 VI
რიონი-ალპანა	2830	1810	103	630	0,43	4,2	1470	20 VI
რიონი-საქოჩაკიძე	13300	950	399	1872	0,41	1,5	5500	20 V
ყვირილა-ზესტაფ.	2490	960	60,7	522	0,34	0,5	1100	10 IV
ძირულა-წევა	1190	880	26	300	0,30	2,7	595	10 IV
ჩხერიმელა-ხარაგ.	398	1100	12,1	98,5	0,50	1,8	215	0,7 IV
ხანისწყ.-ბაღდათი	655	1230	15,9	106	0,48	1,2	209	20 IV
ცხენისწყ.-ლუჯი	506	2240	24,4	115	1,03	5,2	188	10 VI
ცხენისწყ.-ხიდი	1950	1800	42,1	361	0,6	2,2	721	10 VI
ტეხური-ნაქალაქევ	558	1160	33,6	291	0,46	3,2	574	10 VI
სუფსა-ხიდმაღალა	1100	970	50,8	484	0,39	3,2	692	30 III
ნატანები-ნატანები	469	880	24,8	301	0,62	1,7	708	30 III
ჭოროხი-ერგე	22000	2016	324	1382	0,56	4	3840	10 IV
აჭარისწყ.-ხულო	251	1500	8,28	81,9	0,48	4,8	189	30 III
აჭარისწყ.-ქედა	1360	1470	46,1	342	0,49	1,6	770	20 IV

საქართველოში ცალკეული მდინარის აუზში არსებული მთავარი წყალწარმომქმნელი ფაქტორების (ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის ტემპერატურის, თოვლის საფრისა და სხვ.) ცვალებადობა სხვადასხვა ხასიათს ატარებს როგორც დროში ისე სივრცეში. ამიტომ მდინარეთა წყალდიდობები და მათი პიკები არ არის იდენტური და ხასიათდება გარკვეული ინდივიდუალურობით. მაგალითად მთავარი წყალწარმომქმნელი ფაქტორი ნალექები დასავლეთ საქართველოში 1300 მმ-დან 2700 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს, აღმოსავლეთ საქართველოში კი იგი მხოლოდ 400-800 მმ-ია. მათი სხვადასხვაობა გამოწვეულია იქ

არსებული ფიზიკურ-გეოგრაფიული და განსაკუთრებით კლიმატური პირობების სხვადასხვაობით. საქართველოს მდინარეთა წლიური ჩამონადენი შეადგენს მოსული (97კმ³) ნალექების 59%-ს (57კმ³), რომლის 75% (43კმ³) დასავლეთით შავ ზღვაში ჩაედინება და მხოლოდ 25% ანუ 14 კმ³ აღმოსავლეთით კასპიის ზღვისკენ მიედინება. მდინარეთა ჩამონადენის კოეფიციენტი (ჩამონადენის შეფარდება ნალექებთან) დასავლეთ საქართველოში 0,65-ია, აღმოსავლეთში კი 0,46-ს შეადგენს [8].

ცხრილი 2.

აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების (Q მ³/წმ) პარამეტრები

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართი (კმ ²)	საშ. სიმაღლე (მ)	საშუალო წლიური ხარჯი Q _წ	საშუალო მაქს. ხარჯი Q _{max}	Cv	Cs	უდიდ. ხარჯი Q _{max}	პიკის გავლის საშუალო თარიღი
მტკვარი - ხერთვისი	4980	2150	32,4	254	0,49	4,20	742	10/V
მტკვარი - ლიკანი	10500	2000	85,9	533	0,41	4,80	920	30/IV
მტკვარი - თბილისი	21100	1710	203	1152	0,34	1,60	2450	20/IV
ფოცხოვი - სხვილისი	1730	1870	22,1	178	0,17	4,50	581	30/IV
აბასთუმანი - აბასთუმ.	99,0	1830	1,27	11,9	0,53	3,80	37,6	30/IV
დიდი ლიახვი - კეხვი	924	2100	27,0	140	0,38	1,15	330	20/IV
პატარა ლიახვი - კეხვი	422	1940	8,86	51,1	0,61	2,31	191	20/V
ქსანი - კორინთა	461	1830	9,39	64,3	0,71	1,89	262	10/V
არაგვი - ჟინვალის	1900	1890	45,1	243	0,52	1,29	660	30/V
ფშ. არაგვი - მადაროსკ.	736	2060	19,5	118	0,49	1,80	338	10/VI
თ. არაგვი - ფასანაური	335	2140	12,1	66,2	0,50	1,93	173	30/V
შ. არაგვი - შესართავი	235	2030	7,76	61,1	0,52	2,43	156	30/V
იორი - ლელოვანი	494	1640	11,3	148	0,61	2,10	380	30/V
ალაზანი - ბირკიანი	282	2200	13,9	80,9	0,72	3,69	365	10/VI
ალაზანი - შაქრიანი	2190	1260	43,4	318	0,52	2,55	1160	10/VI
ფარავანი - ხერთვისი	2350	2120	18,8	164	0,30	0,90	437	10/V
ბორჯომულა - ბორჯ.	165	1810	2,56	27,0	0,58	5,20	59,0	20/IV
ალგეთი - ფარცხისი	359	1320	8,76	66,5	0,74	1,80	246	10/V
ქცია-ხრამი - ედიკილ.	544	2040	8,36	69,5	0,52	2,40	105	10/V
ხრამი - იმირი	3840	1510	20,9	284	0,68	2,20	572	10/V
მაშავერა - დ. დმანისი	570	1660	5,14	62,8	0,76	5,20	142	20/V

მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების შემდგომი განვითარების შესაფასებლად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ცალკეული მდინარის წყაშემკრები აუზის ტერიტორიაზე ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის არსებობას. საქართველოში გასული საუკუნის 90-იან წლებამდე მოქმედებდა 210 მეტეოროლოგიური, 153 ჰიდროლოგიური და 22 ჰიდროგლაციოლოგიური დაკვირვების პუნქტი, რომელთა მონაცემები ყველა მეცნიერისთვის იყო ხელმისაწვდომი. მას შემდეგ საქართველოში მოქმედებს მხოლოდ 15 მეტეოროლოგიური სადგური, 20 ჰიდროლოგიური და 26 მეტეოროლოგიური საგუმზაგო. მდინარეებზე აღარ იზომება მათი წყლიანობა (წყლის ხარჯები), იზომება მხოლოდ მათი წყლის დონეები. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ არც მეტეოროლოგიური და არც ჰიდროლოგიური ინფორმაცია აღარ არის ხელმისაწვდომი, რადგან ის გახდა ძვირადღირებული ხელმოკლე მეცნიერთათვის.

მაქსიმალური ხარჯები მთის მდინარეებზე ფორმირდება ყოველწლიურად ძირითადად გაზაფხულზე, როდესაც თოვლის ინტენსიურ დნობას თანხვედება თავსხმა წვიმები. გარკვეულ ანომალიურ კლიმატურ პირობებში წლის სხვა სეზონებშიც ძლიერი

თავსხმა წვიმების შედეგად ფორმირდება მაღალი წყალმოვარდნები უდიდესი წყლის ხარჯებით.

ცხრილი 3.

დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნების აქტივობა (Q_{max} / Q_0) და უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების (Q მ³/წმ) ალბათური მნიშვნელობები

მდინარე – პუნქტი	$\frac{Q_{max}}{Q_0}$	უზრუნველყოფა %			
		1	2	5	10
		წყალმოვარდნის დახასიათება			
		ძლიერი	მაღალი	წყალუხვი	საშ. წყალ.
		განმეორებადობა (წელი)			
		100	80	20	10
ბზიფი-ჯირხვა	19.2	1315	1100	844	669
კოდორი-ლათა	13.4	1310	1084	804	617
ენგური-ხაიში	10.1	1590	1299	984	783
ნენსკრა-ლახამი	6.45	273	248	216	188
ხობი-ლეგახარე	24.8	773	623	446	323
რიონი-ონი	8.93	319	300	277	255
რიონი-ალპანა	14.3	1808	1506	1134	880
რიონი-საქოჩაკიძე	13.8	4236	3805	3236	2776
ყვირილა-ზესტაფონ	18.1	1070	896	807	732
ძირულა-წევა	22.9	655	581	481	408
ჩხერიმელა-ხარაგ.	17.8	255	225	186	154
ხანისწყ.-ბაღდათი	13.1	294	264	226	193
ცხენისწყ.-ლუჯი	7.70	657	508	320	201
ცხენისწყალი-ხიდი	17.01	1156	998	797	650
ტეხური-ნაქალაქევი	15.2	804	680	529	418
სუფსა-ხიდმადალა	13.6	1219	1043	839	702
ნატანაები-ნატანები	28.5	948	831	673	549
ჭოროხი-ერგე	11.9	4803	3965	3000	2392
აჭარისწყ.-ხულო	22.8	259	212	153	114
აჭარისწყ.-ქედა	16.7	905	805	671	564

ცნობილია, რომ ნებისმიერი მდინარის აუზში ყველა სახის ნაგებობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასაბუთებისთვის საჭიროა მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების წყალსამეურნეო საანგარიშო პარამეტრების დადგენა არსებული დაკვირვებათა მასალების სათანადო მათემატიკური სტატისტიკის ანალიზის საფუძველზე.

ამ დანიშნულებით 1 და 2 ცხრილებში მოცემულია ჩვენ მიერ დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა სამეურნეო ჰიდროკვებებზე 1990 წლამდე არსებული მრავალწლიური (საშუალოდ 40-60 წელი) სტაციონალურ დაკვირვებათა მონაცემების სათანადო სტატისტიკური ანალიზით დაზუსტებული პარამეტრები მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯებისა.

აქ შედარების მიზნით პირველ რიგში მოცემულია მდინარეთა საშუალო წლიური ხარჯები, შემდეგ მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური ნორმები, მათი ვარიაციისა და ასიმეტრიის კოეფიციენტები, უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები და პიკის გავლის საშუალო მრავალწლიური თარიღები.

მდინარეთა ჩამონადენისა და მათ შორის მაქსიმალური ხარჯების მდგრადობა მოცემული ლანდშაფტისათვის არ არის უცვლელი, მაგრამ დღემდე არ არსებობს მეთოდი, რომელიც სრულყოფილად აღწერს მდინარის ჩამონადენის ცვალებადობას, რადგან ეს ცვლილება განპირობებულია არა მარტო ადგილობრივი ფაქტორებით, არამედ აგრეთვე ჰელიოსინოპტიკური პროცესებითაც, რომელთა გათვალისწინება დიდ სირთულეებთანაა დაკავშირებული.

ცხრილი 4.

აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა უდიდესი წყლის ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები და წყალმოვარდნების აქტივობა ($Q_{\text{აღ}} / Q$)

უზრუნველყოფა %	0.01	0.1	1	2	10	Q _{აღ} / Q _წ
განმეორებადობა (წელი)	10000	1000	100	20	10	
წყალმოვარდნის დახასიათება	კატასტროფული	ძლიერი	მაღალი	საშუალო		
მტკვარი - ხერთვისი	3650	1820	950	565	450	22,9
მტკვარი - ლიკანი	4250	2530	1560	1060	880	17,7
მტკვარი - თბილისი	5560	3820	2550	1910	1760	12,1
ფოცხოვი - სხვილისი	1250	860	550	370	300	26,3
აბასთუმანი - აბასთუმანი	94	73	40	26	21	29,6
დიდი ლიახვი - კეხვი	2800	1200	470	200	134	12,2
პატარა ლიახვი - კეხვი	660	500	350	260	220	26,6
ქსანი - კორინთა	960	560	293	165	124	27,9
არაგვი - ჟინვალი	1500	1000	700	500	420	14,6
ფშავის არაგვი - მადაროსკარი	740	530	340	245	200	17,3
თეთრი არაგვი - ფასანაური	500	324	200	130	80	14,3
შავი არაგვი - შესართავი	420	266	160	104	85	20,1
იორი - ლელოვანი	1450	900	520	315	248	33,6
ალაზანი - ბირკიანი	2300	1000	350	170	122	26,3
ალაზანი - შაქრიანი	2650	1730	1080	700	550	26,7
ფარავანი - ხერთვისი	355	264	188	140	120	23,2
ბორჯომულა - ბორჯომი	305	178	100	58	46	38,7
გუჯარეთისწყალი - წალვერი	180	128	91	64	53	27,5
ალგეთი - ფარცხისი	1200	630	300	144	100	89,1
ქცია-ხრამი - ედიკილისა	170	140	120	104	97	12,6
ხრამი - იმირი	1700	1080	650	400	325	27,4
ხრამი - წითელი ხიდი	2840	1900	1200	800	650	24,5
მაშავერა - დიდი დმანისი	1500	700	315	160	115	61,1
ბოლნისი - სამწევრისი	2070	840	310	115	70	154
დებედა - სადახლო	2550	1600	970	600	355	16,3

მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობას წლიდან წლამდე იწვევს ძირითადად მაინც კლიმატური პირობების ცვალებადობა. განსაკუთრებით დიდი რყევადობა აღინიშნება მთის მცირე მდინარეებზე, რომლებიც საქართველოში მრავლადაა. ისინი ყოველ გაზაფხულზე მძლავრ ნაკადებად მიედინებიან დაბლობებისაკენ და იწვევენ ნგრევას. პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით ყველა კატეგორიის ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისა და სამეურნეო ორგანიზაციებისთვის, გარდა ძირითადი პარამეტრებისა მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბის განსაზღვრა. ამ მიზნით ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ალბათობის თეორიაში ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდების გაანგარიშება გ. ალექსეევის გრაფო-ანალიტიკური

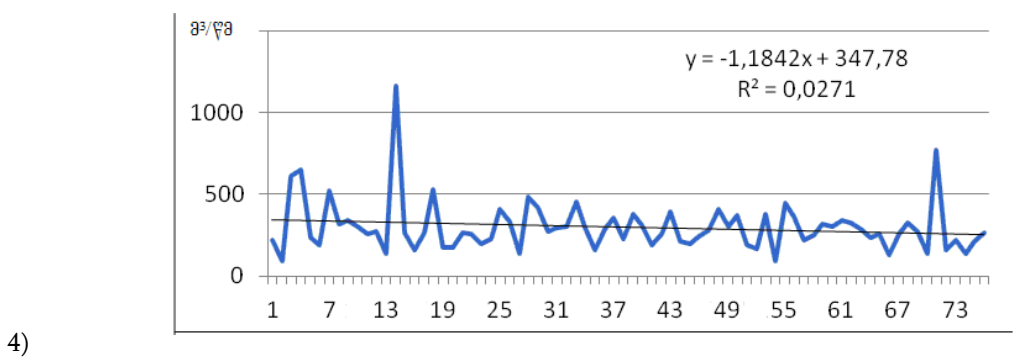
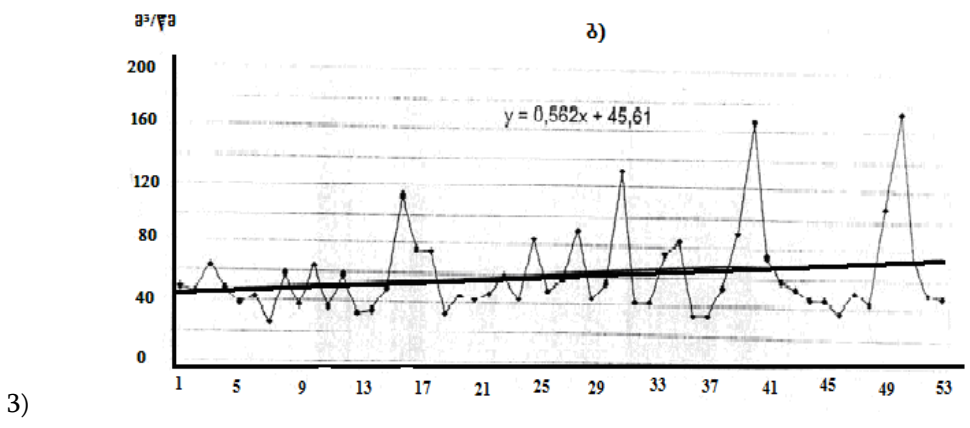
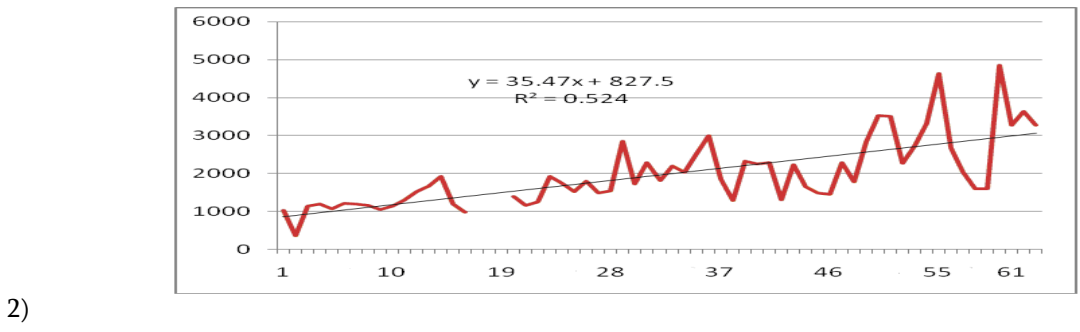
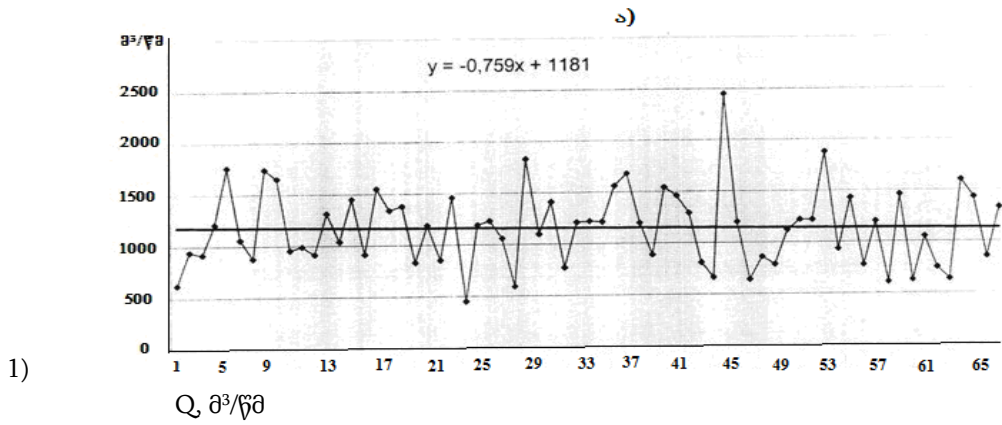
მეთოდით [9]. მიღებული მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა %-იანი უზრუნველყოფით, რომლებიც შეესაბამება გარკვეულ წლიანი განმეორებადობის ხარჯებს, მოცემულია 2 და 3 ცხრილებში. ისინი უშუალოდ პასუხობენ კითხვას, როგორია ნაგებობის ან რაიმე ღონისძიების უზრუნველყოფა მდინარის მაქსიმალური ხარჯის გარკვეული მნიშვნელობის დროს, განმეორებადობა კი გვიჩვენებს იმ წელთა რიცხვს, რომელთა დროს გაივლის შესაბამისი მაქსიმალური ხარჯი საშუალოდ ერთხელ მაინც.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზეგავლენის შესაფასებლად მდინარის წყლიანობაზე გამოიყენება ე.წ. წყალმოვარდნის აქტივობის კოეფიციენტები, რომლებიც წარმოადგენენ უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების (Qud) შეფარდებას საშუალო წლიურ ხარჯებთან (Qw1). 1990 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა მონაცემებით ჩვენ მიერ განსაზღვრული ეს (Qud/Qw1) შეფარდებები მდინარეთა ცალკეული ჰიდროკვეთებისათვის მოცემულია 2 და 3 ცხრილში. აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთ მდინარეზე ეს შეფარდება რამდენადმე აჭარბებს ადრე გ. ხმალადის მიერ 60-70-იანი წლებამდე არსებული მონაცემებით მიღებულ შეფარდებას. დადგენილია, რომ ეს კოეფიციენტები გაცილებით მეტია მცირე მდინარეებზე, ვიდრე დიდ მდინარეებზე, ნოტიო ჰავის პირობებში ისინი ნაკლებია, ვიდრე მშრალი ჰავის პირობებში, მთებში კი სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება მათი მნიშვნელობა [5]. კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობის ზეგავლენის შესასწავლად მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების სიდიდეთა ცვლილების კვლევა. ამ მიზნით ჩვენ მიერ განხილულ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ ქსელში 2010 წლამდე განხორციელებული მრავალწლიან დაკვირვებათა რიგების ანალიზი. ამ მხრივ მეტად მნიშვნელოვანია ამ ელემენტების ყოველწლიური დინამიკის როგორც ხარისხობრივი, ისე მისი რაოდენობრივი განსაზღვრა, რაც გულისხმობს მათი ტრენდების შეფასებას წრფივი აპროქსიმაციის ამსახველი განტოლებით:

$$T = AN + B, \quad (1)$$

სადაც T ტრენდია, ანუ საკვლევი ელემენტის ყოველწლიური ცვლილების ტენდენციის ამსახველი გასაშუალებული წრფე; A – განტოლების კოეფიციენტი, რომლის ნიშანი (+ ან –) უჩვენებს საკვლევი ელემენტის ცვლილების მიმართულებას: დადებითი (+) ნიშანი გამოხატავს მის აღმავალ ტენდენციას ანუ მატებას, ხოლო უარყოფითი (-) მიუთითებს მის დაღმავალ ტენდენციას ანუ კლებას. თვით A პარამეტრის რიცხვითი მნიშვნელობა კი განსაზღვრავს ცვლილების ინტენსიურობას ანუ სიჩქარეს; N – საკვლევი ელემენტის ყოველწლიური დაკვირვებათა მონაცემების რიგითი ნომერია მათი საწყისი წლიდან, რომლისთვისაც N = 1, ყოველი შემდეგი (i) მონაცემისათვის N = 1 + i; B – განტოლების მუდმივაა, რომელიც წარმოადგენს საკვლევი ელემენტის მინიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ხაზის აღმავალი ტენდენციის შემთხვევაში ან მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ხაზის დაღმავალი ტენდენციის დროს.

ჩვენ მიერ 2010 წლამდე ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების 60-70 წლიან დაკვირვებათა რიგებით [10] ნაშრომში მიღებული ყოველწლიური ცვლილების ამსახველი ტრენდების A და B პარამეტრების ანალიზით გაირკვა, რომ გლობალური დათბობის შედეგად საქართველოში ცალკეული რეგიონის კლიმატი არა დათბობას, არამედ აცივებას განიცდის. ასეთი ვითარებაა დასავლეთ საქართველოში, სადაც რიგ რაიონებში აცივება აღინიშნება, ზოგან კი დათბობას აქვს ადგილი. მთელ აღმოსავლეთ საქართველოში დათბობა და ტემპერატურის მატებაა მოსალოდნელი. რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, განხილული მეტეოპუნქტებიდან აღმოსავლეთ საქართველოში ყველგან აღინიშნება მათი მნიშვნელოვანი შემცირება, დასავლეთ საქართველოში კი ნალექების შემცირება შეინიშნება ცალკეულ ადგილებში (მესტია, ქუთაისი, ბახმარო), დანარჩენ მეტეოსადგურებზე კი ნალექები მატულობს [10].



ნახ. 1. მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების დინამიკა:
 1) მტკვარი – თბილისი 1924-1990 წწ, 2) რიონი – საქოჩაკიძე 1928-1990 წწ,
 3) თ. არაგვი - ფასანაური 1937-1990 წწ, 4) ალაზანი - შაქრიანი 1933-2010 წწ.

მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების შესწავლის მიზნით მრავალწლიურ ჭრილში ჩვენ განვიხილეთ საქართველოს მდინარეებზე არსებული 50-70 წლიანი დაკვირვებათა რიგები. ნახაზზე გამოსახულია მაგალითები მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილებისა რომელთა წრფივი სახის (1) ტრენდების აპროქსიმაციით მიღებული განტოლებების პარამეტრები მოცემულია მე-5 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების დინამიკაში მკვეთრად არის გამოხატული მათი ზრდის ტენდენცია იმ მდინარეებზე, რომელთა აუზებში არის მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი და შესაბამისად მაქსიმალური ხარჯების ფორმირებაში მონაწილეობს მათი ნადნობი წყლები. ამ მხრივ გამონაკლისია მდ. ყვირილა, სადაც მიუხედავად აუზში ნივალური ზონის არ არსებობისა, აღინიშნება მაქსიმალური ხარჯების მატება. ამას განაპირობებს ძირითადად მისი აუზის მდებარეობა და ოროგრაფია, რომელიც ამფითეატრივით მიმართულია შავი ზღვისკენ, საიდანაც ადვილად შემოჭრილი ნოტიო ჰაერის მასები უხვად კონდენსირდება ლიხის ქედის ქარპირა დასავლეთ ფერდობებზე.

მაქსიმალური წყლის ხარჯების მატების ყველაზე მაღალი ინტენსივობით გამოირჩევა მდ. რიონი, რომელიც წლის თბილ პერიოდში წყალდიდობის დროს უხვად იკვებება მყინვარული და მუდმივი თოვლის ნადნობი წყლებით. აქ სოფ. საქოჩაკიძესთან დაკვირვებათა წლების ათვლა იწყება 1928 წლიდან, რომლისთვისაც $N = 1$, მაქსიმალური ხარჯების დინამიკის შესაბამისი ტრენდი აღიწერება განტოლებით:

$$T_{Qm} = 35,47N + 828. \quad (2)$$

მაქსიმალური ხარჯების კლების ყველაზე დიდი ინტენსივობა აღინიშნება მდ. აჭარისწყალზე სოფ. ქედასთან, სადაც მათი ყოველწლიური ცვლილების ტრენდი ასე წარმოდგება:

$$T_{Qm} = -2,95N + 391. \quad (3)$$

აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეებზე მაქსიმალური ხარჯების მატება აღინიშნება მხოლოდ დიდ ლიახვსა და თეთრ არაგვზე, რომელთა სათავეებში არსებობს მყინვარები. მაგალითად მდ. დიდი ლიახვის მაქსიმალური ხარჯების ტრენდი სოფ. კეხვთან წარმოდგება ასეთი განტოლებით:

$$T_{Qm} = 0,848N + 115. \quad (4)$$

დანარჩენ მდინარეებზე კი მაქსიმალური ხარჯების ტრენდები ხასიათდებიან დაღმავალი (კლების) ტენდენციით. მაგალითად მდ. მტკვარზე ქ. თბილისთან მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდი შედგენილია 1924 – 1990 წლების მონაცემებით, რომლის წრფივი პროქსიმაციით მიღებულია განტოლება

$$T_{Qm} = -0,739N + 1184. \quad (5)$$

შემცირების მაღალი ინტენსივობით გამოირჩევა მდ. ალაზანი სოფ. შაქრიანთან, რომლის ტრენდი 1933-დან 2010 წლამდე მონაცემებით გამოისახება განტოლებით:

$$T_{Qm} = -1,18N + 348. \quad (6)$$

მიმდინარე XXI საუკუნეში კლიმატის მოსალოდნელ დათბობასთან [11] დაკავშირებით გაიზრდება რა ჰაერის ტემპერატურა, გაიზრდება ასევე აორთქლებაც, შესაბამისად მოიმატებს თხევადი ნალექები და მყინვარების დნობა, შემცირდება მიწისქვეშა წყლის დონეები და შესაბამისად შემცირდება მდინარეთა წყალმცირობის პერიოდის ჩამონადენი, სამაგიეროდ გაიზრდება უხვწყლიანი პერიოდის ჩამონადენი და მაშასადამე მოიმატებს

წყალდიდობები. ამრიგად, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება გამოიწვევს გვალვებსაც და წყალდიდობებსაც, რის გამოც ადგილი ექნება წყლის დეფიციტს გვალვების დროს, ერთის მხრივ და წყალდიდობებით მიყენებული ზარალის ზრდას, მეორე მხრივ.

ცხრილი 5.

მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდების პარამეტრები A და B ფორმულაში $TQ = A N + B$

მდინარე-პუნქტი	აუზის ფართი კმ ²	აუზის სიმაღლე მ.	პარამეტრები	
			A	B
კოდორი - ლათა	1420	1920	5,923	310
ენგური - ხაიში	2780	2320	8,500	319
რიონი - საქოჩაკიძე	13300	950	35,47	827
ყვირილა - ზესტაფონი	2490	960	0,832	504
ჭოროხი - ერგე	22000	2015	- 0,800	1369
აჭარისწყალი - ქედა	1360	1470	- 2,95	391
მტკვარი - თბილისი	21100	1710	- 0,759	1181
დიდი ლიახვი - კეხვი	924	2100	0,848	115
პ. ლიახვი - ვანათი	422	1940	- 0,431	62,1
ქსანი - კორინთა	461	1830	- 0,498	72,2
თ. არაგვი - ფასანაური	335	2140	0,562	45,6
ალაზანი - ბირკიანი	282	2200	- 1,079	98,5
ალაზანი - შაქრიანი	2190	1260	- 1,184	348

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ შემდგომში ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება გამოიწვევს მთებში მყინვარებისა და თოვლის დნობის გაძლიერებას და ამ ზონის მდინარეთა წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების მომატებას, ხოლო იქ, სადაც არ არის მყინვარები, იქ გაიზრდება აორთქლება და შემცირდება წყალდიდობები და მათი მაქსიმალური ხარჯები.

ამის შესაბამისად დასავლეთ საქართველოში მდ. კოდორზე, ენგურზე, რიონსა და მათ ზოგიერთ შენაკადზე, აგრეთვე აღმოსავლეთ საქართველოში მდ. დიდ ლიახვსა და თეთრ არაგვზე, რომლებიც წლის თბილ სეზონში იკვებებიან კავკასიონის ქედზე არსებული მყინვარებისა და მუდმივი თოვლის ნაღობი წყლებით, მოსალოდნელია წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების მატება.

საქართველოს დანარჩენ მდინარეებზე, რომელთა აუზებში არ არის მყინვარები, პირიქით ტემპერატურის მომატებით გაიზრდება აორთქლება და შემცირდება მდინარეთა ჩამონადენი და მათი მაქსიმალური ხარჯები.

ამრიგად მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების დაზუსტებული მახასიათებლები და მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები მეტად მნიშვნელოვანია პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებების საწარმოებლად ნაგებობათა და სხვა რაიმე ღონისძიების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასაბუთებისათვის, რაც აუცილებელია სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვისა და უსაფრთხოებისათვის. ჩატარებული კვლევა მნიშვნელოვანია იმითაც, რომ XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან აღარ ხდება მდინარეთა წყლის

ხარჯების გაზომვები, მხოლოდ ერთეულ მდინარეზე მიმდინარეობს წყლის დონეების გაზომვა.

აღსანიშნავია, რომ პერსპექტივაში კლიმატის შემდგომი დათბობის შედეგად შესაძლებელია კავკასიონის ქედი მთლიანად განთავისუფლდეს მყინვარებისაგან, რაც უკვე 2050-2160 წლებში ივარაუდება [6]. ასეთი პროცესი რეგიონში გამოიწვევს წყლის რესურსების მკვეთრ შემცირებას, წყაროების დაშრობას, მოსავლიანობისა და წყალმომარაგების შემცირებას, აგრეთვე სხვა ნეგატიურ მოვლენებს, რაც მეტად უარყოფითად იმოქმედებს გარემოზე, საზოგადოებისა და ქვეყნის განვითარებაზე. ეს რომ არ მოხდეს საჭიროა გარკვეული პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვა და ჩატარება.

კაცობრიობა საუკუნეების მანძილზე ებრძვის სტიქიურ მოვლენებს, მაგრამ დღემდე საიმედო ხერხები მიუღწეველია. მეცნიერებას და ტექნიკას არ ძალუძს ებრძოდეს მათ გამომწვევ მიზეზებს, ამიტომ იძულებულია მიმართოს სხვადასხვა ხერხებს. ჩვენს პირობებში წყალდიდობების ნეგატიური შედეგების შემცირების მიზნით შესაძლებელია შემდეგი სახის ღონისძიებების ჩატარება: პირველ რიგში მდინარეთა კალაპოტების გამტარუნარიანობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა მათი გაწმენდა, ნაპირების დაცვა, ჯებირების აშენება, წყალსაგდები არხების მოწყობა.

გარდა ამისა, საჭიროა მდინარეთა აუზების ფერდობების დატერასება და გარდიგარდმო ხვნა-თესვა. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია აგრეთვე ტყის საფრის განახლება და გაფართოება, რომელიც იცავს და ამაგრებს ნიადაგს, ხელს უშლის ეროზიას, წყალდიდობების, ღვარცოფების, მეწყერებისა და თოვლის ზვავების ფორმირებას. ტყე ზრდის მიწისქვეშა წყლებს, მათ გამოსავლებს, დებიტს და აუმჯობესებს მათ ხარისხს. რაც მთავარია ტყე განაპირობებს თოვლის დნობის გახანგრძლივებას, მდინარეთა წყლის რეჟიმის სტაბილიზაციას და მაქსიმალური ხარჯების პიკების შემცირებას. გარდა ამისა, ტყე ჟანგბადის წყაროა, ასუფთავებს ჰაერს და აჯანსაღებს ადამიანებს, ზრდის ცხოველთა და ფრინველთა სამყაროს.

მდინარეთა წყლის რესურსების დარეგულირებისათვის ყველაზე ეფექტური არის წყალსაცავები, რომელთა საშუალებით შესაძლოა წყალდიდობის დროს დიდი წყლის ნაკადის შეკავება და კატასტროფული პროცესების შერბილება, წყალმცირობის დროს კი ისინი წარმოადგენენ წყლის რესურსების მთავარ წყაროს, რომელიც შეიძლება ერთდროულად გამოყენებული იყოს წყალმომარაგების, ენერგეტიკის, მეთევზეობისა და რაც მთავარია ჰიდრომელიორაციისათვის, ურომლისოდაც მშრალი ჰავის პირობებში შეუძლებელია მცენარეთა მოსავლიანობა. ყველა ამის გამო, მთის მდინარეთა ხეობების გეოლოგიურად მდგრადი და ხელსაყრელი რელიეფის პირობებში სასარგებლო იქნება მცირე და არა დიდი წყალსაცავების აგება. მათი დროული დაცლა და წყალდიდობის დიდი ნაკადის შეკავება თავიდან აგვაცილებს დიდ ზარალსა და მსხვერპლს. დასახლებულ ადგილებში ყველაზე მისაღები მეთოდია მდინარის მაღალი წყლით დატბორვის საზღვრების დადგენა, სადაც აიკრძალება სამეურნეო საქმიანობა.

გარემოს ეკოლოგიური მდგრადობისა და წყლის სტიქიისაგან თავდაცვის მიზნით ყველაზე მნიშვნელოვანია წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური წყლის ხარჯების საპროგნოზო მეთოდების შემუშავება ყოველწლიური ოპერატიული პროგნოზების გასაცემად, რომელიც აუცილებელია აგრეთვე წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების დაგეგმარებისა და წყალსაცავების ეფექტური და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის.

აღსანიშნავია, რომ ჩვენ მიერ შემუშავებულია პროგნოზირების სათანადო მეთოდოლოგია [12], რომლის გამოყენებით შედგენილია მთავარ მდინარეთა სამეურნეო დანიშნულების ჰიდროკვითებისათვის საპროგნოზო მეთოდები წყლის მაქსიმალური ხარჯების ოპერატიული პროგნოზების გასაცემად როგორც გრძელვადიანი (2 – 3 თვის დროულობით) წყალდიდობის პერიოდში, ისე მოკლევადიანი (12 – 24 საათის წინსწრებით) წყალმოვარდნების დროს. პროგნოზების შედგენით სტიქია მართალია ვერ აღიკვეთება, მაგრამ

მათი რამდენიმე თვიანი წინსწრება საშუალებას იძლევა მოსალოდნელი მაღალი პიკის შემთხვევაში დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება.

საყურადღებოა, რომ მთებში საშიში მოვლენების პირველ ცნობას იძლევა მთის მოსახლეობა, როდესაც ხდება გამაყრუებელი გუგუნის ან მტვრის კორიანტელი ან მდინარის დინების შეწყვეტა ხეობის ჩახერგვისას. ასეთი ცნობის ან სათანადო პროგნოზის მიღებისთანავე სასწრაფოდ უნდა გამოცხადდეს განგაში, განხორციელდეს მოსახლეობისა და ღირებულებების ევაკუაცია, წყალსაცავის დაცლა და ყველა საჭირო ღონისძიებების ჩატარება უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

ლიტერატურა

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 9, вып. 1, под редакцией Г.Н. Хмаладзе, Ленинград, Гидрометеиздат, 1969, 313 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР (Гидрографические описания рек, озёр и водохранилищ). Том 9, вып. 1. Под редакцией В.Ш. Цомая, Ленинград, Гидрометеиздат, 1974, 577.
3. Государственный водный кадастр, Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 6, Грузинская ССР, Ленинград, Гидрометеиздат, 1987, 416.
4. Водные Ресурсы Закавказья, Под редакцией Сванидзе Г.Г., Цомая В.Ш., Ленинград, Гидрометеиздат, 1988, 264.
5. Сванидзе Г.Г., Хмаладзе Г.Н. Паводки и наводнения, в кн. Опасные Гидрометеорологические явления на Кавказе. Ленинград, Гидрометеиздат, 1983, 194-210.
6. ც. ბასილაშვილი, მ. სალუქვაძე, ვ. ცომია, გ. ხერხეულიძე. კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2012, 244 გვ.
7. დ. კერესელიძე, მ. ალავერდაშვილი, თ. ცინცაძე, ვ. ტრაპაძე, გ. ბრეგვაძე. რა მოხდა 2015 წლის 13 ივნისს მდინარე ვერეს წყალმემკრებ აუზში. თბ., 2015, 40 გვ.
8. Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Мецниереба, Тб, 1991, 685 с.
9. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., Гидрометеиздат, 1971, 363с
10. Tsisana Basilashvili. Changes of Georgian mountainous rivers water flows, problems and recommendations. American Journal of Environmental Protection, 4, № 3 – 1, Science Publishing Group (USA), 2015, pp. 38 – 43.
11. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. UNDP in Georgia, თბ. 2015, 292 გვ.
12. ც. ბასილაშვილი. მრავალფაქტორიანი სტატისტიკური მეთოდოლოგია, წყალდიდობა-წყალმოვარდნების პროგნოზირებისათვის. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2013, 180 გვ.

რეზიუმე

საქართველოს მთის მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების პარამეტრები, მათი მიმდინარე ცვლილების ტენდენციები და განვითარების მასშტაბები

ბასილაშვილი ცისანა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი თბილისი, საქართველო, e-mail: jarjinio@mail.ru

სტაციონალურ დაკვირვებათა მრავალწლიურ მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავების შედეგად განსაზღვრულია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების პარამეტრები, დადგენილია

მათი ყოველწლიური ცვლილების ტრენდები, გაანგარიშებულია მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები და წყლის ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფით. მათი დინამიკის ტრენდების მიხედვით გამოვლინდა წყალდიდობების გაძლიერება მყინვარებით მოსაზრდოვე მდინარეებზე. სხვა მდინარეებზე კი, სადაც იზრდება აორთქლება და მცირდება ნალექები, პირიქით წყალდიდობები მცირდება. ამ პროცესების ნეგატიური ზემოქმედების შერბილებისათვის შედგენილია ღონისძიებათა რეკომენდაციები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია თავიდან ავიცილოთ დიდი მატერიალური ზარალი.

საკვანძო სიტყვები: დინამიკა; ალბათური მნიშვნელობები, პრევენციული ღონისძიებები.

SUMMARY

PARAMETERS OF PEAK DISCHARGES ON MOUNTAIN RIVERS OF GEORGIA, THEIR CHANGES TENDENCIES AND THE SCOPE DEVELOPMENT

Basilashvili Ts.

*Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University, Georgia
e-mail: jarjino@mail.ru*

Based on the statistical processing of multiyear stationary observation data the river maximal discharge parameters are specified; the trends of their changes over the years have been established; scope of expected development have been estimated and probable significance of water discharge with different certainties have been calculated. According tendency of their dynamics the flooding strengthening has been revealed on rivers nourished by glaciers, on the contrary in other rivers they reduced, in some regions evaporation has been increased and desertification has been detected. For mitigation negative impacts of those processes the recommendations of prevention measures are drafted, which allow to avoid significant material losses.

Key words: dynamics; probable significance; prevention measures

VARIABILITY OF RIVER RUNOFF IN THE BULGARIAN PART OF STRUMA RIVER CATCHMENT AND ITS RRELATION TO PRECIPITATION

Nikolova N.^{1*}, Radeva K.^{1**}, Nikolova V.^{2***}

¹*Faculty of Geology and Geography, Sofia University «St. Kliment Ohridski», Bulgaria*

²*Faculty of Geoexploration, Univerity of Mining and Geology, Bulgaria*

*e-mail: *nina@gea.uni-sofia.bg, **kalinad@abv.bg, ***v.nikolova@mgu.bg*

Abstract

The regime and amount of the precipitation determine the quantity and variability of the river runoff and in this regard studying the river runoff requires analysis of the relation to precipitation. The current research is done for the Bulgarian part of the Struma River which is one of the largest Bulgarian rivers. The aim of the present paper is to clarify the main features of temporal variability of river runoff and to bring to better understanding the relationship between variability of river runoff and precipitation. The main investigated period is 1962 – 2004 which is divided in two sub-periods: 1963-1983 and 1984-2004. The paper presents river runoff and precipitation totals at annual scale (water year) and seasonal values (cold months: November – April and warm months: May - October). In order to determine the negative and positive phases in runoff and precipitation variability the cumulative anomalies (CA) are calculated. Correlation analysis is used to define the relationship between precipitation and river runoff for annual and seasonal values. The relation between river runoff and precipitation is spatially presented and analyzed in ArcGIS environment. The both raster surfaces (of river runoff and precipitation) are used to create a map of runoff coefficient which allows to analyze the relation between precipitation and runoff.

The results of the present study show general tendency to the decreasing of runoff in the Struma river catchment which is significantly correlated to the precipitation variability. The highest positive correlation (the coefficients are above 0.50) between river runoff and precipitation is established during the cold season. The correlation coefficients are lower in the warm season which could be related to the increasing effect of high summer air temperatures.

Key word: river runoff, precipitation, multiannual variability, GIS, interpolation

Introduction

The analysis of the variability of river runoff belongs to the most important studies of modern hydrology. It is an important part of the monitoring and evaluation of hydromorphological status of water bodies. In addition, the study of the multiyear variability of river runoff is important from the point of view of the assessment of water resources, the impacts of the climate changes, as well as in developing river basin management plans. In recent years rainfall-runoff transformation at annual time scale is often considered through the prism of identified or anticipated climate changes, primarily caused by global warming [1,2]. This seems justified because the fluctuations of the climate and its components have an unquestionable impact on the global hydrological cycle, while also contributing to the increase of severity and intensity of some hydrological processes [3]. Bulgaria is located in the southeastern part of the European continent, on the border between the temperate and the Mediterranean climatic regions. Both, geographic location and climatic conditions influence the formation of the natural river runoff of the country. Due to the geographical location, specific atmospheric circulation and landscape structure, the water balance in Bulgaria is unfavorable. Depending on the humidity in a given year, are formed between 5,37 and 10,2 billion m³ of water resources (excluding Danube waters) Concerning water resources per capita, Bulgaria takes the bottom position on the Balkan Peninsula (2056.7

m³/cap/year) [4]. The spatial distribution river runoff is significantly differentiated, due to the wide variety of biotic and abiotic factors of the natural environment which significantly determine the hydrological cycle [5].

In view of the fact that the Struma River is prone to flooding, there has been a significant interest in modeling and forecasting its temporal variability. A series of hydrological studies have been carried out by Knight et al. [6], Mimides et al. [7], Ilcheva et al. [8,9], Zlatunova and Ziapkov [10]. Most of the recent studies have highlighted the potential climate change impacts over river discharge - Davidovski et al. [11], Igor Niagolov et al. [12], Balabanova and Ilcheva [13]. The correlation between the NAO index and the Struma river runoff has been examined by Nikolova [14]. The relationship between precipitation, run-off and temperature has been investigated also by Denev et al. [15]. The main goal of the study is to determine the variability of the seasonal and annual runoff of the transboundary Struma River, analyzing its close interdependence with atmospheric precipitation. The investigated period covers the years from 1962 to 2004.

Study area, data and methods

The trans-boundary Struma River basin has a total area of 16,747 km² and is the second largest catchment area in Bulgaria and the fifth longest Bulgarian river. Its basin is shared by four countries: Bulgaria (50.6%, 8,473 km²), Greece (35.8%, 5,990 km²), FYROM (9.8%, 1,641 km²) and Serbia (3.8%, 643 km²). The total length of the river is about 390 km and springs from the Southern slopes of the Vitosha Mountain, in Bulgaria, (2180 m a.m.s.l.) and ends up in Aegean Sea (Strymonikos Gulf). After a south-southeast route of 290 km, Struma River leaves Bulgarian territory near Kulata village (85 m a.m.s.l.).

Table 1.

List of stream gauging stations used in the research

No.	River	Station Name	Drainage area (km ²)	Average elevation of drainage area (m)
51650	Struma	Pernik	284.0	1018
51340	Treklyanska	Vranya stena	515.3	-
51700	Struma	Rajdavitsa	2195	884
51360	Dragovishtica	Goranovci	823.5	1188
51370	Sovolianska Bistrica	Garlyano	41.90	1682
51380	Sovolianska Bistrica	Sovolyano	257.1	1120
51390	Novoselska	Slokoshtica	73.0	1240
51430	Djerman	Dupnica	396.3	1001
51400	Eleshnica	Rakovo	130	-
51410	Eleshnica	Vaksevo	315.3	1058
51100	Rechitsa	Vaksevo	104.0	-
51750	Struma	Boboshevo	4320	-
51450	Rilska	Pastra	222.0	1918
51150	Iliina	Brichibor	82.20	1961
51470	Biistritsa (Blagoevgrad)	Slavovo	105.0	-
51480	Biistritsa (Blagoevgrad)	Blagoevgrad	206.5	1467
51500	Gradevska	Gradevo	179.8	1212
51800	Struma	Krupnik	6777	973
51510	Sushitska	Polena	32.10	-
51520	Vlahinska	Vlahi	91.60	-
51540	Sandanska Bistrica	Lilyanovo	118.4	-
51590	Pirinska Bistrica	Gorno Spanchevo	131.9	1527
51580	Strumeshnica	Mitino	1892	641
51560	Strumeshnica	Zlatarevo	1520	-
51880	Struma	Marino pole	10 243	889

The basin has a pronounced mountainous character with an average elevation of about 900 m above sea level. River Basin is home to 485,000 people (7 % of Bulgaria total population). The main water users of surface water are domestic supply, industry and energy production and to a less degree irrigation [16]. The mean annual flow of the Struma River is 2 242 million m³/yr which constitutes 13% of the country's total precipitation and runoff. Mean annual precipitation in the basin is 566 mm and potential evapotranspiration is 629 mm. Most precipitation is concentrated in the winter months, with peak rainfall occurring from November through March and the summer is quite a dry season [14]. Annual precipitation values have ranged from 480 mm (in lower and southernmost parts, station Sandanski) to mm to 700 mm at the altitude higher than 1100 m (station Rila monastery). Seasonal, or within-year, variability of river runoff is also great. Under such circumstances, the Struma River and its tributaries has a flash flood character of the river discharge [10].

The runoff variability is analysed on the bases of monthly data from 25 stream gauging stations (Tabl.1). The information about the precipitation is from six meteorological stations situated in an area with different geographical and climatic conditions (Tabl. 2). The main investigated period is 1963 – 2004 and we consider also two 21-years periods: 1963-1983 and 1984-2004, which allow us to analyse changes in river runoff during recent years. In order to study spatial distribution of precipitation and to calculate runoff coefficients the annual precipitation data for the regions of stream gauging stations available on Internet (<https://en.climate-data.org/>) are taken.

Table 2.

Meteorological stations

No.	Station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
1	Pernik	768	42° 37'	23° 01'
2	Kyustendil	520	42° 16'	22° 43'
3	Blagoevgrad	424	42° 00'	23° 05'
4	Rila	505	42° 06'	23° 07'
5	Rila monastery	1150	42° 08'	23° 21'
6	Sandanski	206	41° 33'	23° 16'

The paper presents river runoff and precipitation totals at annual scale (water year – from November to October) and seasonal values (cold and warm months). As cold months we consider the months from November to April and as warm months - the months from May to October. In order to analyse temporal variability of river runoff we have divided the main investigated period in two 21-years periods. Then we calculated the percentage of the average river runoff for period one (1984-2004) vs. period two (1963-1983).

The negative and positive phases in runoff and precipitation variability are determined by cumulative anomalies (CA) which are presented as a difference between the observation and long-term climatological record using the following formula:

$$CA = \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}),$$

where: P_i is seasonal or annual river runoff or precipitation for every year and \bar{P} is average annual or seasonal values for the investigated period 1962-2004.

The data about river runoff and precipitation is spatially presented and analyzed in ArcGIS environment. A spatial interpolation is done to present point data about river runoff and precipitation as continues surfaces. The both raster surfaces (of river runoff and precipitation) are used to create a map of runoff coefficient which allows to analyze the relation between precipitation and runoff. They are calculated using Map Algebra and dividing the runoff raster to the precipitation raster.

In order to obtain more reliable results to investigate the relationship between river runoff and precipitation, we use the runoff coefficient which is the ratio between river runoff and precipitation. The conversion of river discharge to runoff layer has been done using the following formula:

$$h = \frac{Q \cdot T_s}{A \cdot 10^3}, mm$$

where, h - runoff layer (mm); Q - discharge in m³/s; A - catchment area km²

Correlation analysis is used to define the relationship between precipitation and river runoff for annual and seasonal values. The Pearson correlation is calculated and the significance of correlation coefficients is determined at the level p=0.05.

Results and discussions

Intra-year distribution of runoff is mainly affected by the natural climatic factors. Higher runoff is from February to June, which is related to snow melting (March-May), Fig. 1. Maximum runoff is observed in May due to the intensive spring rainfall. The low flow occurs from July to October and is a consequence of the small summer and autumn precipitation in the basin.

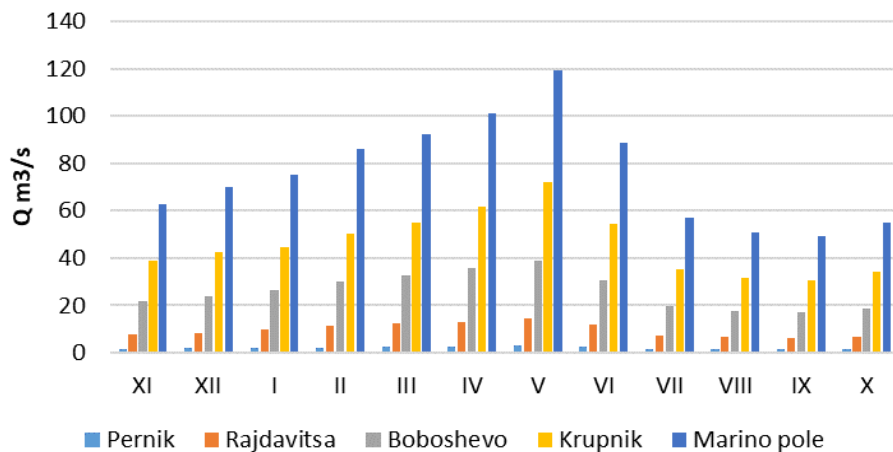


Figure 1. Annual cycle of river runoff at selected stream gauging stations

Annual and seasonal distribution of precipitation and river runoff and changes for the periods 1963-1983 and 1984 – 2004

Annual precipitation for the water year (November – October) averaged for the period 1962-2004 varies between 483 mm (station Sandanski) and 859 mm (station Rila monastery), Tabl. 3.

Table 3.

Annual (water year) and seasonal (cold and warm months) precipitation at selected meteorological stations for the period 1962-2004

Meteorological station	November - October		November - April		May - October	
	1962-2004 mm	Change from 1963 - 1983 to 1984 – 2004 (in%)	1962-2004 mm	Change from 1963 - 1983 to 1984 – 2004 (in%)	1962-2004 mm	Change from 1963 - 1983 to 1984 – 2004 (in%)
Pernik	540.8	-10.9	248.4	-13.3	292.3	-8.8
Radomir	591.4	-10.0	259.3	-10.7	332.1	-9.5
Kustendil	571.6	-13.0	275.4	-10.5	296.2	-15.2
Rilski manastir	859.1	-9.1	410.3	-3.2	448.8	-14.1
Rila	540.3	-9.4	266.9	-5.0	273.3	-13.5
Blagoevgr	516.7	-17.9	256.8	-14.3	259.9	-21.2
Sandanski	483.4	-9.2	261.4	-10.8	222.0	-7.2

The distribution of annual precipitation between cold (November – April) and warm (May – October) periods are almost equal. However, some differences are established in the most northern and southern regions of the investigated areas. In the northern stations which are situated at the regions with moderate continental climate the share of precipitation during May – October is about 54 – 56 % of annual precipitation while in the southernmost area (Sandanski) where the Mediterranean effect on climate is occurring the precipitation during the cold half-year (November – April) is predominant and reaches 54% of the annual rainfall. Table 3. presents the changes of annual and seasonal precipitation over two 21-years periods (1963-1983 and 1984 – 2004). The decreasing of precipitation during the period 1984-2004 in comparison to 1963-1983 is observed in all of investigated meteorological stations. The reduction of precipitation during warm months (May – October) for the period 1984-2004 is with about 10-21 % from the amounts for the period 1963-1983. For the cold months (November – April) the decreasing is between 10 and 15% in most of the stations.

Table 4.

Average annual (water year) and seasonal (cold and warm months) river runoff of the stream gauging station for the period 1962-2004

Stream gauging stations	November - October		November - April		May - October	
	1962-2004 Q m ³ /s	Change from 1963-1983 to 1984-2004 (in %)	1962-2004 Q m ³ /s	Change from 1963-1983 to 1984-2004 (in %)	1962-2004 Q m ³ /s	Change from 1963-1983 to 1984-2004 (in %)
Struma-Pernik	24.4	-23.7	13.0	-15.6	11.4	-32.1
Treklyanska	33.4	-26.0	21.7	-27.4	11.7	-23.6
Struma-Rajdavitsa	115.8	-26.7	62.9	-17.5	53.0	-36.5
Dragovishtica-Goranovci	72.7	-42.6	46.3	-42.8	26.4	-42.2
Svolianska Bistr-Svolyanovo -380	25.3	-22.7	16.2	-18.9	9.1	-29.2
Svolianska Bistr-Garlyano 370	10.0	-22.7	4.6	-37.0	5.4	-8.6
Novoselska-Sokoshnica	8.9	-37.7	6.1	-35.9	2.8	-41.5
Djerman-Dupnica	38.9	-28.5	17.1	-37.1	21.8	-21.2
Eleshnica-Vaksevo	38.3	-18.3	25.7	-17.3	12.7	-20.3
Eleshnica-Rakovo	24.3	-28.5	15.8	-28.5	8.5	-28.6
Struma-Boboshevo	315.5	-21.7	172.2	-10.9	143.2	-33.0
Rilska-Pastra	78.0	-23.7	24.2	-13.8	53.8	-27.9
Iliina-Brichi bor	27.0	5.1	9.2	11.4	17.9	2.0
Blagoevgr.Bistrica-Bl.gr. -470	24.3	-35.8	9.1	-43.9	15.2	-30.6
Blagoevgr.Bistrica-480	36.7	-32.9	16.1	-37.4	20.6	-29.3
Gradevska-Gradevo	18.0	-29.3	10.4	-27.0	7.6	-32.4
Struma-Krupnik	552.3	-26.2	294.9	-18.6	257.4	-34.1
Sushitska-Polena	8.4	4.0	5.7	12.8	2.8	-12.1
Vlahinska-Vlahi	16.1	-24.5	7.1	-25.3	9.0	-24.0
Sandanska Bistrica	32.1	-37.4	9.9	-26.7	22.2	-41.7
Pirinska Bistrica	38.4	-6.6	18.7	21.6	19.7	-27.5
Strumeshnica-Mitino	93.6	-36.7	64.2	-37.5	29.4	-35.0
Strumeshnica-Zlatarevo	53.6	-36.3	40.1	-36.5	13.5	-35.6
Struma-Marino pole	906.6	-27.9	488.4	-19.9	418.2	-36.3

Figure 2. shows the changes in river runoff determined on the basis of data from the stream gauge stations situated on the main river Struma. The decrease for the period 1984-2004 is between 11 to 36 % in comparison to 1963-1983. The greatest decrease in river runoff is observed for the warm months, while for cold months, the decrease is lowest. In terms of spatial distribution, the decrease of river runoff is increasing from north to south.

Relationship between precipitation and river runoff. Analysis of positive and negative phases in annual and seasonal precipitation and river runoff.

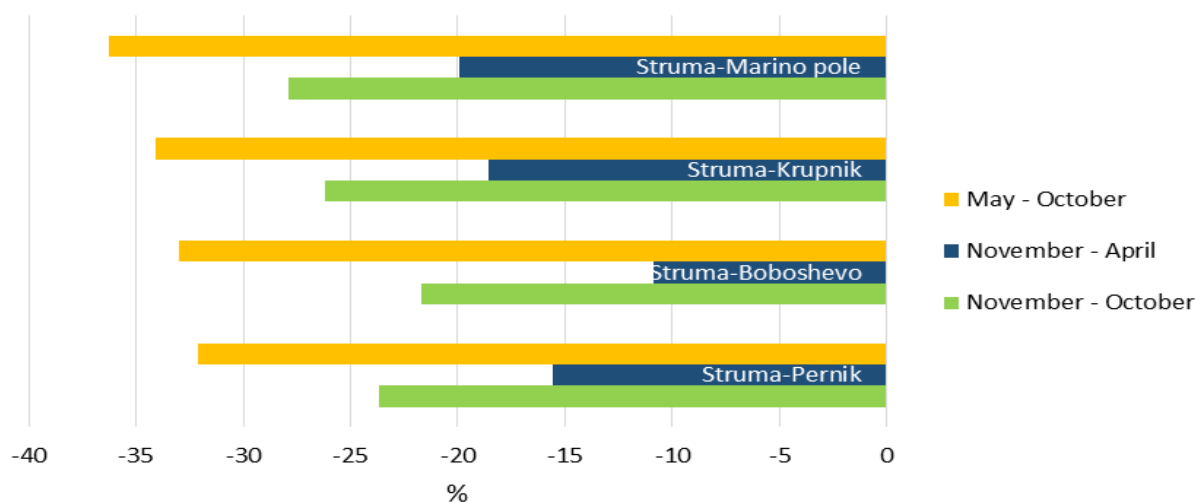


Figure 2. Change from 1963 - 1983 to 1984 - 2004 (in %)

Correlation analysis between annual and seasonal of precipitation and river runoff for the period 1961-2004 shows good relation between time series (Tabl. 5).

Table 5.

Correlation coefficients between precipitation and river runoff at selected stations

Meteorological station	River / gauging station	Nov-Oct	Nov-Apr	May-Oct
Pernik	Struma - Pernik	0.41	0.51	0.32
Kustendil	Sovolyanska Bistrica - Sovolyano	0.57	0.69	0.54
Rilski manastir	Rilska - Pastra	0.56	0.56	0.32
Blagoevgrad	Blagoevgradska Bistrica - Blagoevgrad	0.37	0.58	0.23
Sandanski	Sandanska Bistrica-Lilyanovo	0.24	0.48	-0.14

The highest correlation is observed for the cold part of year (November – April). This could be explain with the annual cycle of precipitation and river runoff – the maximal monthly values of river runoff are related to the intensive spring precipitation or to snow melting during the period March – April. The lower correlation coefficients in the warm season could be related to the increasing effect of high summer air temperatures.

Cumulative anomalies of precipitation as river runoff allow us to define positive and negative phases in annual and seasonal time-series. The negative slopes of the graph show the duration of negative phase and positive slope – positive phases (Fig. 3).

Figure 3 shows the comparison between precipitation and river runoff, measured in nearby meteorological and stream gauging stations. Generally, for the period 1962-2004 one positive and one negative phase is determined from the curves of the annual precipitation and river runoff. The positive phase has been observed from the beginning of the investigated period to the beginning of 80^{es}, followed by the negative phase which continues to 1995 - 2001.

The graphs show good synchrony between river runoff and precipitation. Some discrepancy is found between the precipitation measured from station Sandanski and river runoff for river Sandanska Bistritsa. This could be explain by the geographical position of measurement points – the rain gauge station is situated at the altitude less than stream gauge station.

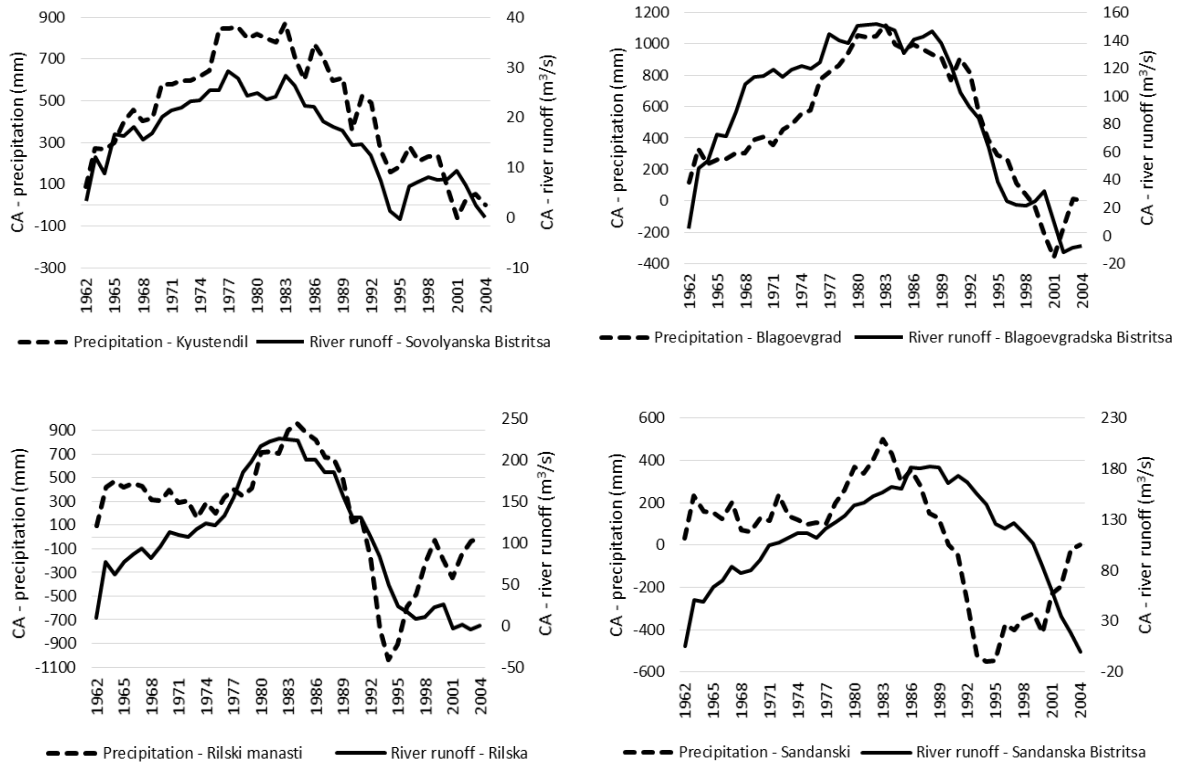


Figure 3. Cumulative anomalies of annual precipitation and river runoff

According to the cumulative anomalies the negative phase of precipitation totals for the cold months (November – April) starts from 1970 and continue until 1995 or 2004 (Fig. 4.).

In most of the cases the negative phase is interrupted during the years 1980-1986. For this period the graphs show slightly manifested positive phases. The curves of river runoff follow the course of precipitation anomalies. The magnitude (difference between minimal and maximal values indicating the beginning and the end of phases) of positive and negative phases for the cold months is lower than for annual values.

One positive and one negative phases are established also for precipitation and river runoff for warm months (May – October), Fig. 5. The positive phase of precipitation, starting since 1995 makes impression especially for the south part of the investigated territory.

The analysis of the cumulative anomalies curves shows well-expressed synchrony in the course of precipitation and river runoff for the period of November - April and for the annual values. The differences in the occurrence of both positive and negative phases of precipitation and runoff are established mainly in the warm months (May - October). These peculiarities are a result of the rainfall regime in the area, as well as of the impact of the relief, the groundwater level, the karst and the snow melting process.

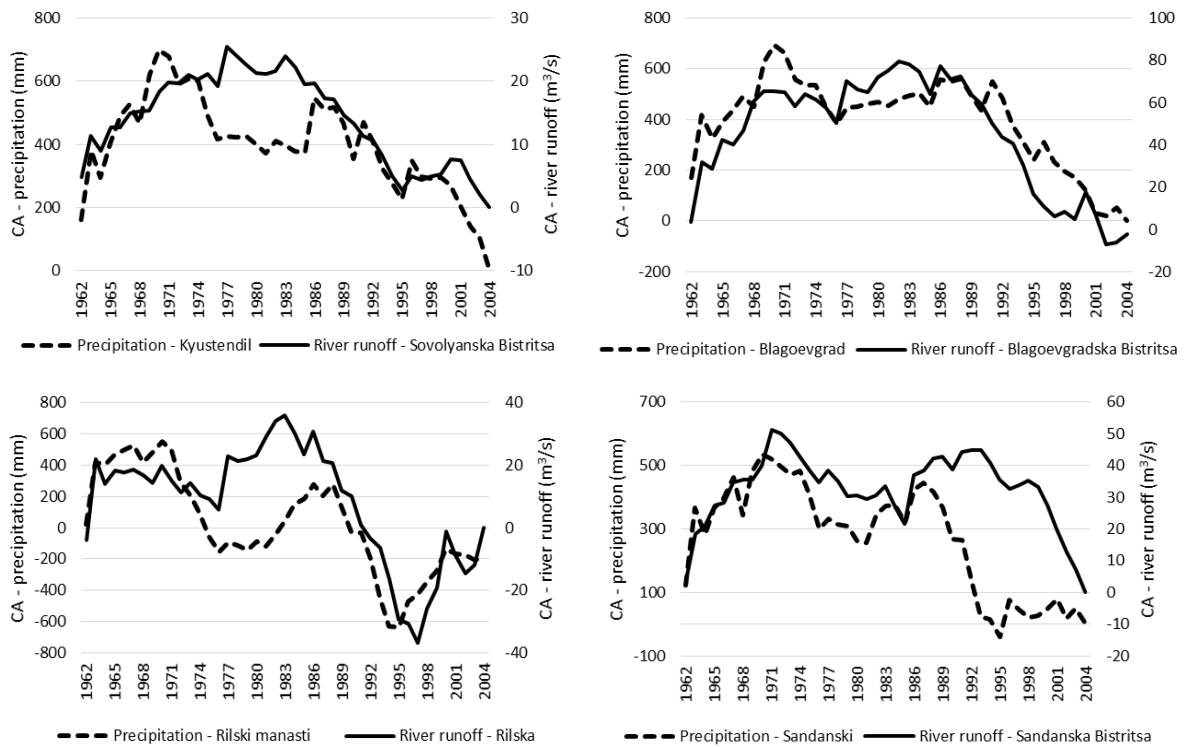


Figure 4. Cumulative anomalies of precipitation and river runoff for cold months (November – April)

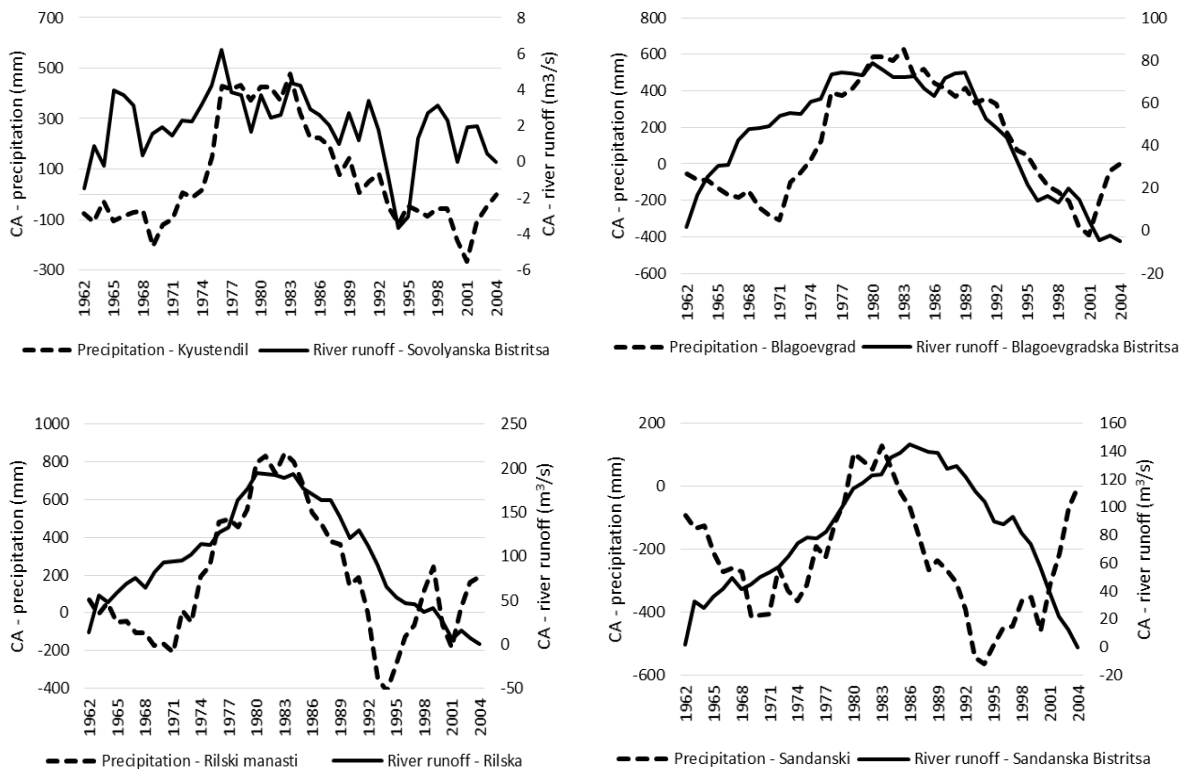


Figure 5. Cumulative anomalies of precipitation and river runoff for warm months (May – October)

Spatial distribution of annual runoff coefficients.

Annual runoff coefficient represents the ratio of runoff to precipitation for the period 1962-2004 and is a characteristic for the relationship between stream flow and precipitation. The present paper gives general information for runoff coefficient because the runoff coefficient depends not only from precipitation but also from watershed characteristics, relief, soils, land use, vegetation cover and vegetation. Runoff coefficients for Struma river catchment vary between 0.2 and 1.6, Fig. 6. The values between 0.2 and 0.4 are observed for the territories with the altitude below 1000 m. For the altitude between 1000 and 1200 m the runoff coefficients are mainly between 0.4 and 0.6, and at the higher altitude the runoff coefficients reach 1.2 – 1.6.

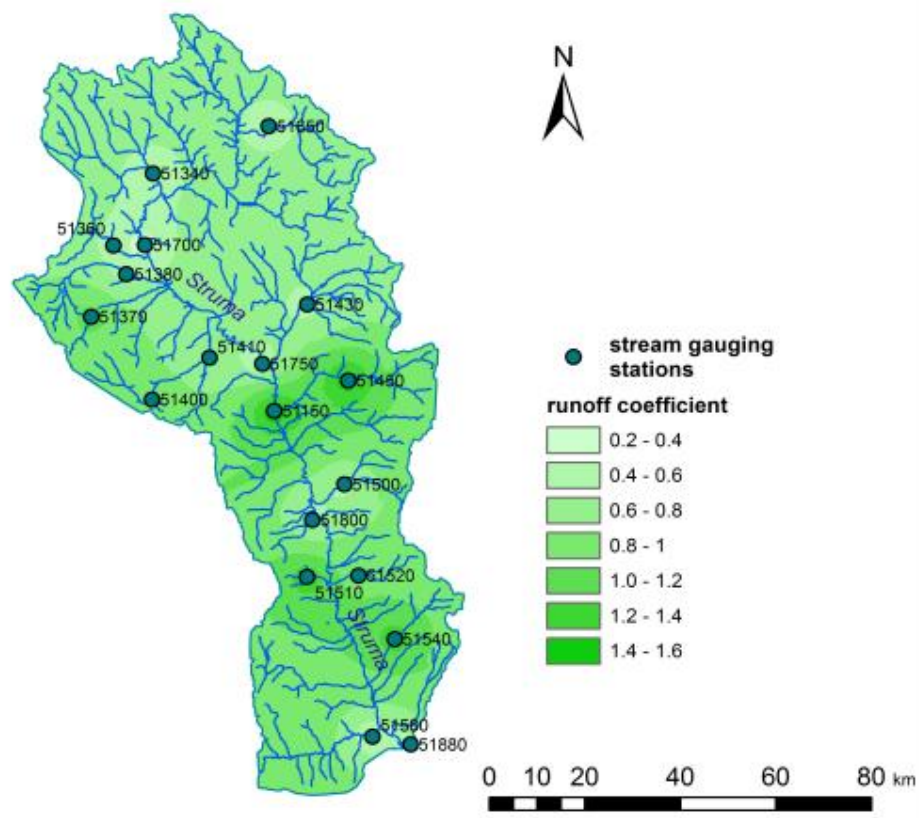


Figure 6. Spatial distribution of annual runoff coefficients

For the studied area generally runoff coefficients increase from north to south but some peculiarities can be pointed out. The lower values of runoff coefficients are observed for the central regions in north part of the Struma river catchment with the rain-fed rivers. Slight increase of runoff coefficient is observed in northwest which could be explained with karst relief and increasing of river runoff due to groundwater. The high values of river runoff coefficients at the territories with the altitude above 1200 m are related to the impact of snow melting which contribute considerably to the long-term river runoff.

Conclusion

The paper investigates spatial distribution and temporal changes of river runoff in the Bulgarian part of Struma river catchment in relation to precipitation variability. Decreasing of precipitation and river runoff is observed for the period 1984-2004 in comparison to 1963-1983. Reduction is higher for river runoff than for the precipitation.

Correlation coefficients and cumulative anomalies show good relation and well established synchronicity between river runoff and precipitation which is better expressed for cold months (November – April).

The precipitation is important factor for river runoff but river runoff coefficients depends also from geology, relief, vegetative cover, soils and land use. Annual river runoff coefficients for the investigated area vary between 0.2 and 1.6, and generally increase with the increasing of altitude. Groundwater level and snow melting could contribute considerably for the increasing of river runoff coefficients.

References

- [1] Jokiel, P. (2004). *Zasoby wodne środkowej Polski na progu XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- [2] Wrzesiński, D. (2013). *Entropia odpływu rzek w Polsce*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- [3] Mujere, N. and Eslamian, S. (2014). *Climate Change Impacts on Hydrology and Water Resources*, in *Handbook of Engineering Hydrology*, Ch. 7, Vol. 2: *Modeling, Climate Changes and Variability*, Ed. By Eslamian, S., Francis and Taylor, CRC Group, USA, 113-126.
- [4] National strategy for management and development of the water sector in Bulgaria. Sofia 2012
- [5] Radeva, K. (2016). *Хидроложки методи за определяне на екологичния отток за малки планински реки*. Сборник доклади „Географски аспекти на планирането и използването на територията в условията на глобални промени“. ISBN: 978-619-90446-1-2.
- [6] Knight G., Heejun Chang, Marieta P., Staneva, Kostov D. (2001). *A Simplified Basin Model For Simulating Runoff: The Struma River GIS*
- [7] Mimides, Th., Karakatsoulis P., Rizos S. and Soulis K. (2001). *New Perspectives in the management of water resources. The case of Tranboundary hydrological basin of Strymonas/Struma River between Greece and Bulgaria*. “Proceedings of the 7th International Conference on Environmental Science and Technology”, Syros, Greece, 3-6/9 2001, Vol. II, pp. 831-839.
- [8] Илчева, И., Няголов И., Тренкова Т. (2007). *Анализ на водностопанския потенциал на поречието на р. Струма*, Втора международна конференция и изложение по водни ресурси, технологии и услуги БУЛАКВА 2007, София.
- [9] Ilcheva, I., Niagolov I., Trenkova T. (2008). *Aspects of the Integrated Water Resources Management of the Struma River Basin*. BALWOIS, 27–31 May, 2008, Ohrid, Macedonia.
- [10] Zlatunova, D., Zяпков, L. (2010). *Flood processes in Struma river*, *Annuaire de l'Université de Sofia “St. Kliment Ohridski”*, 102, book 2, 2010, p.13-28 (in Bulgarian).
- [11] Davidovski, I. Atanassova, M. Simeonov, V. (2009). *Assessment of climate impact on the transboundary Struma River flow in Bulgarian territory using integral indices*. *Ecological Chemistry and Engineering*. Vol. 16, No. 3
- [12] Niagolov, I., Marinov I., Ilcheva I., Yordanova A., Nikolova K., Velizarova E. (2012). *Analysis of Climate Change Impact on Water Resources in the Struma River Basin*. National Institute of Meteorology and Hydrology, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria.
- [13] Балабанова, Сн., Илчева, И. (2012) *Оценка на тенденциите на изменението на водните ресурси, при различните сценарии за изменение на климата - пилотна оценка за поречието на р. Струма* Споразумение с МОСВ.
- [14] Nikolova, N. (2012) *Linkages between NAO and River Runoff in Struma River Catchments (Bulgaria)*. *Meteorologický časopis*, 15, 2012, 59 – 65
- [15] Денев, Т., Колева Е., Радева С., Александров В. (2012) *Особености на температурата и валежите във водосборния басейн на река Струма за периода 1981 – 2010г*. *Bulgarian Journal of meteorology and Hydrology*
- [16] *River basin management plan (Struma River), 2010-2015 (PURB)*, West Aegean Sea River Basin Directorate – Blagoevgrad

საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე აგროკლიმატური მაჩვენებლების ცვლილება და გვალვების გახშირება გლობალური დათბობის პირობებში

მელაძე მ., მელაძე გ.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

e-mail: *meladzem@gmail.com, **meladze.agromet@gmail.com

გლობალური დათბობა მსოფლიო ქვეყნების მნიშვნელოვანი, საყურადღებო პრობლემაა, რომელიც ძირითადად დაკავშირებულია ანთროპოგენურ დატვირთვებთან. რაც გამოიხატება დიდი სამრეწველო ქარხნებიდან, ავტოტრანსპორტიდან და ბუნებრივი წიაღისეულის გაუთვალისწინებელი წვის პროცესებიდან ნახშირორჟანგის (CO₂) მომატებაში. ამ უკანასკნელის დაგროვება ატმოსფეროში ქმნის „სათბურის ეფექტს“ და მიწისპირა ჰაერის ფენაში იწვევს ტემპერატურის მატებას [1]. აღნიშნული გაზის გაორმაგებამ 2050 წლისათვის შეიძლება გამოიწვიოს ჰაერის ტემპერატურის 2-3°C-ით მატება [2].

გლობალური დათბობა გამოვლენილი იქნა გასული საუკუნის 80-იან წლებში და გრძელდება მიმდინარე საუკუნეში. ტემპერატურის მატების ტენდენცია გამოკვლეული და დადასტურებულია ასევე, მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ [3, 4].

გლობალური დათბობის პირობებში, ტემპერატურის მატებისას, იცვლება საუკუნეების განმავლობაში ჩამოყალიბებული ამა თუ იმ ადგილის კლიმატური პარამეტრები, ასევე იცვლება აგროკულტურების განვითარების და პროდუქტიულობის ძირითადი განმსაზღვრელი აგროკლიმატური მაჩვენებლები. შეცვლილ გარემო პირობებში ეკონომიკურად ყველაზე მეტად შეიძლება დაზარალებული არაადაპტირებული, მოწყვლადი დარგები, მათ შორის განსაკუთრებით აგრარული სექტორი. ამიტომ საჭიროა შემუშავდეს გლობალური დათბობის შემარბილებელი (მითიგაცია) და საადაპტაციო შესაბამისი ღონისძიებები. რათა ბუნებაში შენარჩუნებული იქნას ეკოლოგიური თანაფარდობა და თავიდან იქნება აცილებული ისეთი სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენები რიგორებიცაა: წყალდიდობები, ქარიშხლები, გვალვები და სხვა.

გლობალური დათბობის შედეგად, საქართველოში დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ გამოვლენილია ჰაერის ტემპერატურის მატება 0.2-0.5°C (შესაბამისად) [5]. აღნიშნული ტემპერატურის მატების ტენდენცია, აუცილებლად გასათვალისწინებელია, განსაკუთრებით საქართველოს ტერიტორიის აღმოსავლეთ ნაწილში. რადგან ტემპერატურის მატება მომავალშიც თუ გაგრძელდა 4-5 ათეული წლის შემდეგ, შესაძლოა საშუალოდ მიაღწიოს 0.5-1.0°C და მეტს. ამასთან დაკავშირებით, მოგვყავს ნაშრომიდან [6] ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარეები ყოველ ათ წლიან პერიოდში. საქართველოს აღმოსავლეთით კახეთის, ქვემო ქართლის და ცენტრალური კავკასიონის მთისწინების რეგიონებში, იგი ზაფხულის სეზონზე შეადგენს 0.05-0.06°C, ხოლო საქართველოს სამხრეთით 0.08-0.12°C. კლიმატის დათბობის შეფასების მიხედვით 0.06-0.10°C სიჩქარე ყოველ ათ წელში ითვლება ზომიერ დათბობად, ხოლო 0.10°C-ზე მეტი ძლიერ დათბობად.

წინამდებარე ნაშრომის კვლევის მიზანს შეადგენდა სავეგეტაციო პერიოდში გამოგვევლინა გლობალური დათბობით გამოწვეული აგროკლიმატური მაჩვენებლების ცვლილების ტენდენცია - მატება ან კლება (ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების ჯამების, ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობის, ჰიდროთერმული კოეფიციენტების (ჰოტ) ინდექსების ცვლილება).

აღნიშნული მაჩვენებლები ძირითადად განსაზღვრავს აგროკულტურების განვითარებას, პროდუქტიულობას, მათ ხარისხს და სხვა.

საქართველოს აღმოსავლეთის ხუთ სხვადასხვა რეგიონის მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა შეფასება. საქართველოს აღმოსავლეთის ხუთ სხვადასხვა რეგიონში შემავალი, თითოეული მუნიციპალიტეტის მეტეოსადგურების მიხედვით, კახეთის რეგიონის (თელავის მუნიციპალიტეტი, ზღ.დონიდან 568 მ სიმაღლეზე, ახმეტის მუნიციპალიტეტის მეტეოსადგური ომალო, ზღ.დონიდან 1889 მ), მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის (მცხეთა, ზღ.დონიდან 550 მ, მეტეოსადგური მუხრანი, ყაზბეგის ზღ.დონიდან 1744 მ), შიდა ქართლის რეგიონის (გორის ზღ.დონიდან 588 მ), ქვემო ქართლის რეგიონის (გარდაბნის ზღ.დონიდან 300 მ, წალკის ზღ.დონიდან 1457 მ) და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის შეფასებისათვის (ახალციხის ზღ.დონიდან 982 მ) გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიური (1949-2008) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემები.

კერძოდ, ჰაერის დღე-ღამური თვის საშუალო ტემპერატურების და ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ), საიდანაც გამოთვლილი იქნა სვეგეტაციო პერიოდისათვის ყოველწლიური აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ). ამ მახასიათებლებიდან განსაზღვრული იქნა ჰიდროთერმული კოეფიციენტები ჰოვ, აგრომეტეოროლოგია-აგროკლიმატოლოგიაში აპრობირებული გ.სელიანინოვის მეთოდით. რომლის მიხედვით, შეიძლება ვეგეტაციის პერიოდის (არიდული და ჰუმიდური) პირობების შეფასება, სადაც მოსული ატმოსფერული ნალექებიდან, აორთქლებული ჰოვ -ს წყლის ბალანსი მიღებულია პირობითად 1.0. ჰოვ-ს წყლის ბალანსი <1.0 -ზე მიუთითებს ტენის სიმცირეზე, ანუ მიანიშნებს გვაღვაზე, ხოლო >1.0 -ზე მეტი ტენის რამდენადმე სიჭარბეზე.

ზემოაღნიშნული მრავალწლიური 60-წლიანი პერიოდი მოიცავს კლიმატის გლობალური დათბობის საწყის პერიოდს, გასული საუკუნის 80-იან წლებს [7]. საიდანაც, ძირითადად მიმდინარეობს მისი გავლენა აგროკლიმატურ მაჩვენებლებზე. ამ უკანასკნელთა ცვლილების ნათლად წარმოსადგენად, აღნიშნული 60-წლიანი პერიოდის მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემები შედარებისათვის გაყოფილი იქნა ორ 30-წლიან პერიოდებად. პირველი პერიოდი მოიცავს 1949-1978 წწ., მეორე პერიოდი - 1979-2008 წწ. (ცხრილი 1).

ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, რეგიონების მიხედვით მეორე პერიოდში ჰაერის ტემპერატურის ($>10^{\circ}\text{C}$) დადგომის თარიღი შედარებით ყველგან ადრე იწყება და გვიან მთავრდება ($<10^{\circ}\text{C}$). მოცემულ პერიოდში, აგრეთვე მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები და გაზრდილია ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა, ხოლო ატმოსფერული ნალექების ჯამები (IX-X) ყველგან შემცირებულია. გამონაკლისია საქართველოს უკიდურეს აღმოსავლეთ რეგიონის კახეთის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ტერიტორია (ყვარლისა და ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტებიდან, სადაც ნალექები 700-750 მმ, იგი მცირდება დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტისაკენ).

მოცემულ პერიოდში საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონებში 300 მ-დან 1000 მ სიმაღლემდე, აგროკულტურები ძირითადად არ არის უზრუნველყოფილი ატმოსფერული ნალექებით. იგი მერყეობს 320-570 მმ ფარგლებში, რაც ზოგჯერ აფერხებს აგროკულტურების ნორმალურ პროდუქტიულობას. ატმოსფერული ნალექები კიდევ უფრო ნაკლებია (110-260 მმ) ზაფხულის ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VII-VIII), როცა აქტიურად მიმდინარეობს აგროკულტურების მოსავლის ფორმირება, პროდუქტიულობის მატება, მომავლის სანაყოფე კვირტების ჩასახვა და სხვა.

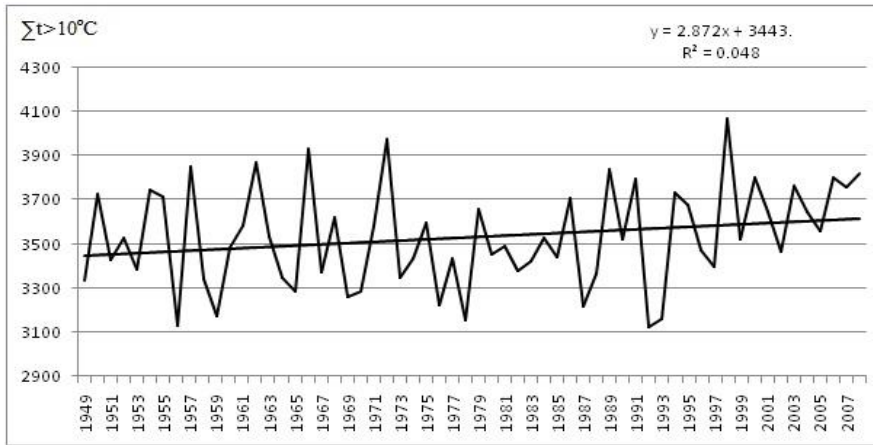
აქედან გამომდინარე, ყურადღებას ვამახვილებთ ძირითადად ამ პერიოდზე, სადაც ატმოსფერული ნალექების შემცირებისა და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების (ცხრილი 1) შედეგად, აღინიშნება ჰოვ-ს ინდექსების კლება და აქედან გამომდინარე გვაღვაების გახშირება. რაც ნეგატიურად აისახება აგროკულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავალზე.

ცხრილი 1.

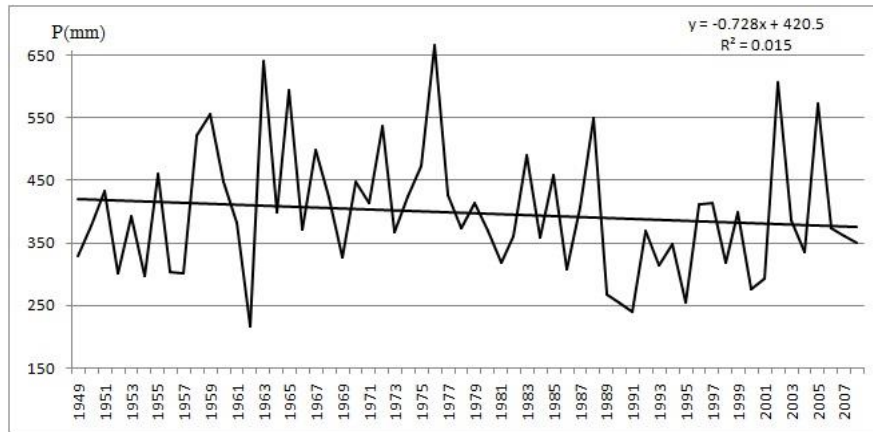
აგროკლიმატური მაჩვენებლები საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების მიხედვით

რეგიონი, მეტეო-სადგური	პერიოდი I, II წლები	ჰაერის t > 10°C დადგომის თარიღი	ჰაერის t < 10°C დადგომის თარიღი	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (> 10°C)	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივი ვიზა (დღე)	აქტიურ ტემპ-თა ჯამი (> 10°C) VI-VIII პერიოდში	ატმოს. ნალექების ჯამი (მმ) VI-VIII პერიოდში	ჰოვ-ს ინდექსი VI-VIII პერიოდში	ჰოვ-ს საშუალო < 1.0-ზე (VI-VIII)	ჰოვ-ს საშუალო > 1.0-ზე (VI-VIII)
კახეთი, თელავი	I 1949-1978	6.IV	31.X	3784	208	2022	260	1.3		
	II 1979-2008	2.IV	2.XI	3897	214	2066	246	1.2	0.7	1.4
მცხეთა-მიანეთი, მცხეთა (მუხრანი)	I 1949-1978	12.IV	25.X	3498	196	1946	186	1.0		
	II 1979-2008	8.IV	26.X	3574	201	1988	166	0.8	0.6	1.3
შიდა ქართლი, გორი	I 1949-1978	13.IV	24.X	3451	194	1935	139	0.7		
	II 1979-2008	10.IV	25.X	3470	198	1947	143	0.7	0.6	1.3
ქვემო ქართლი, გარდაბანი	I 1949-1978	31.III	5.XI	4239	219	2215	131	0.6		
	II 1979-2008	29.III	6.XI	4280	221	2234	113	0.5	0.5	1.2
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	I 1949-1978	22.IV	13.X	2894	174	1753	185	1.1		
	II 1979-2008	21.IV	16.X	2936	178	1779	179	1.0	0.7	1.3

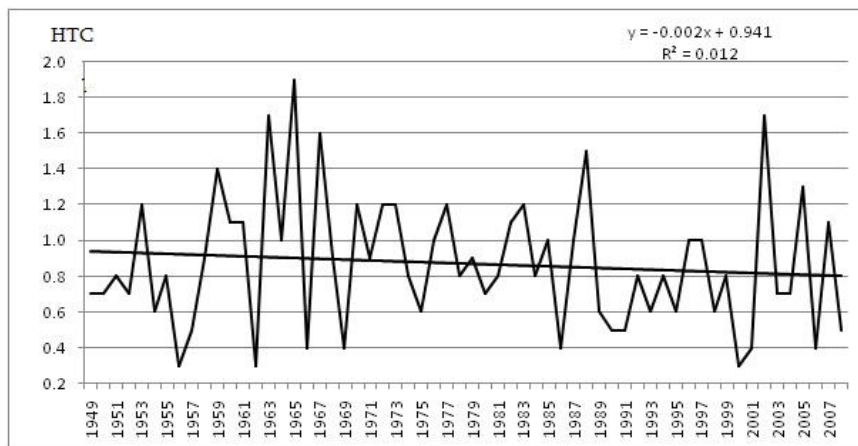
გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით, აღნიშნული მაჩვენებლების მსვლელობის დინამიკა გამოსახული იქნა ტრენდებით, რომელთა მიხედვით გამოვლინდა და დადასტურდა საქართველოს ტერიტორიის აღმოსავლეთით ერთნაირი მსვლელობის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების ტენდენცია, ხოლო ატმოსფერული ნალექების ძირითადად შემცირების ტენდენცია. ასევე, ზაფხულის (VI-VIII) სავეგეტაციო პერიოდში გამოვლენილია ჰოვ-ს ინდექსების ერთნაირი შემცირების ტენდენცია. ამიტომ საილუსტრაციოდ მოყვანილია მცხეთა-მიანეთის რეგიონის მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტრენდები (ნახ. 1, 2, 3).



ნახაზი 1. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების ($<10^\circ\text{C}$) მსვლელობის დინამიკა (IV-X) (მცხეთა)



ნახაზი 2. ატმოსფერული ნალექების მსვლელობის დინამიკა (IV-X) (მცხეთა)



ნახაზი 3. ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მსვლელობის დინამიკა (VI-VIII) (მცხეთა)

ტრენდებიდან ნათლად ჩანს ამა თუ იმ მაჩვენებლის მატების ტენდენციები. მოცემული მაჩვენებლების მსვლელობის დინამიკა, აღნიშნული ტრენდების მიხედვით ანალოგიურად

თუ კიდევ გაგრძელდა, 3-4 ათეული წლის შემდეგ შეიძლება არახელსაყრელი აღმოჩნდეს აგროკულტურების ზრდა-განვითარებისა და მოსავლისათვის (ცხრილი 2).

ცხრილი 2.

აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების ჯამების (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ცვლილება ტრენდების მიხედვით საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე (1949-2008)

რეგიონი, მუნიციპალიტეტი	აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) ჯამი				ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ)				ჰოვს-ს ინდექსი, VI-VIII პერიოდში			
	პერიოდის დასაწყისი	პერიოდის დასასრული	მატება	საშუალო სიჩქარის მატება ყოველ 10 წელში	პერიოდის დასაწყისი	პერიოდის დასასრული	კლება	საშუალო სიჩქარის კლება ყოველ 10 წელში	პერიოდის დასაწყისი	პერიოდის დასასრული	კლება	საშუალო სიჩქარის კლება ყოველ 10 წელში
კახეთი, თელავი	3715	3968	253	42	577	568	9	2	1.3	1.1	0.2	0.03
მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა	3446	3615	169	28	420	377	43	7	0.9	0.8	0.1	0.01
შიდა ქართლი, გორი	3454	3465	11	2	343	323	20	3	0.7	0.6	0.1	0.01
ქვემო ქართლი, გარდაბანი	4244	4291	47	8	300	255	45	8	0.6	0.5	0.1	0.01
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	2880	2949	69	12	394	370	24	4	1.1	0.9	0.2	0.03

ტრენდის მიხედვით, ტემპერატურის ჯამების მატება და ნალექების შემცირება, კიდევ მეტად გამოიწვევს ჰოვს-ს ინდექსების კლების ტენდენციას, სადაც გვალვების განხორციელება გარდაუვალია. აქედან გამომდინარე, აგროარეგულაციების უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა აგროკულტურების ქვეშ სარწყავი წყლის სისტემების მაქსიმალურად გამოყენება და ნიადაგის ზედაპირის კულტივაცია-გაფხვიერება.

ზემოაღნიშნული ხუთი რეგიონის მიხედვით, საკვლევ ტერიტორიაზე სხვადასხვა ტიპის გვალვების განხორციელების და ტენიანობის ბალანსის შემცირების მიზნით, 60-წლიანი (1949-2008) პერიოდის დაკვირვებათა მონაცემები გლობალური დათბობის ფონზე, ზემოაღნიშნულის ანალოგიურად გაყოფილი იქნა ორ 30-წლიან პერიოდად. მოცემულ პერიოდებში განისაზღვრა ჰოვს-ს სხვადასხვა ინდექსები, რომლებიც მიუთითებს გვალვის ტიპებზე და მათ შემთხვევათა რაოდენობაზე პროცენტებში (ცხრილი 3). ცხრილიდან ირკვევა, რომ გვალვების სხვადასხვა ტიპის მატება დაიკვირვება მეორე პერიოდში, რაც მიუთითებს გვალვების განხორციელების ტენდენციაზე. გვალვების ტიპებიდან ძირითადად განხორციელებულია საშუალო, ძლიერი და ზემოქვემო გვალვები. აქედან გამომდინარე, საყურადღებო და გასათვალისწინებელია აღნიშნული გვალვები. მათი გამოვლენის შემთხვევაში აგროკულტურების ქვეშ სასურველია გაიზარდოს მორწყვის ნორმა.

ცხრილი 3.

ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ინდექსების (<1.0) მიხედვით გვალვის ტიპების და ტენის ბალანსის (>1.0) შემთხვევათა რაოდენობა

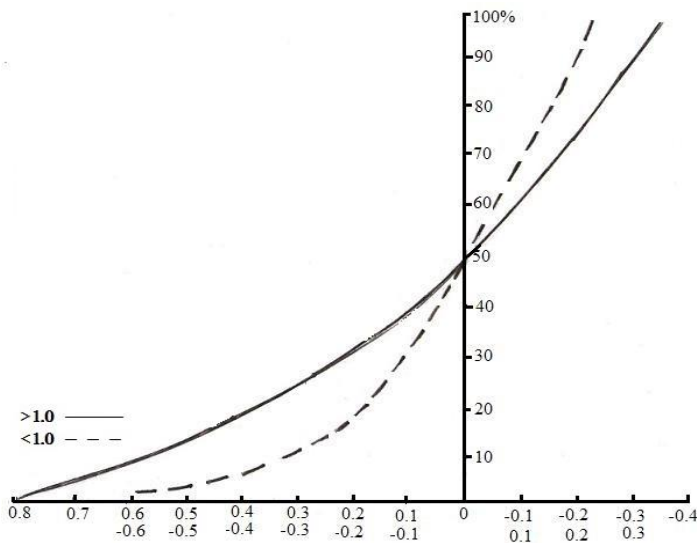
ობიექტი	I პერიოდი II პერიოდი წლები	გვალვის ტიპები და შემთხვევა							
		სუსტი <0.9-0.8	%	საშუალო <0.7-0.6	%	ძლიერი <0.5-0.4	%	ზეძლიერი <0.3	%
საქართველოს ადმოსავლეთ ტერიტორია	I 1949-1978	28	19	25	17	24	16	9	10
	II 1979-2008	28	19	30	20	25	21	12	13
ობიექტი	I პერიოდი II პერიოდი წლები	ტენის ბალანსი							
		მცირე >1.1-1.3	%	საშუალო >1.4-1.6	%	ზომიერი >1.7-1.9	%	ჭარბი >2.0	%
საქართველოს ადმოსავლეთ ტერიტორია	I 1949-1978	32	21	7	6	6	7	5	17
	II 1979-2008	24	16	10	8	6	7	1	3

გამოკვლევებიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობის შედეგად, საქართველოს ტერიტორიის ადმოსავლეთით აღინიშნება გვალვების გახშირება. კერძოდ, იგი ძირითადად დაიკვირვება კახეთის რეგიონის სამხრეთ-ადმოსავლეთით, სამხრეთ-დასავლეთით და ჩრდილო-დასავლეთით (მდ. ალაზნის მარჯვენა მხარეს), მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის დაბლობ ნაწილზე, შიდა ქართლის რეგიონის მდ.მტკვრის ხეობის გასწვრივ და ნაწილობრივ ჩრდილოეთ, ქვემო ქართლის რეგიონის სამხრეთი და სამხრეთ-ადმოსავლეთით, სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ადმოსავლეთ ნაწილში (მდ.მტკვრის ხეობა).

რაც შეეხება კახეთის რეგიონის მაღალმთიან ზონას (ახმეტის მუნიციპალიტეტი), ზემოაღნიშნულ 60-წლიან პერიოდში, ჰტკ-ს ინდექსი <1.0-ზე არ დაფიქსირებულა, რომლის მიხედვით შესაძლებელი იქნებოდა, რომელიმე გვალვის ტიპის გამოვლენა. თუმცა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაღალმთიან ზონაში (ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი) ჰტკ <1.0-ზე დაფიქსირდა 1979 წელს - 0.8 და (სუსტი გვალვა) და 1980 წელს - 0.1 (ზეძლიერი გვალვა). მოცემულ პერიოდში (VI-VIII) დაფიქსირებულია ქვემო ქართლის რეგიონის მაღალმთიან ზონაში (წალკის მუნიციპალიტეტი) 1962 წ. 0.9 (სუსტი გვალვის მაჩვენებელი), ხოლო 2006 წ. ჰტკ 0.7 (საშუალო გვალვა). აქედან გამომდინარე, გლობალური დათბობის ფონზე მაღალმთიან ზონებში, სხვადასხვა ტიპის გვალვების შემთხვევა შეიძლება აღინიშნოს იშვიათად 1-2-ჯერ.

მოცემულ მაღალმთიან ზონებში, ჰტკ-ს მონაცემების ანალიზიდან ირკვევა, რომ მისი მაჩვენებლები >1.0-ზე თითქმის ყოველ წელს, რომლის დროს ტენის აორთქლების ბალანსი მცირეა. ამიტომ გვალვების შემთხვევები ძალზე იშვიათად დაიკვირვება და მცენარეების მდგომარეობაც დამაკმაყოფილებელია.

აღნიშნულთან დაკავშირებით, ინტერესმოკლებული არ არის აგროსექტორის მუშაკებისა და ფერმერებისათვის სხვადასხვა ტიპის გვალვების განმეორადობის ცოდნა ყოველ ათ და მეტ წელში. რაც ხელს შეუწყობს მათ მიიღონ ინფორმაცია ნებისმიერი ტიპის გვალვის განმეორადობის შესახებ. რათა უზრუნველყონ გვალვების წინააღმდეგ შესაბამისი ღონისძიებების განხორციელება, მოსავლის შენარჩუნებისათვის. ამ მიზნიდან გამომდინარე, შედგენილია მოცემული ტიპის გვალვების და ტენის აორთქლების ბალანსის განმეორადობის განსაზღვრის ნომოგრამები (ნახაზი 4).



ნახაზი 4. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში ჰოვ-ს ----- <1.0 სხვადასხვა ტიპის გვალვების და ჰოვ-ს _____ >1.0 სხვადასხვა ტენიანობის ბალანსის მაჩვენებლების განსაზღვრის (განმეორადობის) ნომოგრამები.

მოცემულ ნახაზზე ჰოვ-ს საშუალო ინდექსების მიხედვით შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის გვალვების და ტენის ბალანსის განსაზღვრა (ცხრილი 1). მაგალითად, განსაზღვრისათვის, თუ რამდენჯერ განმეორდება ძლიერი ტიპის გვალვა შიდა ქართლის რეგიონში (ცხრ. 1) გორის მუნიციპალიტეტის მიხედვით აიღება შესაბამისი ჰოვ-ს ინდექსის საშუალო - 0.6 და ცხრილში 3 მოცემული ძლიერი ტიპის გვალვის მაჩვენებლის გრადაციიდან 0.5-სა და მათ შორის გავიგებთ სხვაობას - 0.1, რომელსაც ნახაზის ასცისთა ღერძიდან მარცხნივ, სადაც აღნიშნულია - 0.1 აღიმართება მართობი წყვეტილი მრუდის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის ამ წერტილს შეესაბამება ნახაზზე აღნიშნული 30%, რაც ნიშნავს ძლიერი ტიპის გვალვის განმეორადობას სამჯერ ყოველ ათ წელში (შეცდომა არ იქნება თუ გრადაციიდან აღებული იქნებოდა 0.4, რადგან გრადაციიდან ჰოვ <0.5-0.4 დასაშვები ცდომილების 10%-ია).

ზემოაღნიშნული გამოკვლევათა ანალიზიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობა სავსებით პერიოდში გარკვეულ გავლენას ახდენს საკვლევი ტერიტორიის აგროკლიმატურ მაჩვენებლებზე. მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (>10°C). ატმოსფერული ნალექები ძირითადად იკლებს. ამ მაჩვენებლიდან გამომდინარე, შემცირებულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ინდექსები, რაც მაჩვენებელია სხვადასხვა ტიპის გვალვების გახშირება-განმეორადობის. ამიტომ, აღნიშნულის მიმართ საჭიროა შემუშავდეს შემარბილებელი ეფექტური ღონისძიებები. კერძოდ, უნდა ვაწარმოთ მარცვლეული კულტურების სელექტირებული, შედარებით მაღალი ტემპერატურისადმი მდგრადი გვალვაგამძლე ჯიშები, ფერდობებზე (>10°) შესაძლებელია ტერასების მოწყობა, რაც შეამცირებს წყლის ჩამონადენს. ნიადაგიდან წყლის ინტენსიური აორთქლების შესამცირებლად ეფექტურია მისი ზედაპირის კულტივაცია-გაფხვიერება. ასევე, ეფექტურია გაბატონებული ქარების საწინააღმდეგო ქარსაცავი მცენარეთა ზოლების გაშენება, რაც ქმნის მცენარეებისათვის ხელსაყრელ მიკროკლიმატს. მნიშვნელოვანია თანამედროვე საირიგაციო სისტემების რაციონალურად გამოყენება აგროკულტურების ნორმალური განვითარებისა და სტაბილური მოსავლისათვის.

ლიტერატურა

- [1] J.P.Bruce (1990). The Atmosphere of the living planet. Earth. Geneva: WMO-705, 42 p.
- [2] M.I.Budiko (1980). The climate in the past and the future. Publ. „Gidrometeoizdat”, L., 351 p.
- [3] WMO Statement on the status of the global climate in 2004 (2005). WMO-983, World Meteorological Organization, pp.25-29.

- [4] Kenneth G. Hubbard. Agricultural Climatology (2007). Journal of the American Association of State Climatologist, vol.1(2), pp. 1-9.
- [5] K.Tavartkiladze, N.Begalishvili, T.Tsintsadze, A.Kikava (2012). Influence of global warming on the near-surface air temperature field in Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol. 6, #3, pp.55- 60.
- [6] ე.ელიზბარაშვილი, მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, რ.მესხია, შ.ელიზბარაშვილი (2013) საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბილისი, 128 გვ.
- [7] Climate change and agriculture of Kakheti (2014). UNDP, Georgia, 267 p.

SUMMARY

Changes in Agroclimatic Indices and Intensified Droughts on the Territory of East Georgia in Terms of Global Warming

Meladze Maia, Meladze Giorgi

Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia
e-mail: meladzem@gmail.com; meladze.agromet@gmail.com

In terms of global warming, as the temperature increases, the centuries-old climatic parameters of different locations change and agricultural indices determining the development of productivity of agricultural crops change also. In terms of the changed environment, most economic damage may be inflicted to non-adaptive, vulnerable branches, including agrarian sector in the first instance. In this connection, the studies identified the changing tendency (increase/fall) of agroclimatic indices (sums of active temperatures ($>10^{\circ}\text{C}$) and atmospheric precipitations (mm), hydrothermal coefficients) caused by global warming in the vegetation period in five regions of Georgia (Kakheti, Mtskheta-Mtianeti, Shida Kartli, Kvemo Kartli, Samtskhe-Javakheti) - in particular, the trends of increasing the sums of active temperatures and decreasing indices of atmospheric precipitations and hydrothermal coefficients are observed what evidences more frequent droughts of different types. Consequently, relevant mitigation measures and efficient adaptation measures are to be developed in this connection.

Key words: global warming, agriculture, active temperature, atmospheric precipitation, droughts

IDENTIFICATION OF BUILDING CLIMATIC GUIDELINES OF GEORGIA BASED ON THE REGIONAL CLIMATE

Kartvelishvili Iana

*Head of General and Applied Climatology National Environmental Agency of Georgia
Head of Meteorology and Climatology division National Environmental Agency of Georgia*

e-mail: lianakartvelishvili@yahoo.com

Abstract

Identification of building-climatic norms and rules may be estimated as the project of important social-economical and financial effects. The problem of urgency is preconditioned by the fact that the renewal of legal guidelines base has been taken place in Georgia.

One of the goals of the research is the strengthening of scientific potential of Georgian urban development, what is revealed in the possibility to use specified building-climatic norms at any step of projecting. Most important is that this specification would be conducted by modern tendencies of global climate change. For Georgia as for independent state it becomes possible to identify science based building-climatic guidelines considering climate change at the first time.

By achieving objectives, it will be possible to make correct architectural-planning measures while projecting building objects and efficiently realized protection of building objects from the negative impact of local climate.

The main goal is identification of building-climatic guidelines for separate regions of Georgia using methodical base determined according the international standards and based on the corresponding calculations considering regular observation data of local climatic monitoring net for the last periods.

Research method is based on the results of modern scientific researches in building climatology.

In building climatology that is one of the branches of applied climatology, the great significance has the identification of special climatic parameters that are directly used while projecting some objects. Hence the science based identification method of one and multidimensional climatic complexes and its further development are essential.

Key words: climate change, building climatology. Complex climatic parameters, regular observation data, building-climatic zoning

INTRODUCTION

The building-climatic norms established according to the building norms and rules elaborated in the Soviet period are defined on the basis of those monitoring materials that reflect the climatic observation data of explored region including 1966 year. In this guidelines document (practically in acting climatic building norms and rules) Georgia is placed in forth climatic zone together with Armenia and Azerbaijan. It is unacceptable because the climate of the South Caucasus and especially of Georgia for its geographic location, large hypsometric factors and other climate generating factors are characterized by important peculiarities. The assumption of the territory homogeneity of South Caucasus and particularly Georgian territory is wholly unjustified from the point of view of identification of building norms. Correspondingly it is necessary to detail considering climatic conditions of separate regions in national building norms. This gives possibility to protect building objects from the negative impact of local climatic conditions what in future will make great economical profit (this differ from the current situation when all planned and started constructions are realized without any consideration of risks connected with local climatic factors).

For the purpose of perfection of building-climatic zoning of Georgia at first it is necessary to specify values of existing climatic parameters, based on the use of regular climatic monitoring data starting from 1966 year period, especially because of the global and regional climatic variations of last decades. The existing norms because of the limited period of its information base can't imply the modern climate change dynamics, what is the essential for the right planning and constructive decisions for building. Implying climatic parameters is especially important for current situation when the shifting on the light construction

has been taken place that is more sensible against change of climatic conditions. The sharp changes of air humidity and temperature influence of heavy showers and winds damages building objects that caused the decreasing of its exploitation level. For the correct projecting the different combinations of climatic parameters and their calculated values have to be considered – according to different values from identified climatic norms. One of the goals of the research is the strengthening of scientific potential of Georgian urban development, what is revealed in the possibility to use specified building-climatic norms at any step of projecting. Most important is the situation that this specification would be conducted by considering modern tendencies of global climate change. For Georgia as for independent state it becomes possible to identify science based building-climatic guidelines considering climate change at the first time. Distribution peculiarities of different complex climatic parameters in space-time will be studied by the research. On the base of obtained results the specification of building-climatic zoning will be conducted. By the achieving of project objectives it will be possible to make correct architectural-planning measures while projecting building objects and efficiently realized protection of building objects from the negative impact of local climatic.

The main goal of the project is the identification of building-climatic guidelines for separate regions of Georgia using methodical base determined according to the international standards and based on the corresponding calculations considering regular observation data of local climatic monitoring net for the last periods. The main goals contain the determination of the following issues:

- a) Identification of building-climatic norms and rules considering climate global change for Georgian territory and its separate regions;
- b) Investigation of two and multidimensional complex climatic parameters;
- c) Elaboration of methodical recommendations for identification of special climatic parameters;
- d) Perfection of building-climatic zoning considering complex climatic parameters;
- e) Elaboration recommendations for conducting constructions protecting activities against negative impact of local climate.

2. DETAILS EXPERIMENTAL

2.1. Materials and Procedures

Research method is based on the results of modern scientific researches in building climatology, consequently it may be deduced that research method wholly comply with Project goals and objectives. To achieve Project objectives modern methods of applied climatology would be used, by using these methods distribution peculiarities of building-climatic parameters in space-time will be identified. The representation of temporal oscillations of climatic parameters through linear approximation (trends) will be realized, also analysis of revealed regularities by different periodical meaning.

For the calculation of building-climatic norms the use of daily climatic long-term continuous data of separate regions of Georgia is recommended, including the last decade. While calculating of building-climatic norms each station of climatic monitoring net would be checked on homogeneity, to reveal all those artificial shifts (or breaks) in data set, that is caused by the changing of coordinates of observation station, measurement equipment or method as well. It has to be realized because frequent changes caused by the mentioned effects are comparable by their lines with required changes of climate and disfigure significances of long-term trends and dynamical characters.

To study climate impact on some object the negative as well as positive climatic factors have to be identified. In recent years the experimental and theoretical investigations have been widely carried out to identify corresponding climatic factors. It has to be mentioned that the characters of many climatic factors used in building are identified according to values determined from general climatic investigations. Particularly it mainly are the mean and extreme values of some climatic elements.

For the assessment of current climate change in Georgia climate extremes statistical analysis has been done based on the recent 50-years period data of Georgian hydrometeorological network of 20 stations. Extreme climate indices as well as temperature return values have been calculated and regularities of annual and seasonal tendencies of air temperature and atmospheric precipitation extremes magnitude, frequency and intensity have been defined. For the improvement of reliability of

the obtained results the mentioned parameters have been estimated by two methods, for each parameter linear trends has been revealed and their statistical significance has been estimated as well as the comparison of two 25-years periods corresponding values has been carried out.

According to the GEV distribution fitted to the highest maximum temperature in the year (TXx), maximum temperature is expected to be greater than 33°C at least once every 100 years throughout all the country, reaching even 44°C in the Black Sea coastal zone and west Georgia lowlands, where mean maximum temperature reaches the highest values of the country. The 2-year return level distribution shows that maximum temperature will be greater than 28°C in almost any part of the country with probability 0.5.

3. RESULTS AND DISCUSSION

To realize thermal-technique report it is necessary to determine so called calculated temperature (internal air temperature for the most cold period of year). While determined this factor the following situation is important. the short period averaging is needed to identify calculated temperature value.

With the aim of regulation of building heating system it is necessary to calculate degree-day number and their distribution by months. Table data represent comfort (basic) temperature, that would be maintained between building and internal air temperature. This character is especially important while heating period. For degree-days calculation the following equation is applied

$$\bar{Q} = (T_i - \bar{T}) n \quad (2.1.),$$

where \bar{Q} -is mean degree-days number of heating period; T_i - air temperature in building is equal 18°C; \bar{T} - monthly mean multiyear temperature; n - number of days per year.

According to this data it's possible to determine the comfortable and warm weather duration. By the data analyzing and comparison to the construction standards of the basis of gradation is established that mountainous Georgia stations (Kazbegi, Mamisoni Pass, Jvari) the average number of degree-days in warm period is 3000 and reaches 8000. Warm comfortable weather is for 3 months. But in west coast of Georgia (Batumi, Poti and Pskhu) the number of degree-days is from about 600 to 2000. So warm comfortable weather degree-days are for 7 or 8 months. Where the number of degree-days duration is less than 1800 warm comfortable weather duration is 4 or 8 month.

Wind influence on buildings is revealed as the loading and presents the main source of building vibration. Excluding wind influence while constructing causes destruction of bridges, high buildings, breaking of wires. Main reason of accidents is incorrect assessment of wind loading, its character of distribution, construction vibration. While projecting high building the most important is the including of wind loading. For determination of building durability and dimensional instability it is desirable to obtain detailed information on wind in guidelines. For the assessment of wind influence on buildings its calculating velocity and strength, profile by height, wind probability of different velocities and direction are determined. In surface air layers wind direction and velocity is sharply changed due to different factors. It can act during relatively short time as shocks and also change directions. Air flows experience pulsation due to shocks and it is known as wind strength. It is explained using disorder motion or turbulence. In the case of small velocities may happen homogeneity or laminar flows. On the base of observations in different climatic regions is determined the irregular character of wind strength, that excludes building possible resonance.

Wind loading on buildings is determined by the following equation:

$$Q = n \sum C_x \beta q \quad (2.2.),$$

where: n - is over loading factor which is obtained according building height; q -wind velocity loading; β - dynamical factor that includes building reaction against wind strength.

The identification of precipitation amount on the surfaces of different orientation and slopes is the important research issue of project. In observation net, precipitation measuring methods are equally distributed, as in plain also in mountain places. At plains precipitation measure shows real amount of

precipitations, in mountain regions it is mentioned the inconsistency between slope moisturize and measured precipitations. Precipitation amount on vertical surface is determined by the equation:

$$H_{\Delta} = H_j K \frac{V_w}{V_0} \cos(\theta - \theta_0) \quad (2.3.),$$

where: H_{Δ} -is the precipitation amount on vertical surface (mm); H_j -precipitation amount on horizontal surface (mm); K-factor, considers distance from Earth; $V_0=4.5 \cdot I^{0.107}$ -rain drop velocity, with depending on intensity.

The characteristics of precipitation incoming on the vertical surface should be the basis for elaboration of building protection measures against atmosphere impact, to protect building from moisturizing.

The data analysis shows that over half of the area of Georgia Buildings experience the great intensity of the indirect impact of the rains, especially in mountainous regions and in the west of Georgia. It is caused because these regions are characterized by a large intensive and long rains, strong winds are also observed. So, these areas need to adopt special measures to protect buildings from the impacts of indirect rains.

CONCLUSIONS

Expected results of the project are: Identification of distribution peculiarities in space-time of special parameters; Investigations of distribution peculiarities of two and multidimensional complex climatic-building parameters; Investigation of chemical composition of precipitations on vertical surfaces – to determine building corrosion; New building-climatic zoning and elaboration of relevant recommendations for the building protection from climate negative impact based on the revealed regularities of complex climate parameters;

Elaboration of safety recommendations of urbanization conditions, building infrastructure development strategy and investment medium for separate regions of Georgia

Scientific and commercial significances are:

From scientific and commercial point of view the project is most important because the identification of perfect climatic building norms may be estimated as important scientific, social-economical and financial project, that will be revealed in strengthening of scientific potential Georgian urban developing, particularly – the possibility to use specified building-climatic norms at any step of projecting. It is most important that this specification will be realized considering modern climate change tendencies. For Georgia as for independent state it will be firstly constructed science based building-climatic guidelines considering climate change.

The project significance is determined by the following: specified building-climatic norms based on climatic monitoring observation data over Georgian territory; Based on the specified building-climatic norms perfection of building-climatic zoning and elaboration of relevant recommendations; Elaboration of building mitigation and protecting recommendations against precipitation influence.

REFERENCES

1. Georgia's Third National Communication to UNFCCC , 265 pp.
Gibson, R. Sustainability assessment: Basic components of a practical approach. Impact Assess. Proj. Appraise. 2006, 24, 170–182.
2. Gilleland, E. and Katz, R.W., 2006: Analyzing seasonal to inter annual extreme weather and climate variability with the Extremes Toolkit (extremes). Preprints: 18th Conference on Climate Variability and Change, 86th American Meteorological Society (A M S) Annual Meeting, 29 January-2 February 2006, Atlanta, Georgia. 12-15pp.
3. L.Kartvelishvili. Research of the Landscape Structure of the Water Balance of the Trialeti Range Northern Slope according to the Natural Recreation Resources. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences 2007, Vol. 173, No1
4. Wilson, P.S., Toi, R., 2005. A fundamental probability distribution for heavy rainfall. Geophys. Res. Lett. 32, L14812. doi:10.1029/2005GL022465.
5. WCRP, 1986: Report of the workshop on global large scale precipitation data sets for the World Climate Research Programme. W C P-111, W M O/TD-No. 94, 45 pp.

კლიმატის ცვლილების ფონზე სეტყვიანობის დინამიკა კახეთის რეგიონში

ფიფია მ. გ., ბეგლარაშვილი ნ. გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო

*e-mail: m.pipia@gtu.ge

შესავალი

კლიმატის ცვლილების გავლენა სტიქიურ მეტეოროლოგიურ პროცესებზე სულ უფრო შესამჩნევი ხდება როგორც მთელს მსოფლიოში, ასევე საქართველოში.

კლიმატის თანამედროვე ანთროპოგენურ ცვლილებებს შეუძლიათ გავლენა მოახდინოს ღრუბლების მიკროფიზიკურ და ელექტრულ თვისებებზე, როგორც ინტენსიური სეტყვისა და ელჭექის გამომწვევ პირობებზე. ამავე დროს, სეტყვიანობის ზემოქმედების ეფექტი დიდ წილად დამოკიდებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე და ეკოლოგიურ სიტუაციაზე.

კახეთი, რომელსაც საქართველოს უკიდურესი აღმოსავლეთი ნაწილი უკავია, სხვა რეგიონებისაგან განსხვავებით სეტყვისაგან ყველაზე მეტად ზარალდება, ამიტომ, ძალზედ მნიშვნელოვანია კახეთის რეგიონში სეტყვიანობის შესწავლა, განსაკუთრებით კლიმატის ცვლილების ფონზე განვითარებული გლობალური დათბობის გავლენის გათვალისწინებით.

კახეთის რეგიონი მოიცავს მდ. ალაზნის ველს და მდ. იორის პლატოს ნაწილს, ჩრდილო-აღმოსავლეთით შემოსაზღვრულია კავკასიონის ქედით, ჩრდილო-დასავლეთით კახეთის ქედით, დასავლეთით და სამხრეთ-დასავლეთით ცივგომბორის ქედით. აქ კონვექციული პროცესები ხშირად დაკავშირებულია დასავლეთის შემოჭრებთან და იშვიათად აღმოსავლეთის შემოჭრებთან. ჩვეულებრივ ეს პროცესები ცივი ფრონტის შემთხვევაში ვითარდებიან, განსაკუთრებით მაის-ივნისში. ყველაზე დიდი განმეორება 70% ახასიათებს დამყარებულ და არადამყარებულ სეტყვის პროცესებს, მცირე 9% ახასიათებს პროცესებს, რომელიც გადადის უჯრედოვან სტადიაში. თუმცა, ამ უკანასკნელით მიყენებული ზარალი დიდია და მან შეიძლება 80%-100% მიაღწიოს [1, 2].

სეტყვის უმეტესი პროცესების ჩასახვა ხდება კახეთის ფარგლებს გარეთ, სეტყვასაშიში ღრუბლები მოძრაობენ გომბორის ქედის გასწვრივ, რომელიც ატმოსფეროს ქვედა ფენიდან ივსება თბილი ნოტიო ჰაერის მასებით, რაც იწვევს სეტყვიანობის ინტენსიფიკაციას, შემდეგ ისინი აღწევენ ალაზნის ხეობის სიღრმეში და მოიცავენ ალაზნის ველს და იორის ზეგანის ნაწილს.

ძირითადი ნაწილი

წინამდებარე ნაშრომში გამოკვლეულია კახეთში სეტყვიანობის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში, რომელიც მოიცავს 1990-2014 წლებს და შედარებულია ამავე რეგიონში სეტყვიანობის 1990 წლამდე არსებულ მდგომარეობასთან.

მასალა და მეთოდები. კვლევისთვის გამოყენებულ იქნა კახეთის 8 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები, რომელიც მოიცავს 1967-2014 წლების პერიოდს, ასევე გამოყენებულ იქნა კლიმატურ ცნობარებში არსებული სეტყვიანობის სტატისტიკური მონაცემები და მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის მეთოდები.

სეტყვიანობა კახეთში გლობალური დათბობის ფონზე. მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ცნობით გლობალური დათბობის საწყის წლად მიჩნეულია 1990 წელი. ჩვენს კვლევის მიზანს წარმოადგენს სწორედ გლობალური დათბობის პირობებში სეტყვიანობის ცვლილების შესწავლა კახეთის ტერიტორიაზე.

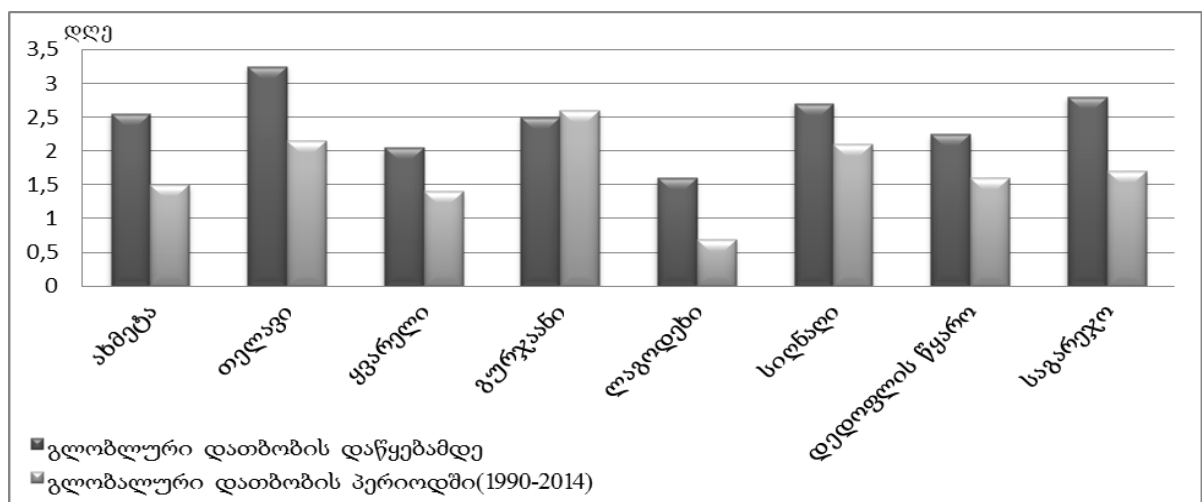
კახეთის რეგიონში, როგორც შესაბამისი კვლევებიდან დასტურდება, ბოლო 50 წლის განმავლობაში შეინიშნება სექციანობის კლების ტენდენცია [3, 4]. სექციან დღეთა საშუალო რისხვი, ამ რეგიონში, გლობალურ დათბობამდე და დათბობის პერიოდში მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისგან (ცხრ. 1).

ცხრილი 1.

კახეთში სექციან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობის განაწილება გლობალური დათბობის დაწყებამდე და დაწყების შემდგომ წლებში

გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1990 წლამდე)	გლობალური დათბობის დაწყების შემდგომი პერიოდი (1990-2014)
2.5	1.8

როგორც ცხრ.1-დან ჩანს, სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობა საგრძნობლად შემცირებულია გლობალური დათბობის დაწყების შემდგომ წლებში წინა პერიოდთან შედარებით. ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემების დამუშავების საფუძველზე [5] შედგენილ იქნა სექციან დღეთა საშუალო რიცხვის განაწილების ჰისტოგრამა კახეთის რეგიონისთვის, მისი თითოეული მუნიციპალიტეტისთვის, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1990 წლამდე) და გლობალური დათბობის პირობებში, რომელიც მოიცავს 1990-2014 წწ. (ნახ. 1).



ნახ.1. სექციან დღეთა საშუალო რიცხვის მსვლელობა გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1990 წლამდე) და გლობალური დათბობის პირობებში (1990-2014), კახეთის რეგიონის მუნიციპალიტეტებისთვის.

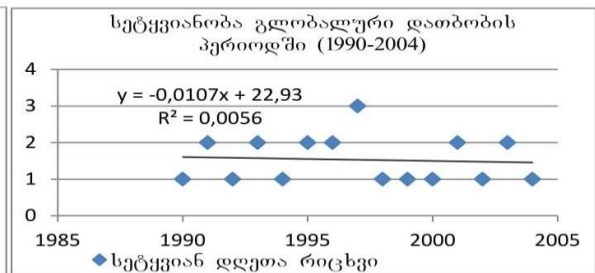
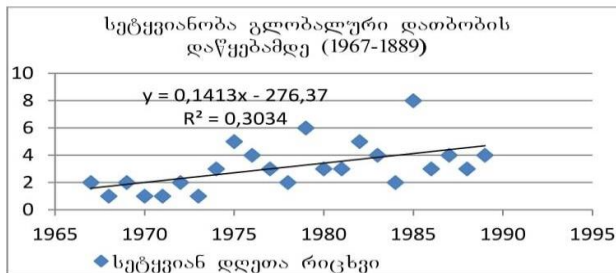
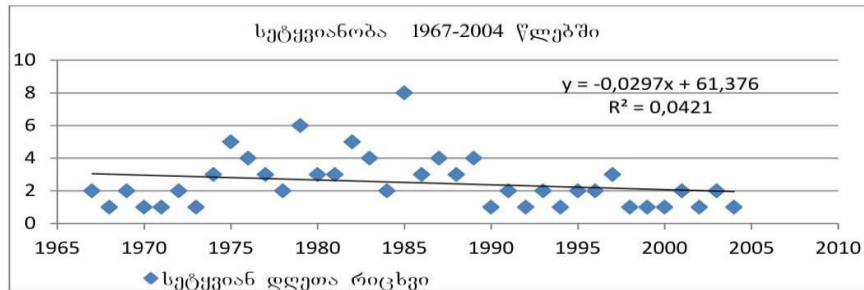
გლობალური დათბობის დაწყებამდე პერიოდი მოიცავს სექციის პროცესებზე დაკვირვებების დღიდან 1990 წლამდე არსებულ მონაცემებს.

როგორც ნახ. 1-დან ირკვევა, სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის განმავლობაში, გლობალური დათბობის დაწყების შემდეგ 2014 წლამდე პერიოდში, კახეთის ტერიტორიაზე შემცირებულია ყველა მუნიციპალიტეტში გარდა გურჯაანისა, სადაც სექციანობის მაჩვენებელი გლობალური დათბობის პირობებში მცირედით მომატებულია.

კახეთის რეგიონის თითოეული მუნიციპალიტეტის სექციანობის შესახებ არსებული სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე, რომელიც მოიცავს 1967-2014 წლების პერიოდს, შედგენილ იქნა შესაბამისი გრაფიკები, მუნიციპალიტეტების მიხედვით, სადაც წარმოდგენილია სექციანობის ტრენდები შესაბამისი წრფივი განტოლებითა და დეტერმინაციის კოეფიციენტით (R2), როგორც მთლიანად ბოლო 50 წლის მანძილზე, ასევე,

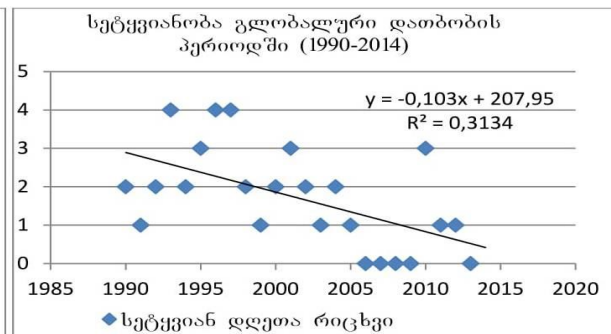
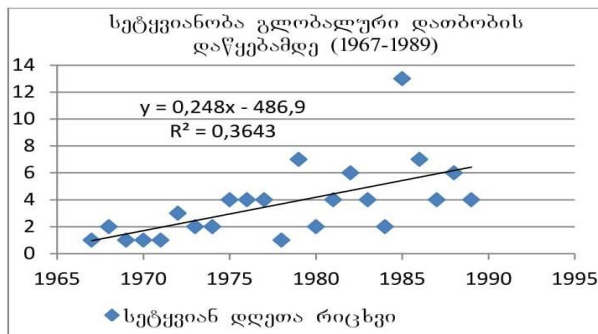
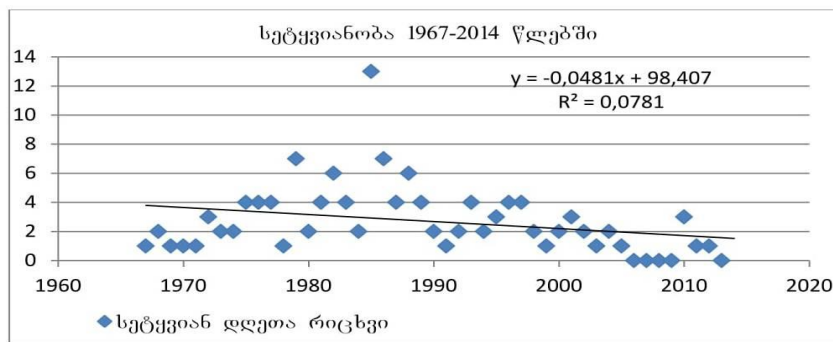
1967 წლიდან გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1990) პერიოდისთვის და გლობალური დადბობის დაწყების შემდგომ პერიოდში (ნახ. 2-9).

ახმეტა



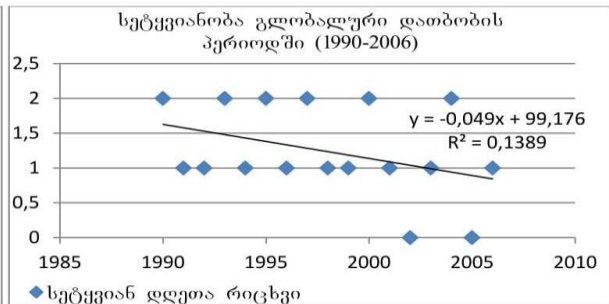
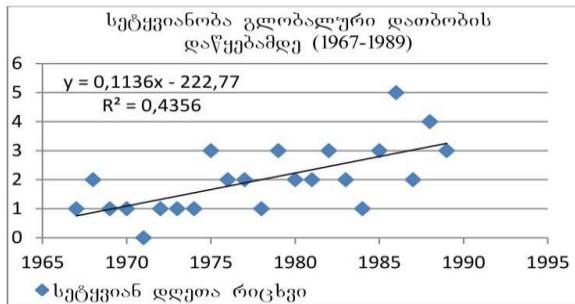
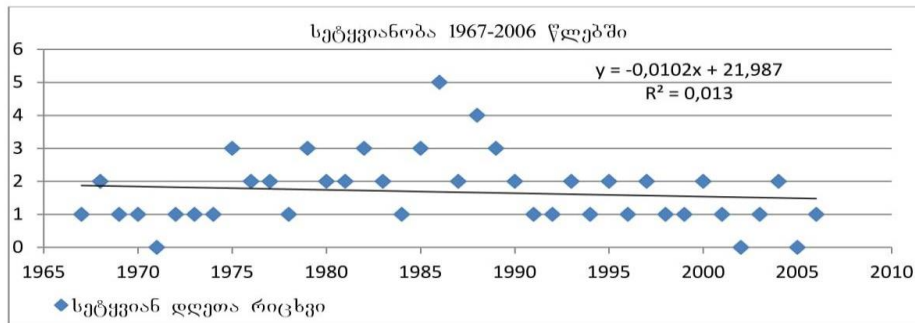
ნახ.2. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1967-1889) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2004) ახმეტის მუნიციპალიტეტისთვის.

თელავი



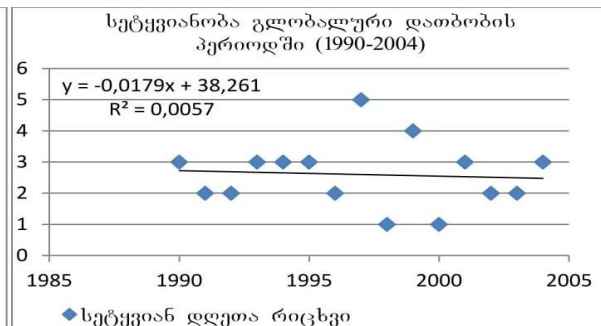
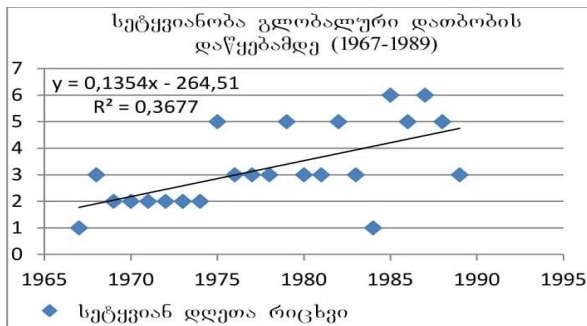
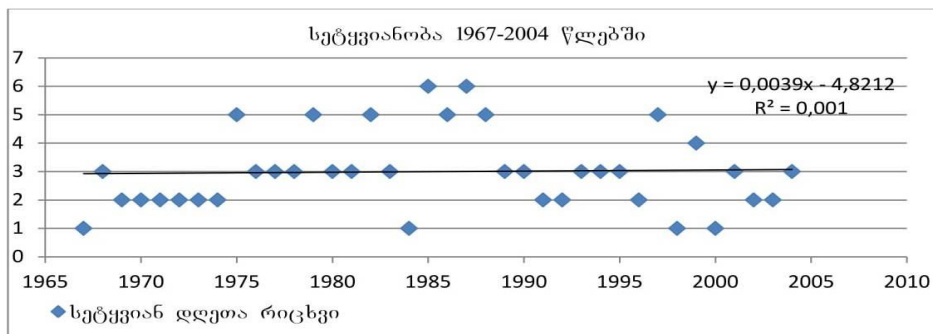
ნახ.3. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2014) თელავის მუნიციპალიტეტისთვის.

ყვარელი



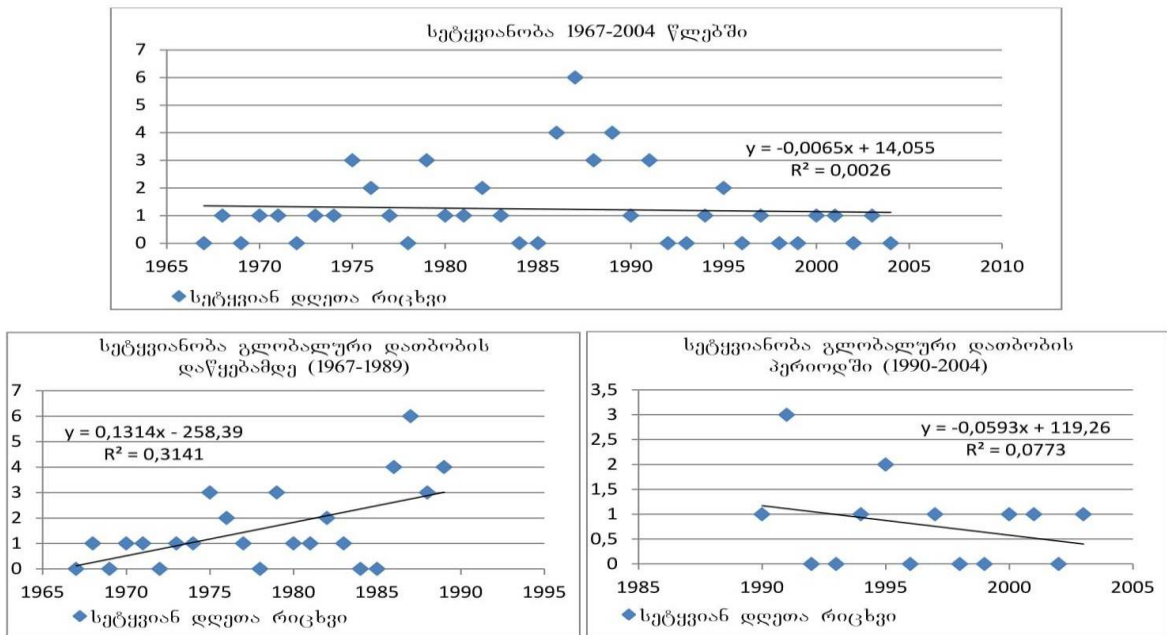
ნახ.4. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2004) ყვარლის მუნიციპალიტეტისთვის.

გურჯაანი



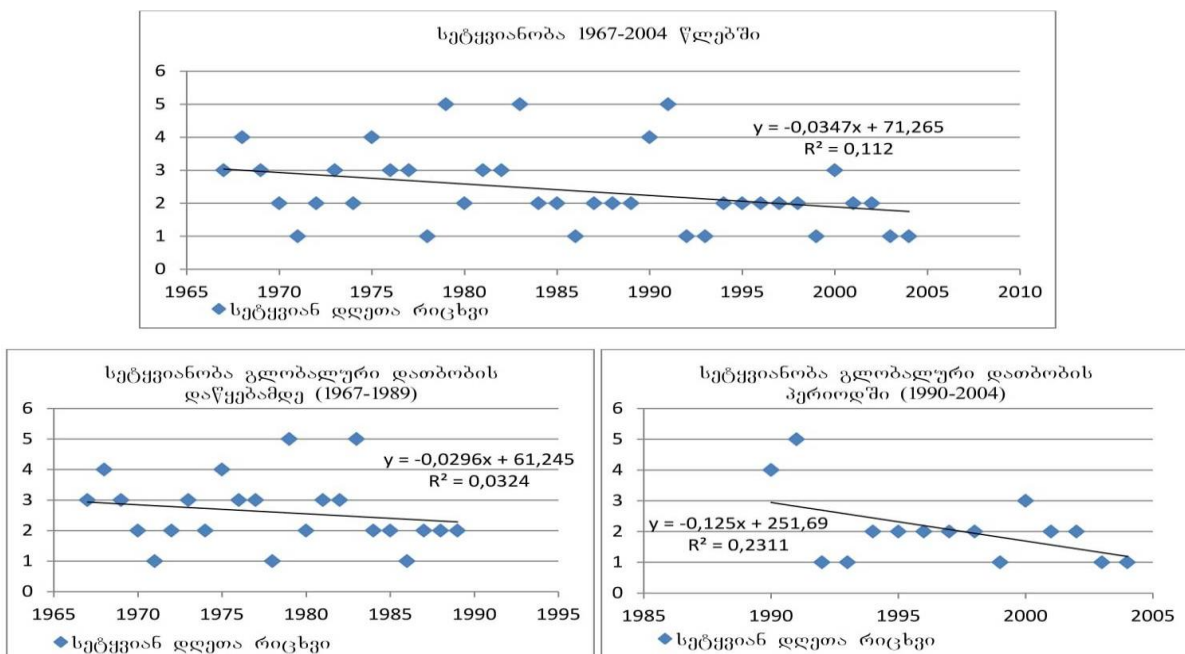
ნახ.5. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2004) გურჯაანის მუნიციპალიტეტისთვის.

ლაგოდები

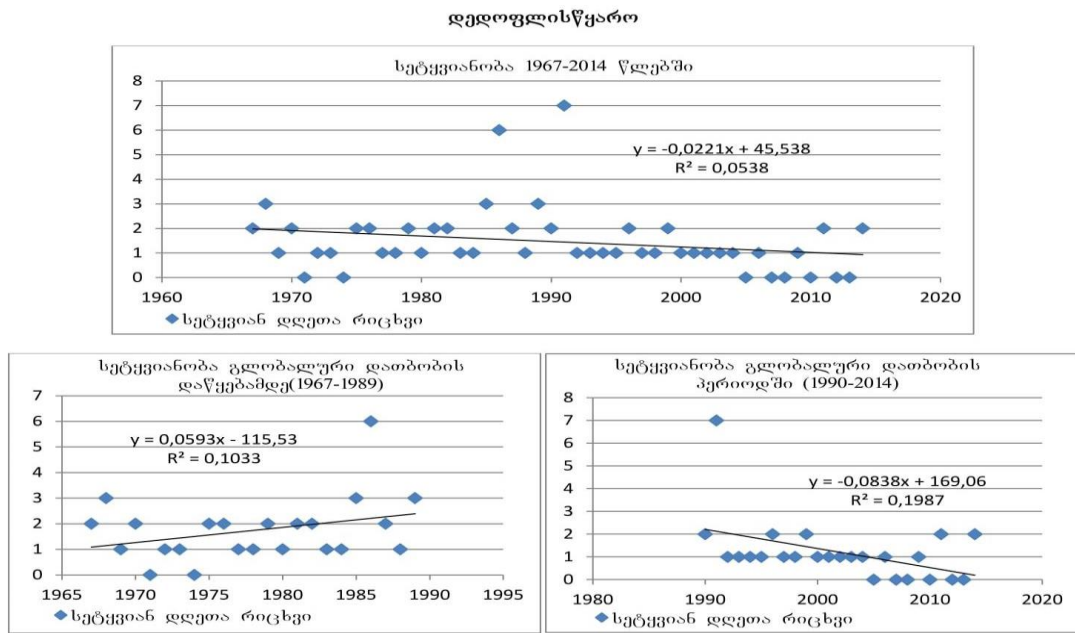


ნახ.6. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2004) ლაგოდების მუნიციპალიტეტისთვის.

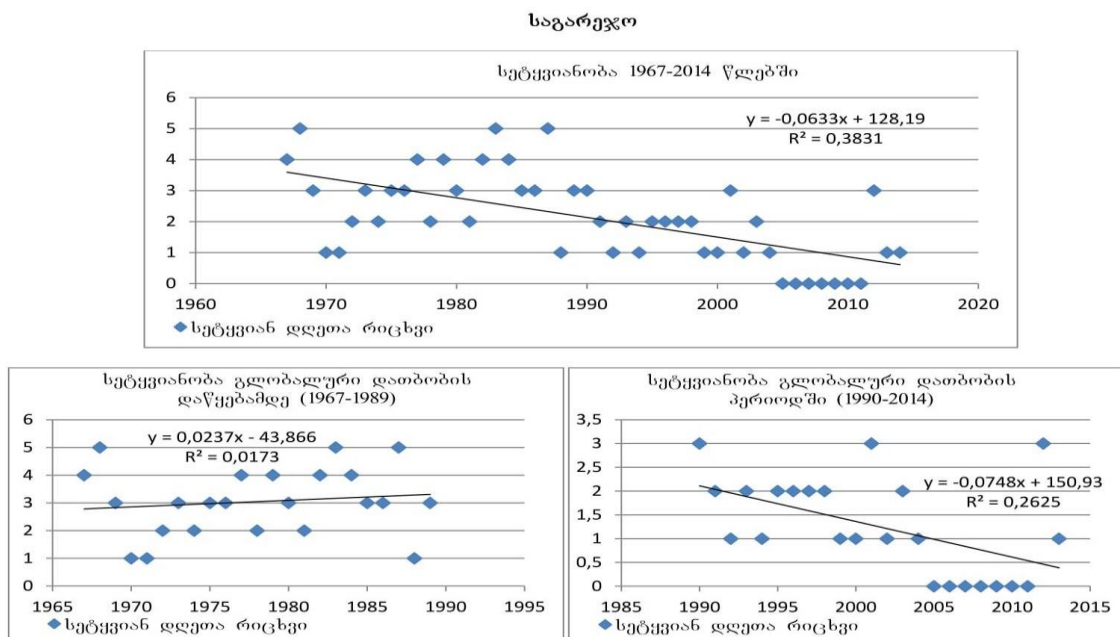
სიღნაღი



ნახ.7. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2004) სიღნაღის მუნიციპალიტეტისთვის.



ნახ.8. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დაბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2014) დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტისთვის.



ნახ.9. სეტყვიანობის ტრენდები 1967-2004 წლებში, გლობალური დაბობის დაწყებამდე (1967-1989) და გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2014) საგარეჯოს მუნიციპალიტეტისთვის.

გლობალური დაწყების შემდგომ პერიოდში (1990-2014) საგარეჯოს მუნიციპალიტეტისთვის. როგორც ნახ. 2-9-დან ირკვევა, ბოლო 50 წლის მანძილზე, კახეთის თითქმის ყველა მუნიციპალიტეტში, დაიკვირვება სეტყვიანობის დადმავალი ტრენდი.

გამონაკლისია გურჯაანის მუნიციპალიტეტი, სადაც სეტყვიანობის ტრენდი სწორხაზოვანია. რაც შეეხება ცალ-ცალკე გამოკვლევულ პერიოდებს, გლობალური დათბობის დაწყებამდე, რომელიც ჩვენს შემთხვევაში მოიცავს 1967-1989 წლების პერიოდს, სეტყვიანობის ტრენდები თითქმის ყველა მუნიციპალიტეტში აღმავალია, გარდა სიღნაღის მუნიციპალიტეტისა, სადაც ტრენდი დაღმავალია. ხოლო გლობალური დათბობის პერიოდში, რომელიც მოიცავს 1990-2014 წლების პერიოდს - ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის შემთხვევაში 2004 და 2006 წლამდე პერიოდს, სეტყვიანობის ტრენდები ყველგან დაღმავალ ხასიათს ატარებს (გურჯაანისა და სიღნაღის რაიონებში უმნიშვნელოდ). უნდა აღინიშნოს, რომ 1990 წლის შემდგომ, რაც დროში ემთხვევა გლობალური დაწყების პერიოდს, მეტეოროლოგიური სადგურების ქსელის მკვეთრად შემცირების გამო მონაცემები სეტყვიანობის შესახებ არასრულყოფილია [6,7].

გლობალური დათბობის დაწყების შემდგომ პერიოდში, სეტყვიანობის ტრენდის ანალიზისას მნიშვნელოვანია ორი მიმართულების გათვალისწინება – მიკროფიზიკური და თერმოდინამიკური [8]. მიკროფიზიკური ფაქტორებიდან საყურადღებოა სათურის გაზების კონცენტრაცია ატმოსფეროში. როგორც ცნობილია 90-იანი წლების დასაწყისში ქვეყანაში მკვეთრად შემცირდა წარმოება, მშენებლობა, სასოფლო-სამეურნეო მიწების დამუშავება და შედეგად შემცირდა ანთროპოგენური გავლენა ატმოსფეროზე, რამაც გამოიწვია ჰაერში მაკრისტალეზელი ბირთვების შემცირება, შესაბამისად სეტყვიანობის შემცირებაც. რაც შეეხება თერმოდინამიკურ ფაქტორს, გლობალური დათბობის პირველ ეტაპზე, რასაც ფაქტიურად მოიცავს ჩვენს მიერ გამოკვლევული პერიოდი, ჰაერის ტემპერატურის მატების პროცესს, პირველ ეტაპზე შენელებული ხასიათის გამო, გავლენა არ მოუხდენია სეტყვიანობაზე. თუმცა ბოლო წლებში ჰაერის ტემპერატურის უკვე შედარებით მკვეთრმა მატებამ (განსაკუთრებით ღამის ტემპერატურის), რაც უკანასკნელ პერიოდში ვლინდება ქვეყანაში სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენების გახშირებაში (მეწყერები, ღვაროფები, თავსხმა ნალექები და ა.შ) მათ შორის სეტყვის ინტენსივობის მატებაში, შესაძლებელია გავლენა იქონიოს სეტყვიანობის ტრენდზე კახეთის რეგიონში.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ კახეთის რეგიონში, გლობალური დათბობის პირობებში, პირველ ეტაპზე რომელიც მოიცავს 1990-2014 წლების პერიოდს, სეტყვიანობას ძირითადად აქვს კლების ტენდენცია.

ლიტერატურა

1. Бартишвили И. Т. Географическое распределение градобитий по восточной Грузии. ЗабНИГМИ, вып. 16(22),1964.
2. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Пипия М.Г., Церетели Н.С., Элизбарашвили М.Э., Элизбарашвили Э.Ш. Некоторые данные о градобитиях в Восточной Грузии и экономическом ущербе от них. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. ст.145-150, Тб., 2014.
3. ფიფია მ., ბეგლარაშვილი ნ., სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება აღმოსავლეთ საქართველოში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული ტ. 123, გვ. 30-38, 2016.
4. ფიფია მ., სეტყვიან დღეთა რაოდენობის სივრცულ-დროითი ცვლილებები კახეთის ტერიტორიაზე, მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1 (721), გვ. 45-53, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2016.
5. Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971.

6. Elizbarashvili Elizbar Sh, Amiranashvili Avtandil G, Varazanashvili Otari Sh, Tsereteli Nino S, Elizbarashvili Mariam E, Elizbarashvili Shalva E, Pipia Mixail G. Hailstorms in the Territory of Georgia, *European Geographical Studies*, Vol. 2, No. 2, pg. 55-69, 2014.
7. Pipia M.; Beglarashvili N. Hail hits in eastern Georgia. Online scientific journal "International Scientific Publications", Info Invest Ltd, Burgas, Bulgaria. Scientific papers, Ecology & safety, Volume 8, pg. 567-573.
8. <http://www.scientificpublications.net/en/issue/1000001/>, 2014
9. ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი შ., საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პერიოდში. თბ., 2013.

SUMMARY

DYNAMICS OF HAILSTORM AGAINST THE BACKGROUND OF CLIMATE CHANGE IN THE KAKHETI REGION

Pipia M., Beglarashvili N.

Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University, Georgia

**e-mail: m.pipia@gtu.ge*

For the Kakheti region are investigated Perennial change of the hailstorm prior to the beginning of global warming-up, which includes period since the beginning of the observations to the hail processes up to 1990 and years after the global warming-up (1990-2014). For the municipalities of region are analyzed the dynamics of hailstorm under the conditions of global warming-up and are represented the corresponding trends of hailstorm.

Keywords: hailstorm; climate change; global warming

Резюме

ДИНАМИКА ГРАДОБИТИЯ НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КАХЕТСКОМ РЕГИОНЕ

Пипиа М. Г., Бегларашвили Н.Г.

Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета, Грузия

**e-mail: m.pipia@gtu.ge*

Для Кахетского региона исследованы многолетнее изменение градобития до начала глобального потепления, который включает в себя период с начала наблюдений на градовые процессы до 1990 года и годы после глобального потепления (1990-2014). Для муниципалитетов региона проанализированы динамика градобития в условиях глобального потепления и представлены соответствующие тренды градобития.

Ключевые слова: град; изменения климата; глобальное потепление.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕНИЗАЦИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Гайрабеков У.Т.¹⁻³, Даукаев А. А.¹⁻³

¹ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», ²Академия наук Чеченской Республики,
³Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук
(РАН), Грозный, Россия

email: Gairabekov_u@mail.ru

NATURAL LANDSCAPES OF THE CHECHEN REPUBLIC

Gayrabekov U.T.¹⁻³, Daukaev A. A.¹⁻³

¹Chechen State University, ²Academy of Sciences of the Chechen Republic, ³K. Ibragimov Complex Institute of the
Russian Academy of Sciences, Grozny, Russia

email: Gairabekov_u@mail.ru

Annotation

The characteristic features of Chechen Republic territory, associated with significant contrast of natural landscapes, are noted in this work. At the same time it's noted also that in almost all natural zones of the republic there are fundamental changes that cause an intensive transformation of landscapes into natural-anthropogenic and anthropogenic ones.

It is shown that the main technogenic stresses on the natural environment of the region under consideration are associated with numerous technical and technological objects – drilling wells, oil pipelines, barns and settling tanks, etc. The long operation of the oil industry within limited territory contributed to the disturbance and transformation of natural landscapes. Therefore the most densely populated low-mountain and foothill parts of the territory characterized by significant anthropogenization of natural landscapes, where more than 80% of populated areas, industrial and transport infrastructure are concentrated.

Keywords: natural and cultural landscapes, oil production, transformation of landscapes, interaction of society and nature

Аннотация

В работе отмечаются характерные особенности территории Чеченской Республики, связанные со значительной контрастностью природных ландшафтов. Вместе с тем авторы статьи отмечают что почти во всех природных зонах республики наблюдаются коренные изменения, вызывающие интенсивную трансформацию естественных ландшафтов в природно-антропогенные и антропогенные. Показано, что основные техногенные нагрузки на природную среду рассматриваемого региона связаны с многочисленными технико-технологическими объектами – буровыми скважинами, нефтепроводами, амбарами и отстойниками и др. Длительное функционирование нефтепромышленного производства, на ограниченной территории, способствовало нарушению и преобразованию естественных ландшафтов в природно-антропогенные и антропогенные. Поэтому, по мнению авторов, значительной антропогенизацией естественных ландшафтов характеризуется наиболее густонаселенная низкогорная и предгорная части территории, где сосредоточено более 80 % населенных пунктов, промышленная и транспортная инфраструктура.

Ключевые слова: природные и культурные ландшафты, нефтепромышленное производство, трансформация ландшафтов, взаимодействия общества и природы.

Введение

Территория Чеченской Республики характеризуется значительной контрастностью природных и культурных ландшафтов. Здесь чётко прослеживаются закономерности широтной зональности и высотной поясности, что способствовало формированию на рассматриваемой территории ландшафтов сложного сочетания, от полупустынных – на севере до нивально-гляциальных – на юге [3]. Они приурочены к таким крупным орографическим единицам как: Терско-Кумская низменность; Терско-Сунженская возвышенность с прилегающими долинами; Предгорная чеченская наклонная равнина; Северный склон Большого Кавказа, представленный Черногорской моноклиной; Пастбищным, Скалистым и Боковым хребтами.

Формирование природных ландшафтов на территории Чеченской Республики обусловлено в основном активными новейшими восходящими тектоническими движениями в неоген-четвертичное время. К культурным ландшафтам республики можно отнести ландшафты населенных пунктов (городские и сельские), сельскохозяйственных угодий и частично антропогенизированные ландшафты (археологические объекты).

Высокогорная часть рассматриваемой территории, с гипсометрическими отметками 3000-4500 м. над уровнем моря, представлена практически неиспользуемыми обвально-осыпными, скальными и другими ландшафтами. Они характеризуются интенсивным развитием криогенных процессов, отсутствием почвенно-растительного покрова и высокой чувствительностью к антропогенным воздействиям. Среднегорье с высотными отметками 1500-3000 м над уровнем моря занята горно-луговыми ландшафтами. Значительная часть их используется в качестве пастбищных угодий и соответственно усиленное антропогенное воздействие они испытывают в весенне-летнее время. Наибольшей антропогенизацией естественных ландшафтов характеризуются низкогорная и предгорная части территории республики, где сосредоточено более 80 % населенных пунктов, промышленная и транспортная инфраструктура. Чеченская Республика – старейший нефтедобывающий регион России, где в течение длительного периода происходило интенсивное развитие нефтяной промышленности, создание и эксплуатация многочисленных нефтепромысловых объектов, в предгорных и горных районах, ставшие причинами трансформации природных ландшафтных комплексов в природно-антропогенные и антропогенные [2]. Техногенные нагрузки, связанные с функционированием нефтегазового комплекса обуславливают разнообразные изменения природных компонентов и комплексов в природных ландшафтах. Поэтому рассматриваемые в статье вопросы, связанные с антропогенизацией естественных ландшафтов весьма актуальны для республики.

Целью исследования является выявление особенностей трансформации природных ландшафтов Чеченской Республики, находящихся длительное время под влиянием предприятий нефтяного комплекса.

Материал и методы исследования

В основу работы легли результаты полевых исследований, проведённых на территории Чеченской Республики по оценке воздействия объектов нефтяного комплекса на природно-антропогенную среду. В работе использованы материалы дешифрирования космических снимков «NOAA-14,16», «Landsat-5,7» и «Ikonos», фондовые материалы и литературные источники по данной тематике.

Результаты исследования и их обсуждение

В 1992 году на Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро была принята новая концепция устойчивого развития. В данной конференции главная роль отводилась проблеме охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов с целью сохранения баланса между естественными и антропогенными ландшафтами [4]. На современном этапе взаимодействия общества и природы, в связи с высокими темпами роста населения и соответствующим потреблением природных ресурсов,

отмечается нарушение баланса между естественными и антропогенными ландшафтами, интенсивная трансформация природно-ландшафтных комплексов и увеличение преобразованных ландшафтов. В связи с этим, важнейшей задачей современного общества является сохранение естественных ландшафтов, расширение природно-экологического каркаса путем создания новых заповедников, заказников, парковых зон и. т. д. Антропогенный фактор в изменении ландшафтов имел место во все времена человеческой истории. Однако значительное влияние он оказал на трансформацию природных ландшафтов в последнее 100-летие, когда население мира возросло от 2 млрд (в 1925 г.) до более 7 млрд. человек (в настоящее время), в огромных количествах начали использовать природные богатства, в том числе полезные ископаемые, с применением технических средств. Конкретно на ландшафты Чеченской Республики значительное воздействие оказало длительное функционирование нефтегазового комплекса – создание и эксплуатация многочисленных нефтепромысловых объектов. Промышленная добыча нефти на территории Чеченской Республики началась в конце 19 века, что предопределило создание объектов нефтепромышленного производства с широко развитой сетью нефте- и продуктопроводов, соединяющих нефтепромыслы с перерабатывающими предприятиями.

Чеченский нефтедобывающий район формировался в горных и предгорных зонах. Поэтому практически вся инфраструктура нефтегазового комплекса сосредоточена в средней наиболее густонаселенной части территории республики. Интенсивное освоение нефтяных месторождений совпало с процессами развития городских территорий и урбандиафтов. Добыча нефти в значительных объёмах (в отдельные периоды достигавшая 8-20 млн. т в год), ее переработка и транспортировка на ограниченной территории способствовало нарушению ландшафтов строительной и буровой техникой, аварийными разливами и утечками нефти и пластовых вод, химическому загрязнению компонентов природной среды. В процессе освоения нефтяных и газовых месторождений выделяются два блока пространственного проявления техногенных процессов и, соответственно два блока проблем: техногенез недр и связанная с ним проблема загрязнения подземных вод и техногенез ландшафтов с комплексом их локальной и региональной трансформации. Наиболее распространенные техногенные воздействия связаны с многочисленными технико-технологическими объектами – буровыми скважинами, нефтепроводами, амбарами и отстойниками и др. Различаются два главных направления антропогенизации ландшафтов при функционировании нефтегазового комплекса:

1. механическое разрушение ландшафтов, в связи с работой технических средств физического воздействия – средства для перемещения грунтов, бурильные установки, технологический транспорт и др.;
2. геохимическое преобразование и последующее разрушение естественных систем при сбросе в них химически активных веществ.

Обобщение локальных исследований и региональный синтез был осуществлен на основе эколого-геохимического картографирования и геоэкологического районирования всей территории Чеченской республики. По результатам полевых исследований, проведённых на территории Чеченской Республики с 2001 по 2008 гг. и обработки материалов современной многозональной съёмки с КС "LANDSAT"-7, проведена оценка современной экологической ситуации, где приоритетным направлением стал учет воздействия объектов нефтяного комплекса [2]. Оценивая в целом эколого-геохимическую ситуацию (рис. 1), можно отметить, что она довольно напряжённая только в центральных частях республики, где были сосредоточены объекты нефтяного комплекса, а также на площадях старых нефтепромыслов, где в последние годы произошли многочисленные утечки нефти и аварии на нефтескважинах и нефтепроводах. Большую часть территории республики, не подверженную влиянию нефтяного комплекса, можно оценить, как фоновую, допустимую.

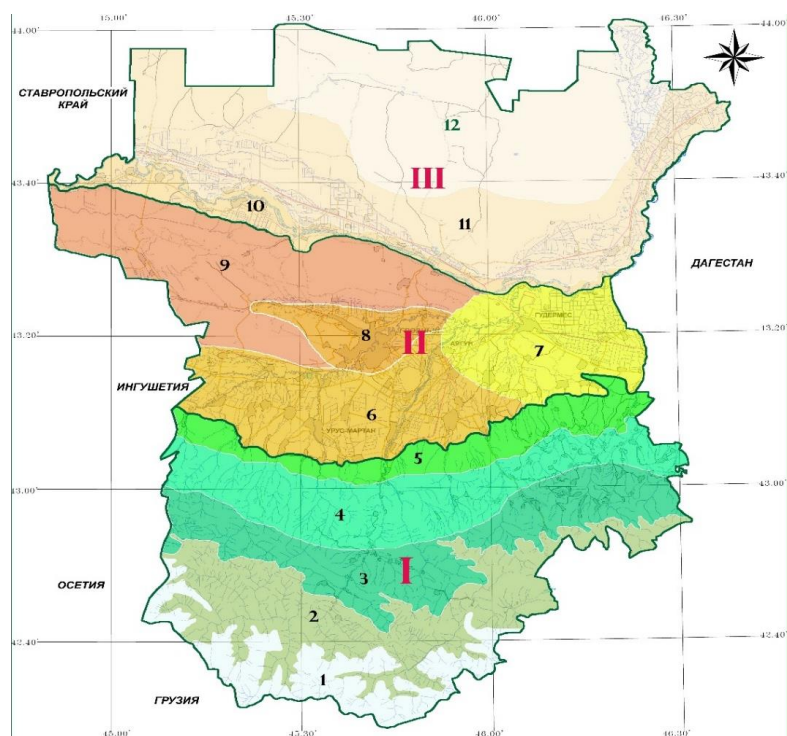
Оценка эколого-геохимической ситуации позволила провести геоэкологическое районирование Чеченской Республики по степени остроты экологической ситуации.

Геоэкологическое районирование проведено в соответствии с методиками Б.И. Кочурова (Кочуров, 1997, 2003), А.В. Антиповой (Антипова, 2011). В основу районирования положено разделение территории на ландшафтно-экологические зоны и геоэкологические районы, с учётом уровня экологической напряжённости и хозяйственного освоения территории.



Рис. 1. Эколого-геохимическая картосхема Чеченской Республики (Барсукова, Головунин, Гайрабеков и др., 2008)

Исходя из этого, на территории республики выделены 3 ландшафтно-экологические зоны и 12 геоэкологических районов (рис. 2), (табл. 1). Исходя из этого, на территории республики выделено 3 ландшафтно-экологические зоны и 12 геоэкологических районов, для которых характерно однообразие ландшафтных условий и сходство геоэкологических ситуаций.



I. Южная горная ландшафтно-экологическая зона:

1. Высокогорный нивально-гляциальный геоэкологический район
2. Высокогорный геоэкологический район альпийских лугов
3. *Высокогорный* геоэкологический район субальпийских лугов с примесью хвойно-мелколиственных лесов и межгорных аридных котловин
4. Среднегорный лесной геоэкологический район
5. Низкогорный лесолуговой геоэкологический район

II. Центральная ландшафтно-экологическая зона передовых хребтов и равнин:

6. Предгорно-равнинный лесостепной геоэкологический район
7. Восточный равнинно-холмистый лесостепной геоэкологический район
8. Грозненский равнинно-холмистый степной геоэкологический район
9. Терско-Сунженский холмисто-равнинный степной геоэкологический район
10. Притеречно-равнинный степной геоэкологический район

III. Северная Затеречно-равнинная ландшафтно-экологическая зона:

11. Затеречно-равнинный степной геоэкологический район
12. Затеречно-равнинный полупустынный геоэкологический район

Рис. 2. Районирование Чеченской Республики по степени остроты экологической ситуации

Таблица 1.

Характеристика геоэкологических районов Чеченской Республики различных рангов по степени остроты экологической напряжённости

Районы	Ранг района	Экологическая напряжённость			Площадь в % от всей территории республики в км ²
		Характеристика загрязнения	В условных единицах (баллах)		
			интервал	средняя	
1,2,12	I	Допустимая	1-7,9	4	5,5
3,4,5,6,11	II	Умеренно опасная	8,-16	12	7,1
7,9	III	Высоко-опасная	16,1-32	24,05	2,7
8	IV	Чрезвычайно опасная	32.1-128	80,05	0,6

Экологическая напряжённость для геоэкологических районов понимается как степень изменения природной среды (ландшафтов), складывающаяся в результате определённого

сочетания и соотношения ареалов с экологическими ситуациями разной степени остроты (Кочуров, 2003). Уровень экологической напряжённости геоэкологических районов оценивался в условных единицах (баллах), исходя из пространственного соотношения внутри региона площадей с различной степенью остроты экологических ситуаций, отмеченных на эколого-геохимической картосхеме. Исследования в рамках вопросов, связанных с ландшафтами, испытывающими антропогенную нагрузку в связи с добычей и переработкой нефти и газа, а также последствий этого производства, отражены в ряде работ [7-10 и др.]. На современном этапе ведутся работы по созданию картографических материалов, отображающих результаты этой деятельности.

Заключение

Таким образом, рассматриваемая территория на протяжении двух веков испытывает на себе активное воздействие многочисленных факторов, обуславливающих загрязнение природной среды и трансформацию природных ландшафтов.

Особенно заметно это на примере воздействия нефтяного комплекса и, прежде всего на территории г. Грозный.

Экологическое состояние города не может не сказаться на экосистемы расположенных ниже по течению рек Сунжа и Терек.

Поэтому, первоочередной задачей остается исследование особенностей антропогенизации естественных ландшафтов Чеченской Республики в связи с ее физико-географической дифференциацией, выявление основных особенности трансформации локальных и региональных природных комплексов под длительным воздействием объектов нефтепромышленного производства, а также, дать геоэкологическую оценку их влияния на современное состояние окружающей среды с целью осуществления мероприятий по оптимизации природопользования.

Литература

- [1]. Антипова А.В. Россия (2011). Эколого-географический анализ территории. Москва – Смоленск: Маджента, 2011. 384 с.
- [2]. Гайрабеков У.Т. (2013). Техногенная трансформация природной среды горного региона при длительном воздействии нефтяного комплекса (на примере Чеченской Республики) // Материалы 1 Кавказского экологического форума. Грозный: ЧГУ. С. 177-183.
- [3]. Гайрабеков У.Т., Гайрабекова М.Т. (2014). Структура и особенности природных ландшафтов Чеченской Республики // Вестник Чеченского государственного университета. Вып.1. С. 159-166.
- [4]. Гарибов Я.А. Типизация горных ландшафтов Азербайджанской Республики по устойчивости антропогенных факторов // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы 2-ой Всероссийской научно-технической конференции. Грозный: АН ЧР, 2012. С. 589-593.
- [5]. Кочуров Б.И. (1997). География экологических ситуаций (экодиагностика территорий) М.: ИГ РАН. 132 с.
- [6]. Кочуров Б.И. (2003). Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учеб. пособие. Москва – Смоленск: Маджента. 384 с.
- [7]. Гайрабеков У.Т. (2012). Этапы воздействия нефтяного комплекса на природно-антропогенную среду Чеченской Республики // Наука и бизнес: пути развития. № 8 (14). С. 005-008.
- [8]. Даукаев А.А., Гацаева Л.С., Гагаева З.Ш. и др. Добыча полезных ископаемых и геоэкологические проблемы XX столетия // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 1655.
- [9]. Керимов И.А., Уздиева Н.С. (2008) Геоэкология нефтяного комплекса Чеченской Республики. Назрань: Пилигримм. 249 с.
- [10]. Керимов И.А., Гагаева З.Ш. и др. (2013). Природно-ресурсный потенциал ЧР: экологические проблемы и устойчивое развитие // Вестник Академии наук Чеченской Республики. № 1 (18). С. 77-80

ИССЛЕДОВАНИЯ В.В. ДОКУЧАЕВА НА КАВКАЗЕ

Керимов И.А.^{1,2}, Романова О.С.¹, Широкова В.А.¹

¹ИИЕТим. С.И. Вавилова РАН, Москва; ²Академия наук Чеченской Республики, Грозный, Россия
e-mail: kerimov@ifz.ru

Annotation

The article is about the little-studied pages of biography of Dokuchaev and his scientific research in the Caucasus. For the first time in the scientific and historical literature, there worked out the generalization and periodic organization of scientific research by V.V. Dokuchaev in the Caucasus. There described the four Caucasian expeditions (late XIX-early XX centuries.), data on scientific results, based on expeditionary research. The data on soil-cartographic works of V.V. Dokuchaev on the territory of the Caucasus is given.

Key words: V.V. Dokuchaev, Caucasus, soil, shernozem, expeditions, maps, scientific research

Аннотация

Статья посвящена малоизученным страницам биографии и научных исследований В.В. Докучаева на Кавказе. Впервые в научно-исторической литературе выполнено обобщение и периодизация научных исследований В.В. Докучаева на Кавказе. Описаны маршруты четырех Кавказских экспедиций (конец XIX – начало XX вв.), приведены данные о научных результатах, полученных на основе экспедиционных исследований. Приведены данные по почвенно-картографическим работам В.В. Докучаева по территории Кавказа.

Ключевые слова: В.В. Докучаев, Кавказ, почвы, чернозем, экспедиция, карты, научные исследования

В XIX - начале XX в. на территории Кавказа было проведено большое количество академических исследований по изучению рельефа, геологии, климата и почвенно-растительного покрова России. Первые масштабное изучение пространственного распределения различных видов почв связано с именем выдающегося ученого-почвоведа В.В. Докучаева. Кавказ, через различные регионы которого проходили экспедиционные маршруты В.В. Докучаева, был и стал для ученого не только новой территорией изучения почвенного покрова, но и стал для ученого важным полигоном для полевых исследований, по результатам которых были сформулированы ряд важных научных выводов и законов.

Кавказ занимает важное место в биографии и научном творчестве В.В. Докучаева, в конце XIX – начале XX вв. он и его ученики осуществили 4 научные экспедиции. По результатам этих экспедиций было опубликовано большое количество научных трудов [1-26 и др.], которые стали основой для обобщений и научных законов, а многие из них стали базой для научных исследований российских и кавказских почвоведов. Несмотря на большое количество литературы по научной деятельности Докучаева В.В., его исследования на Кавказе описаны лишь фрагментарно, не проанализированы результаты его экспедиционных исследований [27-38]. Отчасти, это связано с тем, что во время 4-й экспедиции В.В. Докучаев заболел и большую часть остатка своей жизни провел в постели. К сожалению, не удалось полностью осуществить свои планы по изучению почв Кавказа и выпустить обобщающие научные работы. Ниже описываются результаты четырех экспедиций В.В. Докучаева на Кавказе.

1-я Кавказская экспедиция В.В. Докучаева (1878)

В Трудах Вольного экономического общества (ВЭО), 1977. Вып.4 была опубликована работа Докучаева В.В. «Итоги о русском черноземе» и «Программа исследования чернозема Европейской России», которые были одобрены ВЭО, «которое 24 февраля сего [1877] года постановило приступить нынешним летом к исследованию чернозема в Европейской России и ассигновать на

этот предмет две тысячи рублей» [25. С.575]. Докучаеву В.В. было предложено в период летних каникул провести исследования чернозема Европейской России. Исследование юго-запада и севера Европейской России в 1977 г. Докучаевым В.В. проводились самостоятельно. При исследовании юго-восточных окраин Европейской России спутником Докучаева В.В. был кандидат Петербургского университета П.А. Соломин. Эти исследования были проведены летом 1878 г. после защиты Докучаевым В.В. магистерской диссертации.

Северный Кавказ (вместе с северными побережьями Черного, Азовского и Каспийского морей, Крым) был отнесен В.В. Докучаевым к окраинам черноземной России [25]. В своей книге «Русский чернозем» В.В. Докучаев писал:

«Понятно, при таком непостоянстве условий рельефа, подпочвы и самые почвы не могли быть тождественными: в окрестностях одних станций (Невинномыск, Минеральные Воды, Барсуки, западнее Зольской, северо-восточнее Дарг-Коха и северо-западнее Владикавказа) они были темно-серые при толщине от 30 до 60 см, вблизи других - серые и не толще 30-45 см. ... Таковы же, в общем, и почвы Сунженского плоскогорья, по которому я проехал из Владикавказа в Грозный, а оттуда в Умахан-Юрт. ...Владикавказский чернозем продолжался, однако, не долго, скоро наступила бесконечная смена почв светло- и темно-серых (меньше 30 см) и мощных (до 45 см), которые в местах несколько более волнистых и совсем вытеснились коренными породами, вовсе не окрашенными гумусом» [1., с.401].

По результатам экспедиции Докучаев В.В. приходит к окончательному выводу о растительно-сухопутном происхождении чернозема. Чтобы выяснить спорный вопрос о нахождении чернозема в центральном Кавказе, В.В. Докучаев предпринял в 1878 г. - «небольшую поездку по Дагестану - от Петровска на Темир-Хан-Шуру и Хассав-Юрт», а также была выполнена «небольшая пешеходная экскурсия ... из Владикавказа по Военно-Грузинской дороге до станции Балта» [1. с. 402]. На основании этих исследований им были высказаны сомнения о выводах предыдущих исследователей: «Таким образом, если взять во внимание крайнюю изменчивость растительной земли рассматриваемых нами предгорий Кавказа, если взять среднее (около 6,5%) и даже максимальное содержание в них гумуса, то сделается понятным данный мной выше отзыв о показаниях Лясковского и Чаславского» [1. с.402]. По материалам I-й экспедиции В.В. Докучаевым были опубликованы две научные работы [1, 2].

II-ая Кавказская экспедиция В.В. Докучаева (1898)

Эта экспедиция была организована по инициативе Закавказского статистического комитета. Цель экспедиции, как писал Докучаев В.В.: «...решить вопрос, применим ли к Закавказью естественно-исторический, так называемый нижегородский способ оценки земель..., если да, то какие изменения и дополнения следует ввести в него, ввиду местных особенностей природы и хозяйства?» [8. с.1].

В конце июля 1898 г. Докучаев В.В. приезжает в Дзауджикау (Владикавказ), оттуда по Военно-Грузинской дороге отправляется в Тифлис. После этой поездки у Докучаева В.В. появились сомнения в возможности разобраться в «почвенном хаосе», который по распространенному в то время мнению наблюдался на Кавказе. Докучаев В.В. писал по этому поводу: «... когда я впервые переезжал Главный Кавказский хребет по известной Военно-Грузинской дороге, я сильно сомневался в успехах данного мне поручения, здесь все так казалось перепутано, перековеркано, перемешано, смыто или намыто, что не может быть и речи о нормальных почвах, лежащих *in situ* (на месте) своего образования» [5., с.126].

Однако, ознакомившись с основными трудами по климату и растительности Закавказья, Докучаев В.В. ещё до начала изучения почв региона пришел к выводу, который он озвучил 7 августа 1898 г. на заседании Закавказского статистического комитета: «Закавказье, в климатическом (а, следовательно, и растительном) отношении может быть, видимо, легко разбито на 3 части: 1) район к западу от Сурама, где годовое количество атмосферных осадков достигает 2200-2300 миллиметров; 2) области нижнего (а частью и среднего) течения Куры и

Аракса. С соседними частями Каспийского побережья, где осадков выпадает не свыше 300 миллиметров, а часто и меньше; 3) нагорные области, где осадков равняется примерно 400-600 миллиметров в год, - количество, характерное для черноземной полосы Европейской России. Точно также и равнотеплые летние линии нагорной области Закавказья оказывались очень близкими к таковым же величинам степной черноземной России. В связи с этим у меня явилась некоторая уверенность, что, быть может, и почвы Кавказа можно подразделить на три упомянутых характерных района» [8. С.14].

2-я экспедиция проходила по следующим маршрутам. Из Тифлиса Докучаев В.В. отправился через Сухамский перевал на Батумское побережье с целью сбора богатой коллекции латеритов или красноцветов. Из Батуми Докучаев В.В. отправился в Сакарский питомник, отсюда он направился на юго-восток через Боржом, Бакуриани, перевал Цхрацкаро и спустился в Ахалкалакскую котловину. Далее его путь лежал «через черноземное Духоборское плоскогорье в Александрополь и Эривани (Ереван), которая лежит на типичнейших белых как мука, сильно мергелистых, мучнистых почвах» [20. с.2]. Из Еревана Докучаев В.В. поехал на север к потухшему вулкану Алагез, оттуда на озеро Севан, на склонах Алагеза он отметил «...рыхлый черный вулканический песок, - вероятно тот самый который служит почвой для известных итальянских виноградников, дающих знаменитое вино – Лакрима Кристи» [8. с.17].

Но Докучаева В.В. в этом регионе гораздо больше интересовали черноземные почвы, похожие на черноземы европейской части России. Он писал: «...наиболее тучный чернозем, содержащий от 9 до 10% органических веществ, находится... на высоте до 2400 м, по северным склонам Алагеза и по пути оттуда к Гокче» [24. с.29].

От озера Севан Докучаев В.В. отправился через Делижанское ущелье в Акстафу, оттуда вернулся в Тифлис. Некоторые из собранных образцов почв были им отданы на химические анализы. Далее Докучаев через Гомборский перевал спустился в Кахетию, посетил Телави, осмотрел виноградники Цинандали и спустился по долине Алазани до Сигнахи, где осмотрел табачные плантации. Отсюда по «черноземному южному безлесному склону» Кахетинского хребта вернулся в Тифлис. Последним этапом плана Докучаев В.В. в Закавказье было Восточное Закавказье, после его выполнения он отправился из Тифлиса в Кура-Араксинскую низменность.

До Докучаева В.В. чернозем и другие почвы Закавказья представлялся как продукт выветривания вулканических пород, не признавая за чернозем. Против чего он решительно выступил против, он писал, что это «превосходный чернозем, до 60 см мощности, настоящий русский чернозем, ничего общего с вулканическими горными породами не имеющий. ... Типичный закавказский чернозем залегает на рыхлых продуктах выветривания вулканических горных пород» [24. с.29].

Основным результатом 2-й Кавказской экспедиции В.В. Докучаева является то, что первым доказал наличие в Закавказье черноземных почв, не отмеченных ни одним из предыдущих исследователей. В своем докладе Закавказскому статистическому комитету 7 августа 1898 г. он говорил: «На Кавказе было немало ученых натуралистов, местных и приезжих; по нем путешествовали даже специалисты почвоведы; ещё в прошлом году (1897) он был осмотрен целым съездом и русских, и иностранных геологов, а чернозем ведь не иголка» [8. с.14].

Результаты 2-й Кавказской экспедиции были доложены В.В. Докучаевым 7 августа 1898 г. на заседании Закавказского статистического комитета и в сентябре 1898 г. на заседании Кавказского отдела Императорского РГО в г. Тифлисе. По материалам II-й Кавказской экспедиции В.В. Докучаева была опубликована серия научных работ [3, 5, 6].

III-я Кавказская экспедиция В.В. Докучаева (1899)

Экспедиция была организована по инициативе и при финансовой поддержке в размере 2 тыс. руб. Кавказского отдела РГО, в ней принимали участие А.С. Мещерский, А.И. Набоких и М.В. Карчевский и она продолжалась три с половиной месяца [11]. Были исследованы: южная часть Кубанской области, Армянское плоскогорье, долины Куры, Аракса, Чороха и Борчалы. Арарат,

окрестности Гоччи (Севан), Карабах, Муганская степь, Ленкорань, северные и южные склоны Главного Кавказского хребта, Дагестан, Чечня [22]. Маршруты экспедиции проходили вдоль Черноморского и Каспийского (от Петровска до Баку) побережий, по Военно-Грузинской и Военно-Осетинской дорогами в различных районах Закавказья. Возможности экспедиции были весьма ограничены. Так, например, из сметы расходов на экспедицию, сумма которой составила 200 тыс. руб. (составлена самим В.В. Докучаевым), государство согласилось выделить лишь 2 тыс. руб. [35. с. 210]. Однако это не стало препятствием для ученого (с уже ослабленным здоровьем), взявшего на себя ответственность за осуществление намеченных планов. Некоторые труднодоступные районы Кавказа не были охвачены этими исследованиями. Однако проведенные наблюдения, а также большой объем анализов образцов почв на содержание гумуса и углекислых солей позволили получить оригинальные данные о почвенном покрове Кавказа и пополнить материал для почвенной карты Кавказа. По материалам III-й Кавказской экспедиции В.В. Докучаева была опубликована серия научных работ [7, 8, 10, 11-13, 22 и др.].

Основные результаты 3-й экспедиции заключаются в следующем [22]:

1. Было установлено распространение черноземных почв на Северном Кавказе до высот 2000 фут. (610 м), вблизи озера Гокча (Севан) и в Карсе черноземы залегают на высотах от 6000 (1840) до 7500 фут. (2200 м).
2. *Вскипающие белоземы*, встречающиеся Черноморского и Каспийского побережье только вблизи уровня моря, в Восточном Закавказье и длине Куры установлены на высотах до 2000 фут. (610 м), в долине Аракса и на оз. Гокча (Севан) даже на высотах 5000 фут. (1500 м) – 6500 фут. (1980 м).
3. На Черноморском побережье (г. Сочи) и в Ленкорани (?) был установлен *новый* для Кавказа тип почв – *подзолы*, характерные для влажных лиственных лесов и условий рельефа, благоприятных для заболачивания.
4. Было установлено, что встречающиеся в Восточном Закавказье *эйлажные* почвы на высотах от 7500 фут. (2290 м) являются *гомологами северных, рыжих дерновых почв* (Курсив Докучаева В.В.).
5. На Северном Кавказе выше границ лесов встречены почвы торфянистого типа, залегающих отдельными пятнами.
6. Был сделан вывод, что батумские *латериты* представляют собой тропические красноземы, образовавшиеся при влажном и теплом климате на богатых соединениями железа породах.
7. На основе полученных результатов исследований на Кавказе позволили В.В. Докучаеву окончательно установить на Кавказе существование *вертикальных почвенных зон – закон вертикальной почвенной зональности*.

IV-я Кавказская экспедиция В.В. Докучаева (1900)

В.В. Докучаев по приглашению Закавказского статистического комитета в рамках последнего этапа исследования почв Кавказа совершил летом-осенью 1900 г. свою 4-я экспедицию с целью изучения почв небольших районов в типичных областях и зонах Закавказья. В качестве сотрудника-практиканта по рекомендации руководителя кафедры почвоведения МГУ проф. Алексея Николаевича Сабанина (1847-1920) был приглашен С.А. Захаров, только что защитившего дипломную работу на тему «О почвах бассейна среднего течения Куры», в последующем ученика Докучаева В.В. и известного ученого – почвовед.

Как вспоминает С.А. Захаров В.В. Докучаев посвятил его в следующий план проведения исследований: «Сначала мы проведем 1-1^{1/2} месяца в Лорийской степи и изучим там подробно горные черноземы Кавказа. Далее отправимся в Боржом для изучения местных темных лесных почв (там в настоящее время установлены темно-коричневые карбонатные лесные почвы – «буроземы» Романна). Оттуда поднявшись по течению куры до Абас-Тумана, мы перевалим через

Зекарский перевал в бассейн Риона, посетим окрестности Кутаиса, далее поднимаемся в горную область Сванетию для изучения горнолуговых почв. На обратном пути мы посетим окрестности Батума, а оттуда заедем в Баку, чтобы познакомиться со светлосемами» [31., с.44].

Из Тифлиса Докучаев В.В. вместе с Захаровым С.А. выехал в Джалал-Оглы (Степанаван), являющийся центром Лорийской степи, однако, достаточно тяжелая дорога подорвала здоровье В.В. Докучаева и в связи с этим основные маршруты в пределах Лорийской степи были выполнены Захаровым С.А. Несколько оправившись от болезни, В.В. Докучаев выполнил небольшой маршрут до с. Воронцовка, лежащее на северной границе Лорийской степи. Жителями этого села являлись русские молokane, сосланные Николаем I на «погибельный Кавказ». Своим трудолюбием им удалось в суровых условиях нагорья развить эффективное молочное альпийское скотоводство. Здесь участники экспедиции встретили черноземы, сформированные на толще валунов и гальки и связанные с луговыми полуболотными почвами [31]. Из Лорийской степи экспедиция Докучаева В.В. оправилась в западную Грузию в Сакарский заповедник. В связи с болезнью В.В. Докучаева экспедиция здесь продолжалась всего несколько дней, но тем не менее, были собраны образцы местных подзолов (желтоподзолистых почв) и образцы из обнажений «латеритных» почв и коры выветривания [31]. Из Лорийской степи экспедиция вернулась в Тифлис, где В.В. Докучаев принял решение прочесть серию научно-популярных лекций по основам почвоведения и результатам своих исследований на Кавказе. По материалам IV-й Кавказской экспедиции В.В. Докучаева была также опубликована серия научных работ [14, 15, 23 и др].

Картографические работы по Кавказу

В 1879 г. была опубликована Почвенная карта Европейской России, составленная В.И. Чаславским (масштаб 1: 2520 000). Подробный объяснительный текст к карте составил В.В. Докучаев под заглавием «Картография русских почв». Эта карта была значительно более уточнена и детализирована, по сравнению с более ранними картами, составленными в 1853, 1857 и 1869 гг. на основе карты К.С. Веселовского 1851 г., где показаны 8 видов почв [36]. На карте 1879 г. 32 условных знака для отображения почв. На ней показаны виды почв Кавказа лишь частично на севере, ограничиваясь линией по городам Темрюк, Екатеринодар (Краснодар), Майкоп, Баталпашинск (Черкесск), Пятигорск, Моздок, далее на восток вдоль реки Терек до Кизляра и устья Терека. Карта, по мнению В.В. Докучаева имела ряд существенных недостатков [28].

В 1889 г. в Париже проходила выставка, на которой были представлены публикации, карты, диаграммы по почвам России, а также 109 образцов почв, среди которых 5 образцов почв Северного Кавказа. В обзоре почвенной коллекции про почвы Северного Кавказа В.В. Докучаев писал: «Северные склоны (плато) Кавказа. Типичный чернозем встречается отдельными участками, по крайней мере, до высоты 2600 метров; цвет почв — темный; мощность около 50 сант.» [21., с. 8]. Среди опубликованных работ на выставке была представлена работа ученика Докучаева В. Сертьева (?) «Анализ почв северного склона Кавказских гор» [21. С.32].

Известно, что в 1900 г. в Париже на всемирной выставке была представлена первая почвенная карта Кавказа, составленная В.В. Докучаевым, на основании исследований, проведенных на Кавказе, в период с 1898 по 1900 гг.

Работа над картой велась участниками Кавказских экспедиций - А.И. Набоких, М.В. Карчевским и А.С. Мещерским под руководством и непосредственном участии В.В. Докучаева. Масштаб карты 40 верст в дюйме (1:680 000). Для её составления было сделано 240 анализов кавказских почв. Было выделено зональное распространение шести главнейших почвенных типов Кавказа, с указанием соответствующих высот над уровнем моря. «На Кавказе почти рядом лежат и черноземы, и подзолы, и лесные земли, и тропические красноземы (латериты), и солонцы...

И в тоже время все это до чрезвычайности пестрое почвенное стадо легко укладывается в ту же самую схему, которая отчетливо выражена в равнинной Европейской России» - писал В.В. Докучаев А.А. Измаильскому [37., с. 142].

Описание содержания карты мы находим и в Известиях Кавказского отдела Императорского русского географического общества за 1900 г.: «На карте весь обширный (до 24 млн. десятин), крайне разнообразный и богатый (чай, виноград, хлопок, высшие сорта табаку, даже маслина) по своей сельскохозяйственной культуре край распадается всего лишь на шесть главных почвенных районов или полос, чрезвычайно резко приуроченных к высоте местности, характеру климата (особенно осадкам) и дикой растительности. Интересно, что на Северном Кавказе чернозем залегает лишь до высоты 1-1½ тыс. футов, на южном склоне Главного Кавказского хребта – на высоте до 2 тыс. фут., а в Закавказье на Карсском плато в Лорийской базальтовой степи – на высоте 5-7 тыс. фут. Еще дальше на юге, на северных склонах Арарата и на юго-восточной границе с Персией русский кормилец, наш тамбовский чернозем, с его характерной растительностью, видимо, поднимается до высоты 8-9 тыс. футов над уровнем моря» [Известия КО ИРГО, 1900. Т.13. Вып.2. III. Смесь. с.59]. В научной литературе того времени широко освещался факт составления этой карты. В частности в Ежегоднике геологии и минералогии России имеется следующее сообщение: «Профессором В.В. Докучаевым для Парижской выставки 1900 г. изготовлена первая почвенная карта Кавказа. На карте показано распространение главнейших почвенных типов: тундрового, лесного, черноземного, каштанового и красноземного или латеритного.» [Ежегодник геологии и минералогии России, 1900-1901. Т.4. Отд.1. с.37]

На заседании Почвенной комиссии под председательством Танфильева Г.И. 28 марта 1901 г. была продемонстрирована почвенная карта Кавказа. В протоколе заседания Почвенной комиссии есть следующая запись: «...П.В. Отоцкий демонстрировал рукописную почвенную карту Кавказа, в масштабе 40 верст в дюйме, составленную В.В. Докучаевым и его помощниками, гг. Мещерских и Набоких. По своей точности и значению она вполне соответствует известной карте черноземной полосы России того же автора (Докучаева). На карте изображены шесть крупных зональных типов почв: почвы эйлажные (бореальные), лесные, черноземные, каштановые, бурые и азральные; кроме того, почвы азональные (ненормальные): аллювий, россыпи и др. При первом взгляде, почвы распределены вполне беспорядочно и дают картину чрезвычайно пеструю, но если их расположить по абсолютным высотам, как то сделано на демонстрируемый диаграмме, то обнаружится чрезвычайно правильная вертикальная зональность их расположения. Докладчик дал краткую характеристику главнейших почв и показал снятые с природы разрезы некоторых из них, исполненные в красках.» [В.В. Докучаев. Сочинения. Т. VIII. М., 1961. с. 102]. Судьба этой карты пока остается нами не выясненной.

В 1901 году была издана новая почвенная карта Европейской России (масштаб 1: 2520 000), составленная Сибирцевым, Танфильевым и Ферхминым по инициативе Докучаева, по его плану и под непосредственным руководством. В 1902 году опубликован «Краткий пояснительный текст к почвенной карте Европейской России 1901 г.», где выделены главные отличия новой карты от изданной в 1879 г., на ней Кавказ показан. В.В. Докучаев наряду с научными исследованиями в этот период уделял много внимания научно-просветительской деятельности. 19 сентября 1898 г. он выступил на собрании Императорского Кавказского общества сельского хозяйства с докладом «О почвах Кавказа», стенограмма которого была опубликована в двух номерах газеты «Кавказское сельское хозяйство» в 1898 г.[11], на заседаниях Кавказского отдела Императорского Русского географического общества и др. Отчеты исследований Докучаева на Кавказе широко освещались в местной печати: в газетах «Кавказское сельское хозяйство» в 1898-1900 гг., «Кавказ» в 1898.

Необходимо отметить об том огромном значении, которое сыграли исследования В.В. Докучаева на Кавказе. Как писал в своих воспоминаниях его ученик С.А. Захаров «... Докучаев открыл Кавказ для почвоведов, возбудил интерес к его многогранной и красивой природе, показал те закономерности и распределения почв, которые так выступают в этой типичной горной стране» [31., с.49]. В своей телеграмме «О почвах Кавказа», направленной В.В. Докучаевым X съезду естествоиспытателей и врачей в Киеве в 1898 г., в которой он кратко

сформулировал свой закон в вертикальных почвенных зонах, только что установленный им находясь на Кавказе, он писал: «Кавказ является классической страной для изучения тех закономерных соотношений, какие существуют между живой и так называемой мертвой природой, между землей, водой и воздухом, с одной стороны, растительностью и животным миром, с другой. Нигде, как на Кавказе не выражена с такой ясностью и отчетливостью та теснейшая генетическая связь, какая от века существует между природой и её мнимым господином – человеком, со всей его материальной и духовной культурой» [6].

Отметим также, что работы В.В. Докучаева объединяют тех, кто занимается вопросами истории развития наук о Земле. «Это был русский самородок, шедший своим путём, всецело сложившийся в России» – так о В.В. Докучаеве сказал В.И. Вернадский [27, с. 108].

Литература

Труды В.В. Докучаева по Кавказу

1. Докучаев В.В. Русский чернозём. СПб.: Изд. Имп. Вольного экон. об-ва, 1883. 528 с.
2. Докучаев В.В. Предварительный отчет по исследованию юго-восточной части черноземной полосы России // Тр. Вольн. экон. об-ва. 1879. Т. 1. Вып. 1. С. 8-26. Отд. изд. СПб.: тип. т-ва Обществ. польза, 1879. 20 с.
3. Докучаев В.В. О почвах Кавказа // Газета «Кавказское сельское хозяйство», 1898. №№ 39(246), 40(247).
4. Докучаев В.В. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны Кавказа // Газета «Кавказ», 1898. №№ 253, 256.
5. Докучаев В.В. Почвенные зоны вообще и почвы Кавказа в особенности // Изв. Кавказск. отд. РГО. 1898. Т. 12. Вып. II. С. 119-128.
6. Докучаев В.В. О почвах Кавказа // Дневник 10 съезда рус. естествоисп. и врачей в Киеве. № 7. Киев: тип. Кульженко. 1898. С. 252; То же // Кавказск. с.-х. 1898. № 244. С. 578; № 246. С. 613-616; № 247 С. 627-629; // Новое обозрение. 1898. № 5044. 11 сент.; // Русское садоводство. 1898. № 43. С. 680-684; № 44. С. 694-697.
7. Докучаев В.В. Вертикальные зоны Кавказа и их значение для сельского хозяйства и переселенческого вопроса // Сельскохоз. журн. 1899. № 8. С. 69-70.
8. Докучаев В.В. Доклад Закавказскому статистическому комитету об оценке земель вообще и Закавказья, в особенности: Почвенные горизонтальные и вертикальные зоны. Тифлис: тип. Канцелярии главноначальника гражданской части на Кавказе, 1899. 19 с.
9. Докучаев В.В. Кавказская экскурсия профессора Докучаева // Почвоведение. 1899. № 3. С. 211-212.
10. Докучаев В.В. Поездка по чернозёмной полосе Южной России, Закавказью и Туркестану в 1898 г. // Ежегодник по геологии и минералогии России. 1899. Т. 3. Отд. 1. С. 126.
11. Докучаев В.В. Предварительный отчет об исследованиях на Кавказе летом 1899 г. // Изв. Кавказск. отд. РГО. 1899. Т. 12. Вып. 3. С. 288-318; То же // Кавказск. с.-х. 1900. № 355. С. 667- 670; №356. С. 686-687; № 357. С. 705-708; № 358. С. 722-724; № 359. С. 733-739; № 361; С. 769-771; № 362. С. 784-786; То же // Кавказ. 1900. № 287; № 288; № 298; № 308; № 309. Отд. изд. Тифлис: тип. Козловского, 1900. 32 с
12. Докучаев В.В. О результатах исследований почв Кавказа // Кавказ. 1900. № 78. 22 март.
13. Докучаев В.В. К учению о зонах природы: Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. СПб.: тип. СПб. градоначальства, 1899. 28 с
14. Докучаев В.В. Основы почвоведения // Газета «Кавказ», 1900. № 224. 25 авг.; № 238. 8 сент.; То же // Почвоведение. 1901. № 1. С. 101-102.
15. Докучаев В.В. Основы современного почвоведения // Кавказск. с.-х. 1900. № 346. С. 522; № 347. С. 538; № 348. С. 555-556; № 349. С. 574.
16. Докучаев В.В. Поездка на Кавказ летом 1899 г. // Ежегодник по геологии и минералогии России. 1901. Т. 4. Отд. 1. С. 87-88.
17. Докучаев В.В. Предварительный отчетъ объ изследованіяхъ на Кавказѣ лѣтомъ 1899 года // Известія Кавказскаго отдѣла Императорскаго Русскаго географическаго обществ, 1899. Т. 12. Вып. III. С. 288-318.
18. Докучаев В.В. Почвенные зоны вообще и почвы Кавказа в особенности // Известія Кавказскаго отдѣла Императорскаго Русскаго географическаго обществ, 1899. Т. XII. Вып. II. С. 119-128.

19. *Профессоръ Докучаевъ В.В.* Къ учению о зонахъ природы. Горизонтальныя и вертикальныя почвенныя зоны. СПб., 1899. 28 с.
20. *Докучаев В.В.* Доклад Закавказскаго статистическому комитету об оценке земель вообще и Закавказья в особенности. Почвенные горизонтальныя и вертикальныя зоны. Тифлис, 1899.
21. Краткій научный обзоръ почвенной коллекции, выставленной в Париже профессором В.В. Докучаевымъ и его учениками. СПб, 1889. 33 с.
22. Кавказская экскурсия профессора Докучаева летом 1899 г. // Почвоведение, 1899. №3. С.341-342.
23. Докучаев В.В. Главнейшыя типы почв Кавказа // Тр. СПб. об-ва естествоисп. 1901. Т. 31. Вып. 1. № 3. Проток. С. 128-129.
24. *Докучаев В.В.* Учение о зонах природы. М.: Географиздат, 1948. 64 с.
25. *Докучаев В.В.* Избранные труды (ред. академика Полюнова Б.Б.). М.: Издательство Академии наук СССР, 1949. 643 с.
26. *Докучаев В.В.* К учению о зонах природы // Докучаев В.В. Сочинения. Т.VI. М.-Л.: АН СССР, 1951. С.398-414.

Публикации о жизни и научной деятельности В.В. Докучаева

27. *Вернадский В.И.* Очерки и речи. Т. 2. Петроград: Научхимтехиздат, 1922. 124 с.
28. *Виленский Д.Г.* Русская почвенно-картографическая школа. М.-Л., 1945
29. *Головлёв А.А.* В.В. Докучаев в Чечне // Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы развития природы и общества. Матер. Междунар. науч. практ. конф. Смоленск: Универсум, 2006. С. 11-15
30. Дорога Василия Васильевича Докучаева (Северный Кавказ) / *Александровская О.А., Гагаева З.Ш., Керимов И.А. и др.* // История науки и техники в свидетельствах и памятниках. Материалы научной конференции. Москва, 24 апреля 2014 г. М.: ИИЕТ РАН, 2014. С.34-35.
31. *Захаров С.А.* Последние годы деятельности В.В. Докучаева // Почвоведение, 1939. №1. С.43-50.
32. *Зонн С.В.* История почвоведения в России в XX веке (неизвестные и забытые страницы). М.: Институт географии РАН, 1999. Ч. I. 376 с. Ч. II. 579 с.
33. *Кирьянов Г.Ф.* Василий Васильевич Докучаев (1846-1903). М.: Наука, 1966. 292 с.
34. *Крупенниковы И. и Л.* Путешествия и экспедиции В.В. Докучаева. М., 1949. 286 с.
35. *Крупенниковы И. и Л.* Василий Васильевич Докучаев: 1846-1903. М.: Молодая гвардия, 1949. 286 с.
36. *Соболев С.С.* О развитии географии и картографии почв в России (от Древней Руси до Докучаева). // Почвоведение, 1945. № 5-6. С. 242-249
37. *Танфильев Г.И., Ферхмин А.И.* Краткий объяснительный текст Почвенной карты Европейской России, изданной в 1901 году. СПб, 1902. 19 с. Табл.
38. *Чебатарева Л.А.* Василий Васильевич Докучаев // Докучаев В.В. Сочинения. Т.IX. М.-Л.: АН СССР, 1961. С.138-152.

IDENTIFICATION AND MAPPING VIRGIN LANDSCAPES IN GEORGIA

Beruchashvili N. N.

Head of GIS and Cad Design Unit Georgian Oil and Gas Corporation

PhD st. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Georgia

e-mail: nberuchashvili@gmail.com

Abstract

Virgin landscapes are unique natural complexes that represent the natural areas least affected by human economic activity. These landscapes ensure the survival of the most vulnerable plant and animal species. Here, forests, one-of-a-kind mountain meadows, marsh tracts and other ecosystems are preserved in their virgin state. These landscapes are uninhabited by humans and unmarked by roads or highways, and thus serve as the most reliable reservoirs of clean air.

Virgin landscapes, about 2000 years ago, covered 80% of Europe. These landscapes were further destroyed in the 20th century. Now they make up no more than 1% of all of Europe. By the beginning of the 21st century, virgin landscapes were preserved only in a few geographical locations, including Europe's northeast, the Caucasus, and Georgia (N.N. Beruchashvili, in «Biological and Landscapes Diversity of Georgia», 2000). Whit Gibbons, an environmental professor, has defined virgin forests as: The original meaning is simple, from the word meaning «chaste», representing a forest that has never been timbered and in which the dominant, old-growth tree species have reached their maximum ages. The International Union of Forest Research Organizations extends this view to include young growth: There seems to be general agreement that not every virgin or primeval forest is of great age; that young stands may be of virgin or primeval character although they are not old growth. These would be stands that have regenerated after natural disturbances and have not been subjected to human disturbances. Virgin landscapes are unique natural complexes that, among other things:

- regulate climate; for example, they store large amounts of carbon dioxide that would otherwise contribute to greenhouse gases;
 - maintain water cycles and freshwater resources;
 - ensure the survival of unique and endangered species;
 - protect one-of-a-kind mountain meadows, marsh tracts and other ecosystems within their territory;
 - prevent soil erosion and flooding of streams;
 - provide ecological refuges for indigenous knowledge
- Why protect Georgia's virgin landscapes?

- The virgin landscapes of Georgia are especially valuable because of their rich biodiversity and uniqueness. They are the fundamental natural wealth of the country;

- Forests cover about 38%, of which a small percentage is virgin;

The ecosystems are diverse, ranging from sub-alpine to flood-plain forests. However, human activity is beginning to destroy these landscapes. A great number of projects, have been planned or carried out recently. These include:

- the transport corridor «Europe-Caucasus-Asia»;
- new oil pipelines;
- a government forestry development project that wants to escalate logging, which may eventually destroy most of Georgia's forests;
- economic development projects such as agriculture and tourism in Georgia All these projects have, to a certain extent, environmental issues and concerns that must be resolved.

The fundamental problems of geography and ecology of Georgia is Identifying and mapping Virgin landscapes. This problem is important not only for Georgia, but for all of Europe, as it is in our

country that the last tracts of virgin European mountain forests are preserved. Several concrete tasks arise from this problem. They are:

1. Developing the methodology of identifying virgin Landscapes.
2. Mapping of potential Virgin Landscapes of Georgia.
3. Verification the Map of potential virgin landscapes.
4. Analyses the Map of potential virgin landscapes, ect.

The entire area potential virgin landscapes of Georgia amounts to 7,024 square km., or 10% of Georgia's territory (N.N. Beruchashvili, 2007, 2014). Georgia has one of the last tracts of virgin European mountain forests [9], [11]. These forests are not only of scientific interest, but they are also an important resource. They are home to a high level of biodiversity. Combine this with the rich cultural-historical heritage of this ancient country, and you have the makings of a place that is beautiful in its environment and in its society.

Key words: potential virgin landscapes, mountain, forests.

Introduction

Landscapes of Europe are intensely transformed by man. If 2000 years ago virgin landscapes, untouched by human activity, had covered 80 percent of Europe's territory, towards the end of the 19th century their area had been reduced to 10-15 percent. These landscapes were destroyed with particular intensity in the 20th century. Their areas decreased by more than 10 times and now they make up no more than one percent of all of Europe.

By the beginning of the 21st century virgin landscapes were preserved only in Europe's northeast, the Russian Federation Republic of Komi and Karelia, and in the Arkhangelsk and Perm regions [14], [15].

Virgin landscapes of Georgia are the fundamental natural wealth of our country. Their sustainable development and conscientious use can produce significant economic benefit. The fundamental problems of geography and ecology of Georgia is Identifying and Mapping Virgin Landscapes. This problem is important not only for Georgia, but for all of Europe, as it is in our country that the last tracts of virgin European mountain forests are preserved. Several concrete tasks arise from this problem.

They are: Developing the methodology of identifying virgin Landscapes; Mapping of potential Virgin Landscapes of Georgia; Verification the Map of potential virgin landscapes; Analyses the Map of potential virgin landscapes [5].

Virgin landscapes are unique natural complexes that represent the natural areas least affected by human economic activity. These landscapes ensure the survival of the most vulnerable plant and animal species. Here, forests, one-of-a-kind mountain meadows, marsh tracts and other ecosystems are preserved in their virgin state. These landscapes are uninhabited by humans and unmarked by roads or highways, and thus serve as the most reliable reservoirs of clean air.

A landscape is understood as a natural complex that is formed under the conditions of a homogenous geological basis, in a single type of dominating relief (for example, alpine ancient glacial, flat-country accumulative, etc.) and homogenous climate (humid subtropical, moderate dry, etc.). In these conditions the combination of vegetation and soil characteristic to the landscape is formed. It is of great significance that a landscape is a result of the successive joining of smaller natural complexes – the facies. They are closely interconnected and dependent on one another in creating the framework of the landscape. The area of landscapes in mountainous countries ranges from a few square kilometers to dozens upon dozens of square kilometers. Landscapes are transformed to some extent by man. The extent of man's effect depends on the amount of the area of the landscape that is occupied by cultivated land, cities and villages, as well as industrial and hydro-technical constructions, roads and other units. The anthropological influence on a landscape can be defined as follows [3], [4], [1]:

1. Virtually unchanged landscapes – less than 5 percent of the landscape has been changed as the result of human activity; 2. Slightly changed – 5-20 percent; 3. Moderately changed – 20-50 percent; 4. Considerably changed – 50-80 percent; 5. Greatly changed – 80-95 percent; 6. Almost entirely changed 95-100 percent. Virgin landscapes constitute special “zero” groups [5]. Their areas are altogether unmarked by evidence of human activity. For extended periods of time these sites have remained untouched by human habitations, cultivated parcels, roads, or industrial units. These landscapes cannot be used for intensive tourism. If visitors attend these landscapes it is very seldom and their presence does not result in any changes in the landscapes. Thus, a virgin landscape is a rather large territory of more than a number of square kilometers, which possesses the entirely preserved framework of its natural complexes, and is virtually untouched by immediate human activity.

Materials and Methods

The main materials for this work were topographic maps with a scale of 1:50 000, space images, forest assessment maps (taxation) and maps of forest inventory. Geo-information system of Georgia, scale 1: 200 000 (N.L. Beruchashvili, 1996, 1998, 2000, in the vectorization of layers of which we also took an active part), the landscape map of Georgia (compiled by Professor Niko Beruchashvili, 2000) [5] and the landscape map of the Caucasus N. L. Beruchashvili, 1979).

Methodic of landscape research is represented in different scientific research works. They are Beruchashvili, Zjuchkova, 1997) [3], monograph “Geosysteme at Paysages”[4].

Towards compiling a plan of unknown virgin landscapes of Georgia a *special methodology* has been developed [5], [6]. The essence of this approach lies in the detailed analysis of topographic maps. Topographic maps with the scale of 1:50,000 were used to define the outlines of possible virgin landscapes in Georgia. In defining these borders we were guided by the following principles: 1. On the territory of virgin landscapes there must not be a single settlement of either a permanent or temporary population (sheds, winter-shelters, or any structure that could be used as temporary lodgings). 2. The distance from a virgin landscape to the nearest permanent settlement must be no less than 2 km. and access to the virgin landscape must be limited by natural obstacles – rocky or very steep slopes, deep ravines or canyons, forests with Colchian ever-greens and their nearly impassable undergrowth, etc. 3. The distance from the site of a temporary population, a nomads’ camp, for example, must be no less than 0.5 km. and, as previously mentioned, access must be limited by natural obstacles. 4. The territory of a virgin landscape must not be crossed by a single motorway, road or footpath. The distance from the nearest path must not be less than 0.2-0.5 km, and natural obstacles must limit access from the path to the virgin landscape. 5. When selecting possible virgin forests in alpine and winter pasture regions used for livestock grazing, great attention was paid to the relief. Only very steep slopes (above 35-40°) rocks, glaciers and territories with an elevation above 2800-3000 were qualified as virgin landscapes. 6. A great importance was attached to the general evaluation of phisico-geographical situations and to the ethnographic employment traditions of the territories. For instance, the Svans, Khevsuretians and other mountain people exploit alpine territories more intensively than the Abkhazians or Kakhétians. Because of this, one must employ stricter criteria than in Kakheti or Guria while selecting possible territories of virgin landscapes. 7. Finally, by definition, a virgin landscape must be a landscape and not a facies. It must be a complete natural structure, and not a tract fragmented into separate parts. In principle, separate virgin facies can occur in the immediate surroundings of Tbilisi. However large territories of virgin landscapes are not found in the surroundings of large cities. As previously mentioned, virgin landscapes within Georgia cover areas of more than a few square meters. Thus, the criterion has been established that the area of a virgin landscape must be no less than 1000 hectares (10 sq.km.). It is also admirable that there are virgin territories with smaller areas, but only a field expedition could reveal them. This is why the criteria of 10 sq. km. for all of Georgia has been accepted.

Results

The Selection of a Virgin Landscape on a Topographic Map scaled 1:50 000. This landscape was selected on the southern slopes of the Kakheti Caucasus, in the Kvareli region. The territory includes the gorge of the river Baskintela. While compiling the map of potential virgin landscapes of Georgia, 220 sheets of topographic maps (1:50,000) were analyzed. It was hard and labor-consuming work. Of 220 sheets of maps scaled at 1:50,000, possible virgin landscapes were found on 80 sheets.

As a result of GIS analyses a map has been compiled showing the distribution of virgin forests over Mkhare and over the landscapes of Georgia. Most of the area in Samegrelo and Upper Svaneti is covered by virgin landscapes. This area exceeds 25 percent of the entire area of the region. In all provinces of west Georgia, as well as in Mtskheta-Mtianeti and Kakheti, indices are above average. Relatively low indices are found in the districts of central Georgia – Kvemo, Shida Kartli, and Samtskhe-Javakheti. The basic scientific result of our work is a compiled map of potential virgin landscapes of the Oni district (Fig. 1 - a, b).

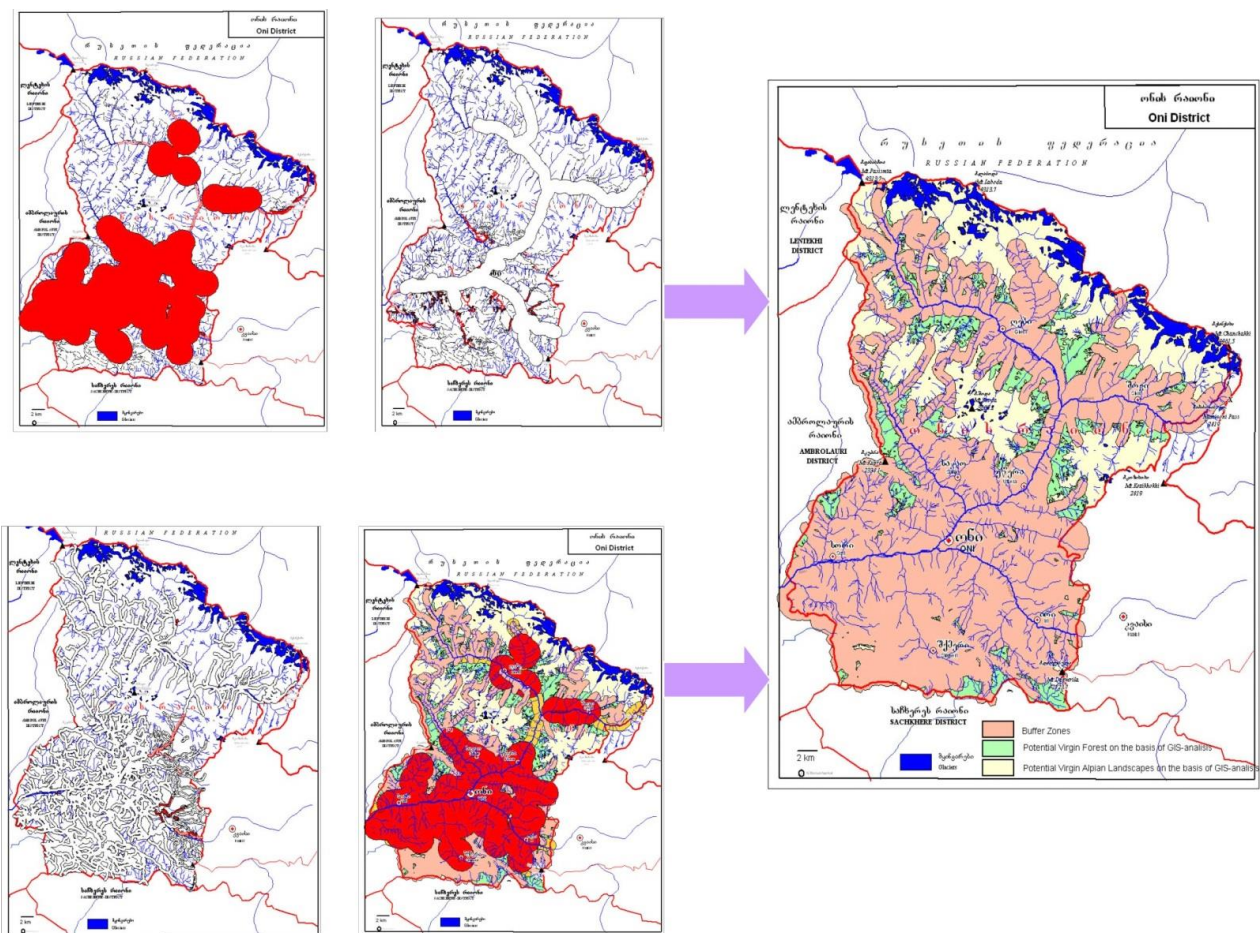


Fig. 1- a. GIS analysis for Mapping Virgin Landscapes

If the map verification results of Oni are to be considered satisfactory, its precision should be accurate to 80-90 percent. This allows the possibility of conducting GIS analyses of the map, as well as some scientific generalizations. The entire area of potential virgin landscapes of Georgia amounts to 7,024 square km., or 10 percent of Georgia’s territory. Of these areas: Marshes are presented by 5 areas and 162 square km.; Virgin forests – by 187 areas, 4015 sq.km.; Alpine landscapes – 88 areas, 2828 sq.km.

Virgin landscapes spread show that they are part of the Greater Caucasus Range, the west part of the Lesser Caucasus Range (Adjarian – Imeretian range) and most of the Kolkhian lowlands. There are an especially significant number of virgin landscapes situated on the “triangle” of Greater and Lesser Caucasus ranges, facing the Black Sea – the Gagrian, Bzibian, Egrisian, and Ajara-Imeretian ranges. Along with the complex and inaccessible relief, quite a warm and humid climate is observed in this region. This climate is favorable for the formation of the impenetrable Colchian mountainous forest and evergreen undergrowth. Quite a few virgin landscapes are found on the Kakhetian Caucasus as a solid wall.

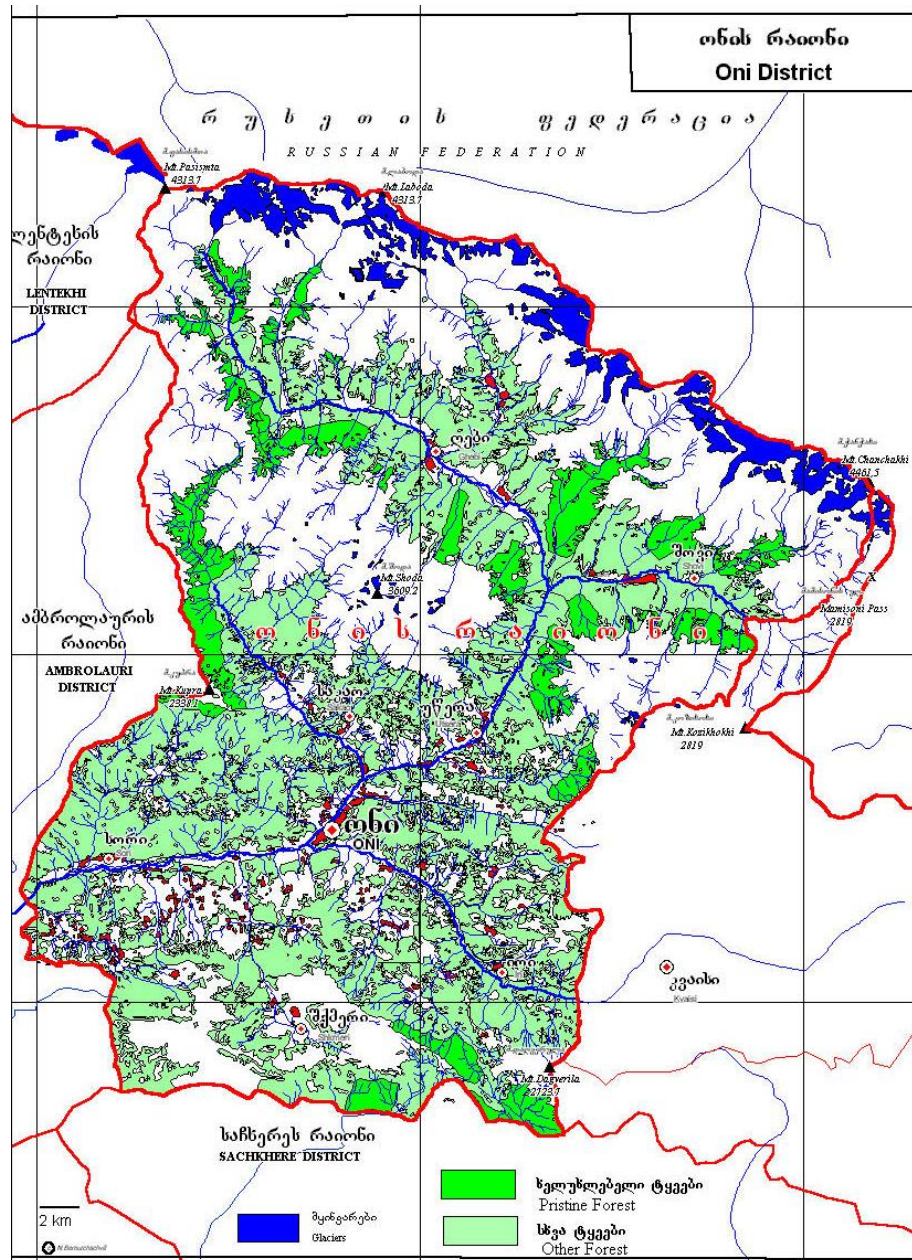


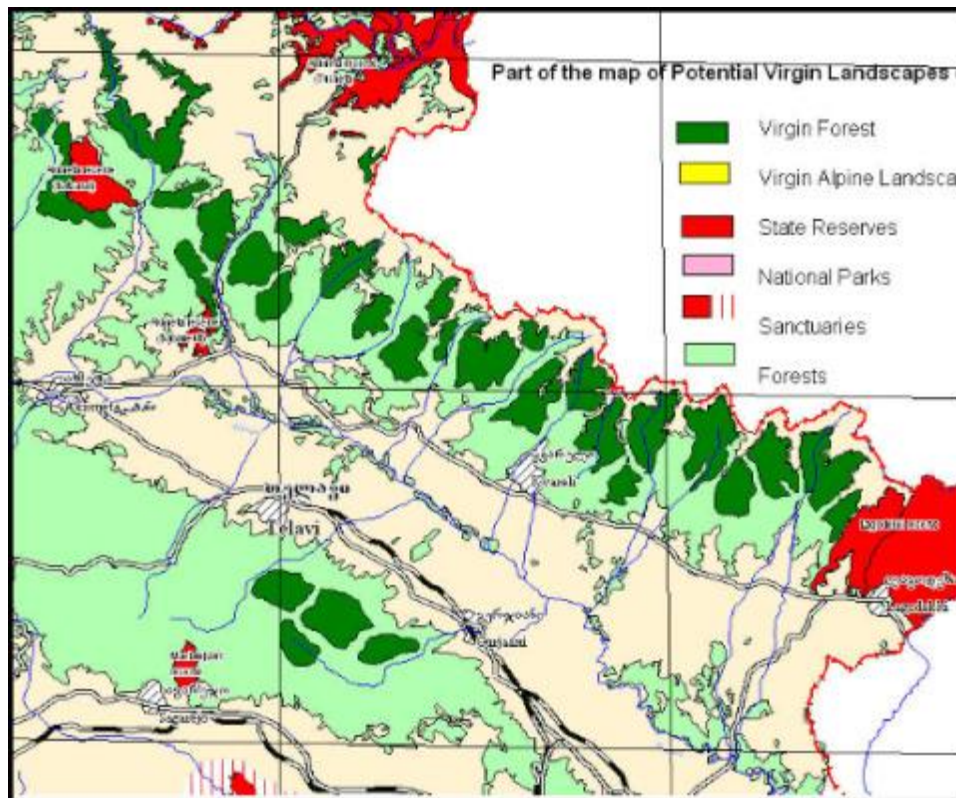
Fig. 1 - b. Potential Virgin Landscapes of the Oni district

The steep slopes of the Greater Caucasus range are juxtaposed over the fertile Alazani Valley. These slopes are impermeable and rarely visited by the local population; this factor creates favorable conditions for preserving the region’s virgin forests. It is notable that in regions populated by

mountain-dwellers (Svaneti, Racha, Khevsureti, Khevi and Tusheti) virgin forests are comparatively rare. This is conditioned by the fact that mountain-dwellers have been accustomed since ancient times to their landscapes' style of life and have historically made use of virtually all kinds of territories for hay mowing, pastures and land-cultivation. In addition, they intensively use forest resources. This is the reason that the virgin forests are scarce there. Yet large areas of alpine virgin landscapes free from any traces of human impact are preserved on steep, rocky slopes, often covered with glaciers.

In the eastern part of the Lesser Caucasus, on the Trialeti range, the number of virgin landscapes are few. The range is distinguished by a great number of raised, leveled surfaces. The region's relatively dry and warm climate, along with its gentle slopes, is favorable for land cultivating. Virgin landscapes are virtually not found on the plateau of Akhalkalaki and Dmanisi and the whole in between - the mountainous lowlands of Georgia, from Samegrelo to Kakheti and Kvemo-Kartli. Virgin landscapes are primarily spread in mountainous and especially alpine landscapes (Fig. 2).

Fig. 2. Part of the map of Potential Virgin Landscapes



Glacial landscapes almost completely belong to the virgin category. A high percentage of virgin landscapes are found in alpine meadows, Kolkhian mountainous and mid-mountainous beech-coniferous landscapes. Virgin landscapes are virtually absent in east Georgia's (Kakhetian) temperate-humid landscapes and in the mountainous steppe landscapes of Javakheti and Samtskhe. Virgin landscapes are found in the reserves of plateau and foothill steppe landscapes.

Conclusions

At the conclusion of our work, it should be noted once more that we have compiled the preliminary mapping of the spread of virgin landscapes. In order to compile a final map, it is necessary to carry out field research expeditions. The most important task of geography and ecology in Georgia is to describe and create a GIS system and plan further activities towards to conservation of virgin landscapes. It should be remembered that virgin landscapes of Georgia are not only of scientific interest, but are also

an important resource of our country. Virgin landscapes are the important resources for developing the “extreme tourism”. Why Georgia and not tropical woods of southern America, desert of Africa or taiga of Siberia and Canada? Because here are favorable natural conditions – there are no extremely high or low temperatures, high humidity, mosquitoes, poisonous snakes or the danger of catching the tropical fever. In contrast with these countries, Georgia possesses high level of landscape diversity and on a small territory, extraordinary diversity of natural landscapes are found; finally, here natural landscapes are combined with rich cultural-historical heritage of this small but ancient country. Through the rational use of this resource, recreation and tourism, for example, the virgin landscapes of Georgia can be of great economic benefit to our country.

Acknowledgements

Author expresses his gratitude to Professor Niko Beruchashvili, which has had an enormous impact on our scientific thinking, and others, with whom he was on an expeditions and had the opportunity to learn a lot.

REFERENCES

- [1] Beruchashvili N.L., Chauke M., Sanchez-Crispin A. Geographical perspectives on Sustainable Development. Rome. Moscow, Beijing, 2004 (CD in English, Spanish, Chinese language) 64 p.
- [2] Beruchashvili N.L. The Caucasus: Landscapes, Models, Experiments - UNEP, GRID Arendal, WORLD BANK, Tbilisi, Ed. Tbil.St.Univ., 1995, 314 p. (in Russian, English)
- [3] Beruchashvili N.L., Zjuchkova V.K. Methods for complex physical-geographical investigation: The Manuel. –Moscow University Press, 1997. - 320p. (in Russian)
- [4] Rougerie G., Beruchashvili N.L. Geosystems et Paysages. Bilan et Methodes", Paris, Armand Colin, 1991, 302 p.
- [5] Book «Biological and Landscape Diversity», WWF-WB, 2000, Tbilisi, p. 428
- [6] Beruchashvili N.N. Use Remote Sensing for Study of Virgin Landscapes, in Abstract Book of 53rd IAF Congress, European Student Outreach Programme, October 10-19, 2002 – Houston, Texas, USA, p.161
- [7] Beruchashvili N.N. Use Remote Sensing for Study Behavior of Landscapes in Time and Methodology of Creation of Cartographical Animation Films Based on GIS, in Abstract Book of 55th IAF Congress, Student Participation Programme, October 4-8, 2004 – Vancouver, Canada, p.32
- [8] Jamaspashvili N., Maisuradze R., Seperteladze Z., Beruchashvili N.N., Inashvili N., Khardziani T. Book: Georgia Landscape Map and Geographic Information System. Shota Rustaveli National Science Foundation, TSU, Tbilisi, 2012, 488 p.
- [9] Jamaspashvili N., Nikolaishvili D., Beruchashvili N., Beruchashvili L., Sharashenidze M. CLIMAT CHANGE IMPACTS ON THE FOREST LANDSCAPES OF CENTRAL PART OF SMALL CAUCASUS., SGEM2014 Conference Proceedings, BOOK 3, VOLUM 2, 331-338 pp, 2014, ISBN 978-619-7105-14-8 / ISSN 1314-2704; 2015, doi:10.5593/SGEM2014/B32/S14.045
- [10] Jamaspashvili N., Matchavariani L., Beruchashvili L., Beruchashvili N.N., Paichadze N. ECOLOGICAL CORRIDORS AND SPATIAL ORGANIZATION FOR PROTECTED AREAS OF THE SMALL CAUCASUS, GEORGIA. // Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Ge., 2014, Book 5, Vol. 1, 221-228 pp.; ISBN 978-619-7105-17-9/ISSN 1314-2704; 2015, DOI: 10.5593/SGEM2014/B51/S20.031
- [11] N. Jamaspashvili N. Beruchashvili, L. Beruchashvili, M.Sharashenidze. LANDSCAPE-ECOLOGICAL APPROACH TO FOREST MANAGEMENT. Special Issue of AJEP Environmental Protection, SciencePG , Abstracts Book of the ICAE-2015. p. 71-72
- [12] Georgia: Conservation of Forests and Sustainable Use, (WWF edition, 1999)
- [13] Global Biodiversity Assessment, V.H. Heywood & R.T. Watson (Eds.), Cambridge University Press, 1995, 1037 p.
- [14] Rodenburg E, Tunstall D, van Bolhuis F., Environmental Indicators for Global Cooperation, Washington, World Bank, UNEP, 1996, 40 p.
- [15] Valuing the Global Environment: Action and Investments for a 21st Century, Global Environment Facility, Washington, 1998, 162 p.

ПОСТАГРИКУЛЬТУРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ДИНАМИКА

Амбурцева Н.И.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: Guzel_nataly@mail.ru

Сельскохозяйственные земли, возделываемые в течение нескольких веков, составляли основу экономического потенциала региона. А развитие сельского хозяйства было одним из первых и наиболее мощных факторов воздействия на природную среду. Сельскохозяйственная освоенность региона динамично менялась, причем наблюдались периоды рассвета сельского хозяйства и его упадка, сопровождавшиеся забрасыванием ранее используемых земель и запустением больших площадей. С конца 20 в. наблюдается тенденция сокращения сельскохозяйственных площадей на большинстве территорий Российской Федерации, а также за ее пределами в странах постсоветского пространства, например, в Казахстане, странах Балтии, Украине, в государствах Закавказья [1]. По оценке Д.И. Люри, С.В. Горячкина и др. в России с 1897 по 2007 гг. сельскохозяйственные площади уменьшились на 70 млн. га, с максимальным сокращением в период с 1990 по 2003 гг. [2]. Сельскохозяйственное освоение рассматривается как длительное антропогенное воздействие на ландшафт, в результате которого происходят изменения большинства элементов и свойств ландшафта – от микрорельефа до состава почвенной мезофауны.

Под постагрикультурными ландшафтами понимаются геокомплексы, подвергавшиеся сельскохозяйственному освоению, которое прекратилось в разное время. Региональные исследования постагрикультурных ландшафтов проводились на территориях, относящихся к разным физико-географическим странам: Фенноскандии, Восточно-Европейской равнине и Алтае-Саянской горной стране. В горных и равнинных ландшафтах изучались процессы сукцессионного восстановления растительности и почв в результате прекращения сельскохозяйственного использования земель. На сегодняшний день бывшие сельскохозяйственные угодья в основном представляют собой разные стадии зарастания. Четыре более или менее общих стадии бывших сельскохозяйственных земель на минеральных и органоминеральных почвах (кроме геокомплексов болот, которые рассматриваются отдельно) были выделены в результате многолетних полевых исследований в подзоне средней и южной тайги Северо-Запада Европейской части России. Основное направление восстановительных сукцессий – это лесовозобновление, потому и стадии выделялись по степени возобновления древостоев, в том числе и с таким расчетом, чтобы их можно было опознать физиономически – как на местности, так и на аэрофото- и космоснимках.

I стадия – (интервал от 0..5 до 15..20 лет после прекращения хозяйственной деятельности) – злаково-разнотравные луга с несомкнутым кустарниковым ярусом и мелколиственным подростом, иногда достигающий состояния молодняка, временами с участием хвойных пород;

II стадия – (15..20 – 25..40 лет) – сомкнутый кустарниковый ярус и разреженный ярус мелколиственного подростка и молодняка, иногда с участием хвойных;

III стадия – (25..40 – 80 лет) – смыкание полога мелколиственного леса, часто с участием хвойных; IV стадия – преобладание в древостое хвойных пород, с остаточным участием мелколиственных (для дренированных местоположений)[3].

Процессы зарастания различаются в разных типах ландшафтов. Лесовозобновление происходит при участии различных древесных пород (см. табл. 1). Темпы восстановления хвойных пород варьируют от 50 лет на валунных супесчаных и безвалунных песчаных равнинах

до 70-80 лет – на песчаных холмах и дренированных безвалунных глинистых равнинах. В травяно-кустарничковом ярусе в разных типах ландшафтов наблюдаются различия в соотношении различных эколого-флористических групп растений почвенного покрова. В мохово-лишайниковом ярусе происходит смена типично луговых мхов на лесные, при этом разброс значений проективного покрытия - от 5 до 60%. Через 70-80 лет (IV стадия) проективное покрытие зеленых мхов достигает 70-80%.

Таблица 1.

Динамика состава древостоев в ходе постагрикультурных сукцессий

Тип геокомплексов	Постагрикультурные состояния, III стадия	Постагрикультурные состояния, IV стадия
Камовые холмы	7Олс1Б1Р1Ос+С	Нет данных
Равнины на мелковалунных и галечных песках	10Б+С	Нет данных
Равнины на валунных песках и супесях	4Олс3Б2Е1Ос	4Е4С1Б1Олс
Равнины на безвалунных глинах и суглинках	6Олс2Б2Ос+Е+С	4Б3С2Е1Ос+Олс
Равнины на безвалунных песках и супесях дренированные	6Олс3Б1Ос+С	8С2Б
Равнины на безвалунных песках и супесях избыточно увлажненные	5Б2Олс1Олч1Ос1Е	Нет данных
Болота мезотрофные	7Б2С1Олч	4С3Б3Е+Олч

Примечание: Олс - ольха серая, Б - береза, Р - рябина, Ос - осина, С - сосна, Е - ель, Олч - ольха черная.

Процессы зарастания на мезотрофных и евтрофных болотах не являются лесовозобновительными. Они могут идти двумя путями – облесение, в случае действующей дренажной сети и заболачивание, при нарушении дренажа. При действующей дренажной сети может активно развиваться лесная растительность по 4-х стадийной схеме. Заболоченные гигрофитно-щучковые с обилием сфагна луга при нарушении дренажа превращаются в осоково-сфагновые болота. Процессы, происходящие в почвах при зарастании сельскохозяйственных угодий, выражены гораздо слабее, чем в растительности, поскольку почвы являются более «консервативным» элементом ландшафта. Кроме того, почвы сильнее различаются в разных типах геокомплексов, чем на разных стадиях постагрикультурных сукцессий в одном типе геокомплексов. Наблюдаются сходные процессы разрушения дернового горизонта, деградации гумусового горизонта, подзолообразования, оглеения; в разных типах геокомплексов различаются скорость и степень выраженности этих процессов. Разрушение дернового горизонта происходит через 20-40 лет после прекращения сельскохозяйственного использования на песчаных и валунных супесчаных равнинах и только через 80-100 лет на безвалунных глинистых равнинах. Деградация гумусового горизонта, выражающаяся в уменьшении его мощности наиболее ярко выражена в почвах песчаных холмов, глинистых и валунных супесчаных равнин (см. табл. 2).

Подзолообразование быстрее развивается на дренированных песчаных безвалунных и мелковалунных равнинах, оглеение - на глинистых и избыточно увлажненных песчаных равнинах.

Таблица 2.

Изменение мощности гумусового горизонта A_1 (см) при зарастании сельскохозяйственных угодий

Тип гео- комплексов	Исходное состояние	Стадии зарастания				Уменьшение на III ст. по сравнению с исходным состоянием, раз
		I	II	III	IV	
Песчаные холмы	21	17	13	11	н/и	1,9
Дренированные равнины на валунных супесях	21	20	16	14	14	1,5
Дренированные равнины на безвалунных глинах	18	14	16	12	12	1,5
Дренированные равнины на безвалунных песках	22	18	23	21	16	1,0
Дренированные равнины на мелковалунных песках	23	н/и	17	25	н/и	-

В гидроморфных местоположениях начинается вторичное торфонакопление (см. табл. 3).

Таблица 3.

Процессы в почве при зарастании сельскохозяйственных угодий

Тип геокомплексов	Уменьшение мощности A_1	Разрушение Ad	Оподзоливание	Оглеение	Вторичное торфонакопление
Песчаные холмы	++	+(3)	+(2)		
Дренированные равнины на валунных супесях	+	+(2)	+(2)		
Дренированные равнины на безвалунных глинах	+	+(4)	+(4)	++	+
Дренированные равнины на безвалунных песках		+(2)	++(1)	+	
Дренированные равнины на мелковалунных песках			++(1)		
Заболоченные равнины на безвалунных песках			+(3)	+	+

Обозначения: + - процесс выражен; ++ - сильно выражен; (1) - замечен с I стадии (в скобках отмечена стадия с которой начинается процесс).

В процессе зарастания наблюдаются сходные тенденции в изменении морфологии и физико-химических свойств почв на ленточных глинах и валунных супесях: через 10-15 лет после прекращения сельскохозяйственной деятельности (II стадия) после разрушения дернового горизонта появляется новый горизонт A_0 ; через 50–80 лет после забрасывания (III стадия) при уменьшении мощности гумусового горизонта наблюдается максимальное содержание гумуса, которое затем уменьшается; более резкая дифференциация в распределении гумуса по почвенному профилю наблюдается на III и IV стадиях; незначительно уменьшается солевой pH (на 0,4) в целом по почвенному профилю в процессе зарастания[3].

Постагрикультурные ландшафты Карельского перешейка представляют собой сложную мозаику разных по площади контуров различных стадий восстановительных сукцессий (с преобладанием III стадии). Наибольшие площади занимают бывшие сельскохозяйственные угодья, заброшенные 50-70 лет назад и представляющие собой мелколиственный лес, часто с участием ели. Характерная для Карельского перешейка мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий отчетливо видна на космических снимках и представляет собой сочетания различных стадий, располагающихся в основном вокруг крупных массивов используемых сельскохозяйственных земель или по берегам рек и озер. Существуют также обширные массивы полностью заброшенных земель, располагающиеся вдалеке от основных магистралей и железных дорог, которые забрасывались в разное время и сейчас также представлены разными состояниями растительности. Примером таких заброшенных земель является Центральная возвышенность Карельского перешейка. В последние десятилетия на фоне изменения социально-политических и экономических условий наблюдаются два противоположных процесса. С одной стороны, происходит резкое сокращение сельскохозяйственных площадей ранее находящихся в собственности совхозов. С другой стороны, эта тенденция частично компенсируется передачей земли в аренду и под дачные участки, а так же смягчением приграничного режима.

Проведенные исследования на острове Валаам выявили небольшие расхождения в представленной выше схеме лесовозобновления. Стадий восстановительных сукцессий было выявлено только три, и они не так четко выражены. Была обнаружена переходная стадия от III к IV (ольхово-березовый лес с обильным подростом ели). В почвенном покрове господствует бореальное разнотравье, однако, еще долго сохраняются такие луговые виды, как щучка и лабазник. На сегодняшний день зарастающих угодий на острове Валаам значительно меньше, чем было в середине 1990-х гг. Это связано с их активной расчисткой от кустарников и мелколиственного подроста, проводимой монахами Валаамского монастыря с целью увеличения

сенокосных площадей. На зарастающих сельскохозяйственных землях острова восстанавливается сельскохозяйственная функция, которая была до недавнего времени рекреационной.

Белоруссия является уникальным государством на постсоветском пространстве, где практически не произошло сокращения сельскохозяйственных земель. По данным сборников «Государственный земельный кадастр ...» 2010-2014 гг. сельскохозяйственные земли в 2006 г. занимали 8984,9 тыс. га, а к 2014 г. – 8726,4 га, т.е. произошло их сокращение всего на 3%, практически за 10 лет[4]. Как показали полевые исследования июня 2015 г., мозаично проводимые на территории Витебской и Гродненской областей, сельскохозяйственные земли на этих территориях Белоруссии практически не забрасываются. В стране ведется интенсивная сельскохозяйственная разработка земель, страна практически полностью обеспечивает себя продовольствием. Фактически сохранена советская система коллективного пользования землей, что является частью государственной политики Беларуси. Отдельные участки небольшой площади – бывшие пашни удалось обнаружить только на севере Витебской области, заброшенные видимо вследствие их неудобного обрабатывания. Процессы зарастания изучались на территории ландшафтного заказника «Котры», основанного в 2003 г. Заказник располагается в приграничной с Литовской Республикой зоне. По другую сторону границы литовская часть единого природного комплекса еще раньше была включена в государственный заповедник "Чапкеляй". Оба охраняемых природных объекта имеют статус водно-болотного угодья международного значения в соответствии с Рамсарской конвенции, а вместе они образуют трансграничное водно-болотное угодье. На современной приграничной территории находятся несколько заброшенных хуторов. Злаково-разнотравные луга, косимые в прошлом, а также бывшие пашни сейчас зарастают.

Процесс зарастания бывших сельскохозяйственных земель происходит по траектории восстановления лесной растительности. Удалось выделить такие же сукцессионные стадии, как и в тайге на Северо-Западе России. Процессы схожи. В породном составе помимо мелколиственных пород (береза, осина, ольха серая, иногда рябина) появляются широколиственные виды, такие как дуб, вяз, липа. Зарастание происходит более интенсивно и с большей скоростью.

На первой стадии на злаково-разнотравных и разнотравно-злаковых лугах возможно появление всходов дуба, а также подроста сосны и дуба, в зависимости от состава подстилающих пород; на песках произрастает преимущественно сосна, на супесях – суглинках – дуб.

Вторая стадия практически не отличается от представленной в таежных ландшафтах. Участок, заброшенный 12 лет назад, зарос кустами ивы ушастой, филиколистной, мирзинолистной и др. с проективным покрытием 30 %. Также встречается несомкнутый подрост березы и ивы козьей. В травяном покрове преобладают злаки: ежа сборная, тимофеевка, кострец и разнотравье: подмаренник, зверобой, бодяк огородный и др.

Третья стадия наступает быстрее, чем в тайге. Был обнаружен березняк высокотравный, на месте пашни, которое было заброшено 25 лет назад, с проективным покрытием древесного яруса 60 %. В подросте распространяется вяз чешуйчатый ива козья. Кустарниковый ярус представлен орешником, высотой 5-7 м. в травяно-кустарниковом ярусе с проективным покрытием 50-60 % преобладают бутень ароматный, купырь лесной, сныть, вербейник и др.

В Алтае-Саянском горном регионе постагрикультурные сукцессии исследовались в Минусинской котловине, Верхнеусинской и фрагментарно в Тувинской котловинах в ходе экспедиционных работ, проводимых сотрудниками и студентами Института наук о Земле СПбГУ в течение последних пяти лет.

В Минусинской котловине в трех типах геокомплексов: холмисто-останцовые предгорья с частыми выходами коренных пород, перекрытые супесчано-суглинистыми делювиальными отложениями разной мощности; плоские и слабоволнистые эрозионные равнины, перекрытые супесчано-суглинистыми, местами лессовидными отложениями; речные долины аллювиальные, в том числе поймы, дренированные разнотравно-типчаково-ковыльные, лугово-разнотравные,

мелкодерновинно-злаковые степи, а так же остепненные луга на южных, обыкновенных и выщелоченных черноземах активно используются в качестве сельскохозяйственных земель.

Распаханность степей в водосборном бассейне реки Амыл в разы выше, чем в водосборном бассейне реки Ус, так как на юге большая доля степных геосистем расположена на склонах не пригодных для возделывания. Отдельные участки речных долин северных склонов Западных Саян Минусинской котловины (р. Амыл) заняты разнотравными лугами на черноземах глинисто-иллювиальных, подвергающиеся активному выпасу и сенокосению. имеющие в профиле два основных горизонта: темногумусовый и глинисто-иллювиальный. Второй, как правило, уплотнен, имеет призмовидно-ореховатую структуру. Присутствие карбонатов в профиле замечено не было, что характерно для этого типа почв. Лесовозобновление может развиваться по предыдущему сценарию, включающему в себя наличие четырех стадий зарастания. Зарастание происходит либо через кустарники и мелколиственные породы (береза белая, осина), либо непосредственно через хвойные, преимущественно сосну, иногда кедр. Интересно, что возобновление сосны происходит достаточно часто без промежуточного участия мелколиственных пород, и третья стадия может выпадать. В березово-сосновых лесах в первом древесном ярусе высотой 20-22 м (с ПП 20%) преобладает сосна и береза, второй ярус слагают береза, сосна до 15 м и ель до 10 м, подрост состоит из березы, ели, сосны, ивы и рябины. В кустарниковом ярусе преобладают спирея, ирга, карагана. Травяно-кустарничковый ярус, покрывающий 70-80% ПП (средняя высота 0,7 м), представлен: орляком, вейником, борщевиком сибирским (вместе составляют до 40% ПП), также встречается горошек однопарный, смолка, клевер, лютик едкий, чина Гмелина и др.[5].

Верхнеусинская котловина является своеобразной переходной областью от таежных ландшафтов юга Красноярского края к степным ландшафтам Тувинской котловины. На склонах южной экспозиции распространены степи, а на северной - лесные массивы из лиственницы и сосны. На южном макросклоне степи, поднимающиеся до высоты 1400 м, формируют на нижних высотных ступенях отдельный степной пояс, сменяясь светлохвойными лесами без промежуточного пояса лесостепи. При зарастании бывших сельскохозяйственных земель, используемых преимущественно под пастбища, было отмечено остепнение лугов и зарастание их на начальных стадиях кустарниковыми формами ивы, а также мелколиственными породами, в основном березой. Степная растительность представлена: ковылем, полынью лечебной, овсяницей, зюзником, люцерной, тимофеевкой, тысячелистником, пастушьей сумкой, мятликом, ежой сборной, клевером ползучим и др. Почвы - черноземы глинисто-иллювиальные. На третьей стадии отмечается присутствие в древостое помимо березы сосны и лиственницы, а также во втором ярусе возможно появление ели.

В Тувинской котловине широко распространены мелкосопочки, характеризующиеся значительным перепадом относительных высот (до 200 м) и, как следствие, частой сменой условий увлажнения; перекрытые маломощными щебнистыми супесчаными и суглинистыми отложениями с многочисленными выходами коренных пород. Преобладающим типом растительности являются различные варианты степей от полынно-злаковых (типчакковые, овсецовые и др.), разреженных злаково-полынных до нанофитоновых, приобретающие вид опустыненных. Повсеместно встречаются кусты караганы колючей и золотистой, иногда спиреи и барбариса, из травянистых растений наибольшее распространение имеют змеевка растопыренная, прутняк простертый, несколько видов полыни, пустынный качим, биюргун. Почвы в основном каштановые или маломощные черноземовидные.

К югу от Кызыла по левому берегу р. Енисей распространены бугристые равнины с незначительным перепадом высот, перекрытые песчаными отложениями разной мощности. Бывшие пастбища представляют собой разнотравно-злаковые, ковыльно-разнотравные степи, которые в результате существенного снижения антропогенной нагрузки постепенно трансформируются. На отдельных участках юго-востока Тувинской котловины (северные предгорья

хребта Сангилен) наблюдается не только увеличение проективного покрытия травяного покрова, но и появление, особенно в ложбинах, мелколиственных пород (тополь, ильм, береза) с участием кедра. Были обнаружены массивы мелколиственных лесов с кедром.

Стадии восстановительных сукцессий в разных природных зонах в целом схожи с выделенными стадиями для тайги Северо-Запада Европейской части России. Особенности восстановительных сукцессий в разных природных зонах определяются спецификой физико-географических условий. Так, флористический состав сукцессий в целом соответствует набору доминантных видов соответствующих зональных типов растительности.

Работа была выполнена при поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» гранта «Отклик природы и хозяйства гор Внутренней и Центральной Азии на региональные и глобальные изменения».

Литература

1. Гузель Н.И. (1998). Ландшафтный анализ изменения сельскохозяйственной освоенности Карельского перешейка // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 1998. № 2. С. 102-106.
2. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А. и др. (2010). Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. - 426 с.
3. Гузель Н.И. (1999). Постагрикультурная динамика ландшафтов Карельского перешейка / диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Санкт-Петербург, 1999
4. Государственный земельный кадастр республики Беларусь, 2010-2014 гг. / <http://nca.by/>
5. Пряжина Г.В., Зелепукина Е.С., Гузель Н.И., Журавлев С.А. (2013). Ландшафтно-гидрологическая характеристика водосбора реки Амыл / Фізичнагеографія та геоморфологія. 2013. № 3 (71). С. 256-265.

SUMMARY

Postagricultural landscapes: current state and dynamics

Amburtceva N.

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

e-mail: Guzel_nataly@mail.ru

This article aims to examine postagricultural landscapes of plains and mountain areas in different natural zones: the southern and middle taiga, mixed broad-leaved forests, steppes. The work presents the common and distinctive features of re-establishment vegetation succession, as well as the changes in soil.

The former farmland of the North-West of the European part of Russia are mostly overgrown. More or less four General stages were allocated as a result of years of field research in the subzone of middle and southern taiga, where reforestation is the main direction of restoration successions. Similar successional stages were identified in the study of the overgrowing of former agricultural land of Belarus (Grodno oblast). As for Altai-Sayan Mountain region, the postagricultural succession was studied in Minusinsk and Verkhneusinskogo basins. The features of reforestation during the process of overgrowing were identified in the paper. In the Tuva basin, former pastures are represented by forb-grass, feather-grass steppes. They transform as a result of a significant reduction of pollution load.

The main features of regenerative successions in different natural zones are determined by the specificity of the geographical conditions. Thus, floristic composition of successions is the set of dominant species corresponding to zonal vegetation types.

CREATION OF NUMERICAL MODELS OF POLLUTING AGENT PROPAGATION IN THE ECOSYSTEMS BY THE EXAMPLE OF GEORGIA

Gigauri Natia ^{*}, Surmava Aleksandre ^{**}, Intskirveli Liana ^{***}

^{*} Georgian Technical University, Tbilisi; ^{**} M. Nodia Institute of Geophysics, I. Javakishvili Tbilisi State University; Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University, Tbilisi; ^{***} Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

e-mail: ^{*} natiagigauri18@yahoo.com ^{**} aasurmava@yahoo.com ^{***} intskirvelebi2@yahoo.com.

Mathematical models of environment polluting agent propagation in the atmosphere and rivers of Georgia is elaborated with the use of equations of atmosphere hydrodynamics and non-stationary three-dimensional equations of transfer-diffusion of substances in continuous medium. Models are adapted for specific regions and rivers of Georgia and corresponding studies are conducted. Pattern of spatial distribution of dust emitted into atmosphere from territories of Kakheti and Zestafoni in cases of different background winds is given.

Numerical simulation of propagation of substances poured into Mtkvari River is implemented and kinetics of polluting ingredients is studied. Research results show that models quantitatively correctly describe propagation of polluting agents at the territories with complex terrain and on rivers of mountain region.

Key words: mathematical simulation, pollution, atmospheric air, surface waters.

Introduction. Studies of environmental pollution have important role for solution of ecological problems and implementation of practical environmental protection measures. One of the basic directions of studies is creation of mathematical models of substance propagation in continuous medium and their numerical integration. In the works [1-4] non-stationary three-dimensional models of transfer-diffusion of substances in the atmosphere and methods of their numerical integration are elaborated. Models describe the processes of propagation, dynamics and kinetics of small admixtures and solid aerosols in the atmosphere.

Elaborated numerical methods became widely used for solution of many practical ecological problems. Among them should be noted the study of atmospheric pollution by aerosols' propagation as a result of forest fires [5], by harmful agents and solid aerosols released from enterprises located in regions with complex terrain [6-8], urban territories with the use of numerical simulation and method of experimental observations. The developed countries are widely used the software packages for investigation of surface water pollution and the optimal control systems [9-10]. These packages are mainly elaborated for large rivers.

Brief description of mathematical models for propagation of polluting agents emitted in the atmosphere and poured into rivers at the territory with complex terrain and some results of their numerical integration are given in the work.

2. Brief description of numerical models

2.1. Mathematical model of atmosphere pollution

Equation for dust atmospheric propagation in the relief follow coordinate system will be taken in following form [1, 7]

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + (\tilde{w} - \frac{w_0}{h}) \frac{\partial C}{\partial \zeta} = \mu \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{1}{h^2} \frac{\partial}{\partial \zeta} \nu \frac{\partial C}{\partial \zeta}, \quad (1)$$

where C is dust concentration in atmosphere u, v, w and \tilde{w} are the components of wind velocity along x, y, z and ζ axes; w_0 is rate of dust particle sedimentation determined according to Stoke's formula; μ

and ν – kinematic coefficients of horizontal and vertical turbulence; values of wind velocity and turbulence factor in near-border layer of atmosphere and in free atmosphere are de-fined by means of regional model [11] of atmospheric process development in Caucasus, while in atmospheric boundary layer 100m in thickness – according methodology developed in [12].

2.2. Mathematical model of river pollution

For numerical modeling of the pollution distribution in the mountain river it is divided into some conventionally uniform sections. It is assumed that each of the river's section is a linear canal and river's hydrologic parameters are constant along it. Therefore, the distribution of pollution may be described by transfer-diffusion equation

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} + u_i \frac{\partial C_i}{\partial x} + w_o \frac{\partial C_i}{\partial z} = \mu_x \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} + \mu_y \frac{\partial^2 C_i}{\partial y^2} + \mu_z \frac{\partial^2 C_i}{\partial z^2}, \quad (2)$$

where t is time; x , y , and z are the Cartesian coordinates; x axis is horizontally directed along the river flow; y is the horizontal axis directed perpendicularly to the canal; z axis is directed upward vertically from river bottom; u_i is the river's flow velocity at i section along x axis; river flow velocity is equal to zero along y axis; w_o is the velocity of sedimentation of polluting agent; μ_x , μ_y and μ_z are kinematic coefficients of turbulent viscosity along the x , y and z axes, respectively; C_i is the concentration of the contaminant in the i section of river; α is a velocity of chemical transformation of polluting agent.

Numerical integration of equation (1) with the use of corresponding initial and boundary conditions is executed using Crank-Nicolson method and using the splitting method and monotonous scheme [1].

3. Results of modeling

Spatial distribution of dust concentrations in Kakheti region in June during background eastern wind, when $t = 14$ hours, obtained by calculations, is shown on Fig. 1. Values are calculated in units of daily maximum allowable concentration (MAC = 0,015 mg/m³) of dust.

As is seen from the Figure 1, dust concentrations at a height of 2 and 10 m are maximal at the territory of cities and in their direct vicinity (Fig. 1, a, b).

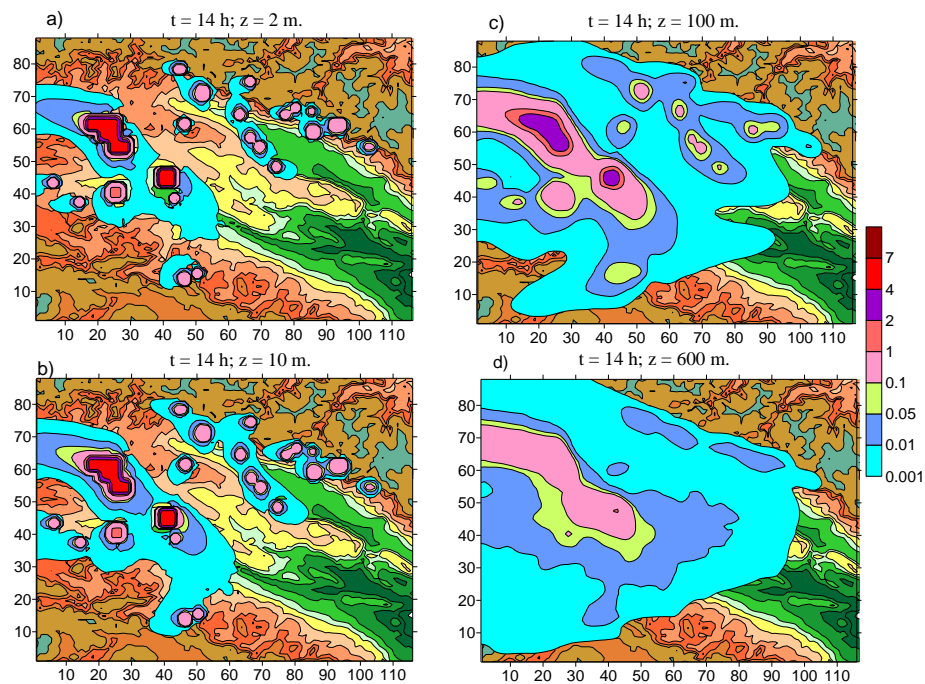


Fig. 1. Distribution of isolines of dust concentration C in MAC at a height of $z = 2, 10, 100, 600$ m from earth surface during background eastern winds, when $t = 14$ hours.

In horizontal direction the dust is propagated only at small distances. In particular, at 2-4 km distance from point of pollution the value of concentration is roughly 10 times, while at 20-30 km distance – 10^2 - 10^3 times less than concentrations at the territories of cities. Such distribution is caused by smallness of horizontal turbulent and advective transfer and shows us the limits of urban exposure from the viewpoint of surface air pollution. Influence area is different for different directions and is depended on orography. Horizontal dust transfer mainly occurs along the gorges, both in case of Tbilisi, Rustavi and other cities.

Processes of vertical, horizontal turbulent diffusions, advective and convective transfers become intensive in the area at a height of 10-600 m from earth surface. As a result the dust propagates at large territory, mostly in western direction.

Decrease in maximum concentrations takes place with height increase (Fig. 1 c, d). When $z = 100$ m, two zones of maximum concentration are formed: one (2-4 MACs) in the vicinity of Tbilisi and Rustavi and second (1-0.1 MAC) in the neighborhood of Alazani River.

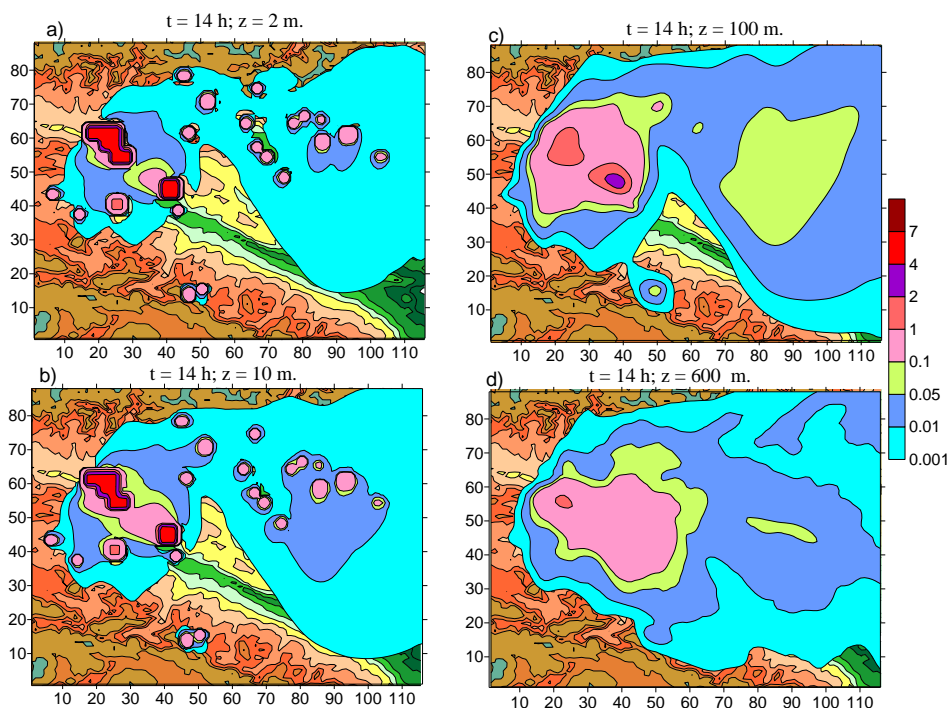


Fig. 2. Distribution of isolines of dust concentration C in Kakheti in MAC at a height of $z = 2, 10, 100, 600$ m from earth surface during background western winds, when $t = 14$ hours.

Orography influence on dust pollution form is gradually reduced and at a height above 600 m the form of dust pollution zone is predominantly determined by wind direction and velocity.

Calculations showed that in case of background western wind the kinematics of propagation of obtained dust pollution is qualitatively similar to the described above. Basic difference is the form of dust pollution cloud. Dust pollution zone formed in 1 km layer of atmosphere is a single cloud, which has a trail oriented in the direction of background wind in atmospheric zone with 100 m thickness. Zone with maximum concentration is formed above Tbilisi and Rustavi. When $z > 100$ m, dust cloud takes a single ellipse-like form.

In case of background northern winds the dust pollution zones are formed in air layer with 2-100 m thickness. One of them is Tbilisi, Rustavi, Marneuli, Gardabani and Bolnisi, second is the zone of Azerbaijan cities and third is the zone of Shida Kakheti cities (Fig. 3, a, b). In first and second zones advective transfer of dust occurs in north-eastern direction, while in the third zone – in south-western direction. Maximum dust pollution takes place in the neighborhood of Tbilisi and Rustavi. Away from

the cities the level of dust pollution rapidly decreases and at a distance of 20-30 km concentration value is within 0,001- 0,05MAC. Dominance of advective transfer over diffusive transfer is characteristic for the third zone. As a result we have dust propagation at the most part of territory of Kakheti. At heights of $z > 100$ m the role of turbulent diffusion becomes prevalent and we receive a single dust cloud formed above the central part of region.

Simulation of dust propagation in the atmospheric air of Zestafoni city was carried out in case of average background western wind. Velocity of background wind at 100 m height from earth surface is 6 m/sec. Distribution of concentration obtained via calculations at different levels of atmospheric boundary layer is shown on Fig. 3. As is seen from the Figure at a 2 m height from earth surface dust is basically concentrated in the city neighbourhood and in the direct vicinity. At that takes place dust transfer in the direction of background wind and its small concentration (0,001 MAC) is obtained at 15 km distance from city. Dust propagation in the atmosphere becomes more intense with increase of distance from earth surface. Calculations show that at 10 and 100 m height dust propagates at more than 40 km distance from the source. Dust concentration in the area varies within 0,05-0,001 MAC, while at 1 km height the value of dust concentration is less than 0,0001 MAC.

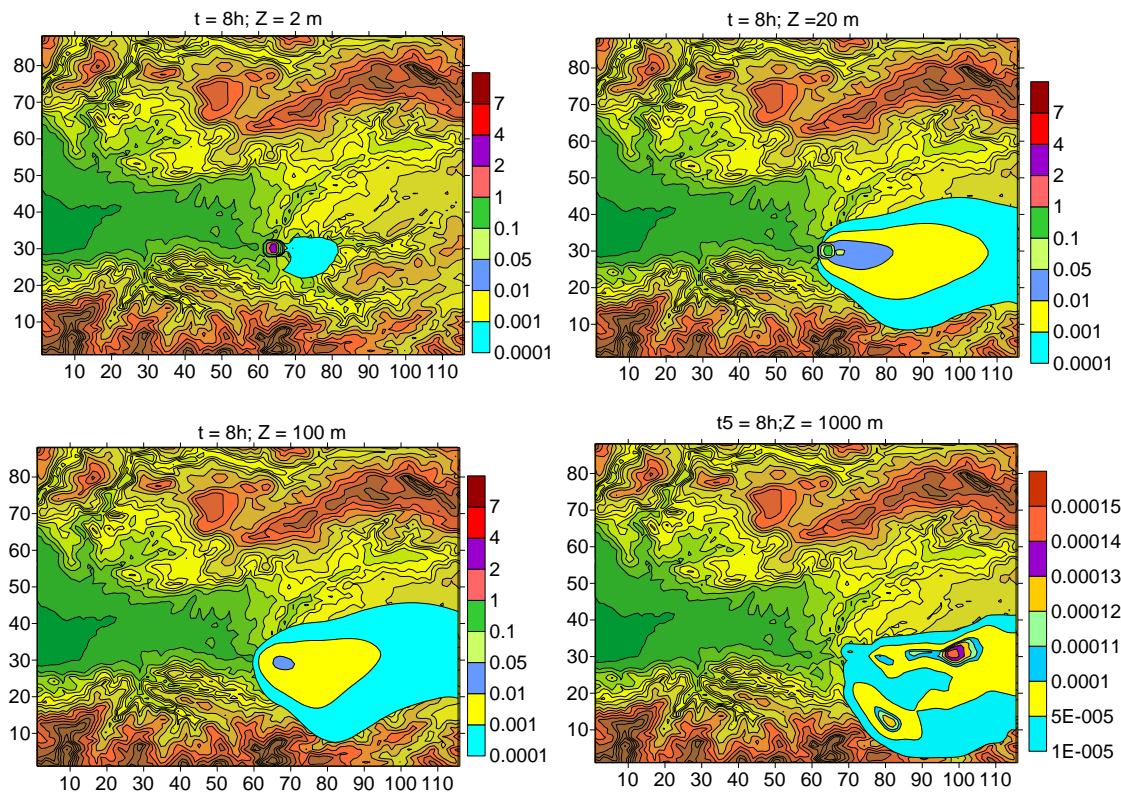


Fig. 3. Distribution of isolines of dust concentration C in Zestafoni Region in MAC at a height of $z = 2, 10, 100, 1000$ m from earth surface, when $t = 8$ hours.

The modeling of ammonium diffusion discharged to Mtkvari River from Georgian towns is made. On Fig. 4 the distribution of ammonium concentration in the Mtkvari River obtained by numerical modeling is shown.

We can see that concentration gradually increases from Borjomi to Rustavi. The rapid growth of concentration takes place in vicinity of the discharge points. The maximum growth of concentration is obtained in vicinity of Tbilisi in the areas of sewage network attaching to the river. The area of rapidly increased concentration is about 5 km near small towns and 25 km for Tbilisi.

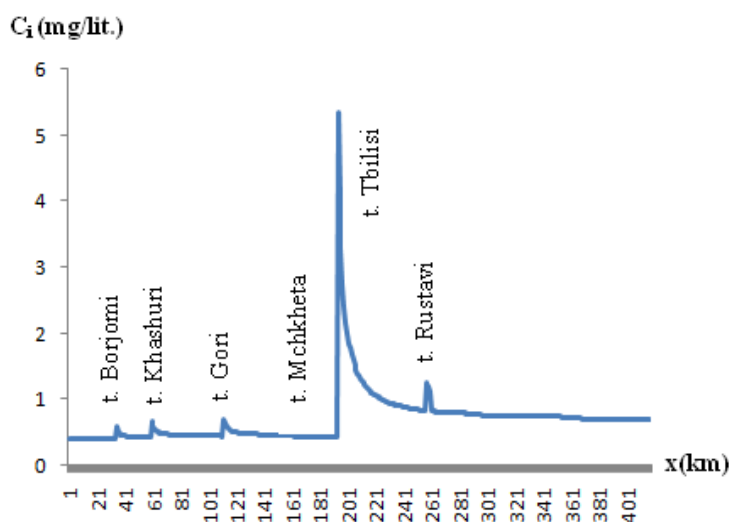


Fig. 4. Distribution of ammonium concentration in the Mtkvari River. City names show discharge points.

With increase of distance from the discharge points the concentration gradually decreases due to diffusion and dilution caused by waters of influent rivers. As the calculations show, the concentration of ammonium in Georgian part of Mtkvari River gradually increases along the river and exceeds twice the maximum allowable concentration (MAC) near Mingechavir Reservoir.

Comparison of simulation results with observation data shows that model quantitatively correctly describes the average pattern of pollution.

References

- [1] Marchuk, G.I. (1982). Mathematical modeling in the environmental problem. Gidrometeoizdat, Leningrad, (in Russian)
- [2] Penenko V.V., Aloyan A.E. (1985). Models and methods for environmental protection tasks. Science, Novosibirsk, (in Russian)
- [3] Aloyan A.E., Penenko V.V., Kozoderov V.V. Mathematical modeling in environmental issues. Modern Problems of Computational Mathematics and Mathematical Modeling. Science, Moscow, pp. 279-351
- [4] Aloyan A. E. (2008). Modeling of dynamics and kinetics of gaseous admixtures and aerosols in the atmosphere. Science, Moscow, (in Russian)
- [5] Aloyan A.E. (2009). Modeling of aerosols dynamics during forest fires. Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, Science, 45, pp. 62-75, (in Russian)
- [6] Surmava, A.A., Mishveladze, B.A., Davitashvili, T. (2009). Numerical modeling of the pollution transfer in the Caucasus atmosphere from hypothetical source in case of the background western wind. Journal of the Georgian Geophysical Society, v. 13B, pp. 15-21
- [7] Surmava, A.A. (2012). Numerical investigation of the modeling of transportation and deposition of the radioactive pollution in the Caucasian Region in case of the hypothetical accident on the Armenian Nuclear Power Plant. Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B, Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 15B, pp. 32-45
- [8] Kordzadze, A., Surmava, A., Kukhalashvili, V. (2013). Numerical investigation of the air possible pollution in case of large hypothetical accidents at some industrial territories of the Caucasus. Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B, Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 16 B, pp. 13-23
- [9] Pryazhinskaya, V.G., Yaroshevsky, V.G., Levit-Gurevich, L.K. (2002) Kompiuternoe modelirovanie v upravlenii bodhimi resursami, Moskva, Fizmatlit, 496 p., (in Russian)
- [10] Pushistov, P.Yu., Danchev V.N. Information-computing complexes of water bodies of Ob River basin. Part 1- IVK „North Sosva”, Part 2-IVK „Telets lake”, <https://www.lap-publishing.com/catalog/> (in Russian)
- [11] Jandieri, G., Surmava, A., Gvelesiani, A. (2011) On the Wind and Turbulence in the Lower Atmosphere above the Complex Terrain, International Journal of Geosciences, v. 2. doi:10.4236/ijg.2011.21002 Published Online February 2011 (<http://www.SciRP.org/journal/ijg>)
- [12] Kazakov, A. L., Lazriev, G. L. (1978) About parameterization of the surface layer of the atmosphere and active layer of the soil., Izvestia AN SSSR, Fizika Atmosfery i Okeana, v. 14, №3, pp. 257-265 (in Russian).

საქართველოს რელიეფზე ანტროპოგენურ ცვლილებათა ინტენსივობის შეფასება

გონგაძე მ.

თსუ, ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, საქართველო

e-mail: merabgongadze@ymail.com

ბუნებრივი პირობები და კერძოდ რელიეფი უდიდეს როლს ასრულებს მოსახლეობის განსახლების პროცესში და ეს გარემოება განსაკუთრებით საგრძნობია ისეთ მთიან ქვეყანაში, როგორც საქართველოა. განსახლების თავისებურებანი განაპირობებენ, თავის მხრივ, მეურნეობის ხასიათსა და ინტენსივობას, რაც არსებითად წარმოადგენს ადამიანის მრავალმხრივ ზემოქმედებას ბუნებაზე, აქედან გამომდინარე დადებითი თუ უარყოფითი შედეგებით. ამ ზემოქმედების ქვეშ მოქცეულია ბუნებრივი გარემოს ყველა კომპონენტი – რელიეფი, კლიმატი, ჰიდროქსელი, ნიადაგ-მცენარეული საფარი და ა.შ. საბოლოო ჯამში ვიღებთ შემდეგ სქემას: ბუნებრივი პირობები და მასთან ადამიანის შეგუება – განსახლება – ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა – გარემოს ანტროპოგენური ცვლილებები. ამგვარად, ბუნებრივი გარემოს თავისებურებანი განსაზღვრავს განსახლების ხასიათს და ადამიანის საქმიანობის ინტენსივობას, რაც, თავის მხრივ, იწვევს გარემოს ცვლილებებს.

ძნელი წამოსადგენია ისეთი ქვეყანა, სადაც მოსახლეობა მთელს ტერიტორიაზე თანაბრად იქნებოდა განაწილებული, რამდენადაც სხვადასხვაგვარია ბუნებრივი პირობები და ის სოციალურ-ეკონომიკური ფაქტორები, რომელთა მიხედვითაც ირჩევს ადამიანი თავის სახოვრებელ გარემოს. ამგვარად, წარმოიქმნება განსახლების გარკვეული არეალი, რომელიც ყოველი ქვეყნისთვის გაქსნხვავებულია, ბუნებრივი გარემოსა და ადამიანის საქმიანობის ხასიათის მიხედვით.

რელიეფის მორფოლოგიური და მორფომეტრიული თავისებურებანი (ჰიფსომეტრია, დანაწევრება, ფერდობების ექსპოზიცია) ძირითადად განაპირობებს კლიმატისა და ნიადაგების ვერტიკალურ ზონალობას. სწორედ ამან მოახდინა ძირითადი გავლენა განსახლების სტრუქტურაზე საქართველოში. აქ ადამიანი უხსოვარი დროიდან ცხოვრობს და იყენებს ბუნებრივ რესურსებს: მიწას, წყალს, მცენარეებს და შესაბამისად, გავლენასაც ახდენს მათზე. ქართველი კაცი კარგად ერკვეოდა თავისი ქვეყნის კლიმატურ პირობებში და ამის მიხედვით მისდევდა მიწათმოქმედებას ან მეცხოველეობას. მშრალი ჰავის პირობებში მოქმედებდა სარწყავი სისტემების ფართო ქსელი, რომელიც ამ საქმის ღრმად მცოდნე სპეციალისტების მიერ იმართებოდა. მოსახლეობამ კარგად იცოდა გარკვეულ ბუნებრივ პირობებში როგორი ტიპის სამშენებლო სამუშაოები ეწარმოებინა, როგორ დაემუშავებინა მიწა, როგორ მოეპოვებინა სასარგებლო წიაღისეული, როგორ გამოეყენებინა ტყე, წყალი, ისე, რომ მათთვის მინიმალური ზიანი მიეყენებინა. ყოველივე ეს განსაზღვრავდა ადამიანის შეგუებას და მორგებას ბუნებრივ პირობებზე და არა მის კარდინალურად შეცვლის მცდელობას თავის სასარგებლოდ.

ისტორიულ წარსულში, როცა ქვეყნის დაბლობ რაიონებში უცხოელ დამპყრობთა გაუთავებელი შემოსევების შედეგად ნადგურდებოდა ნათესები, მრავალწლიანი კულტურები, ტყეები, შევიწროებული მშვიდობიანი მოსახლეობა იძულებული ხდებოდა მიუვალ მთებში გაიხიზნულიყო, სადაც საცხოვრებლად ახალ ტერიტორიებს ითვისებდა. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში განსახლება მჭიდროდ იყო დაკავშირებული სამიწათმოქმედო ტერიტორიებთან, თუმცა მთიან რაიონებში, მეცხოველეობასთან ერთად კარგად იყო განვითარებული მთის მიწათმოქმედებაც, რაც აქაური კლიმატური პირობების შესაბამისი კულტურების გაშენებასთან

იყო დაკავშირებული. ეს განაპირობებდა მთის მოსახლეობის გარკვეულ სოციალურ-ეკონომიკურ დამოუკიდებლობას.

ამჟამად, საქართველოში აქტიურად მიმდინარეობს მოსახლეობის სოფლიდან ქალაქში მიგრაციის პროცესი, რომელიც ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 60-იან წლებში დაიწყო. ეს გარემოება, პირველ რიგში მთიან რეგიონებში აისახა, სადაც მთელი სოფლებია დაცარიელებული. ამდენად, ადამიანის სამეურნეო აქტივობა მთაში ძალზე შესუსტდა და ძირითადად საძოვრებისა და სათიბების ექსპლოატაციით შემოიფარგლება. სახნავი მიწებისა და ბალ-ვენახების ფართობები ზ.დ.-დან 700-800 მ-ის ზევით, მცირედ აღემატება ქვეყნის დამუშავებული მიწების მთლიანი ფართობის რამდენიმე პროცენტს. აქედან გამომდინარე, კავკასიონის მაღალმთიანეთში დენუდაციური პროცესების განვითარებაზე ანთროპოგენური ფაქტორი შედარებით ნაკლებად აისახება [4]. დაბლობებში საქმე სხვანაირადაა: აქ ნაყოფიერ მიწებს დიდი ფართობები უკავია და ანთროპოგენური ზემოქმედება მათზე, შესაბამისად ბევრად ძლიერია. თუმცა, აქაც არსებობენ ისეთი ფაქტორები, რომლებიც განაპირობებენ მათი ათვისების განსხვავებულ ინტენსივობას. ქვეყნის აღმოსავლეთში ასეთ ფაქტორებს მშრალი ჰავა, სასმელი და სარწყავი წყლის ნაკლებობა, ხოლო დასავლეთში – ჭარბი ტენიანობა და კოლხეთის დაბლობის დაჭაობება წარმოადგენს.

საქართველოს ტერიტორიის თითქმის 80% -ს მაღალი და საშუალომთიანი რელიეფი წარმოადგენს, რომელიც დასერილია ხშირი ეროზიული ქსელით. ამდენად, ეს რეგიონები მეჩხერადაა დასახლებული. საკმაოდ დიდი ფართობი უკავია, ასევე, დაბალმთიან და გორაკ-ბორცვიან ზოლს, რომელიც თავისი ჰიფსომეტრიული მონაცემების მიხედვით საქართველოს მთათაშორის ბარშია მოქცეული. თავისი ხელსაყრელი ბუნებრივი პირობების გამო ეს ტერიტორია მოსახლეობის თითქმის 70%-ს უკავია. აქ განვითარებულია როგორც ინტენსიური სამიწათმოქმედო მეურნეობა, ასევე დასახლებული პუნქტების, სამთო-სამრეწვლო, სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა, რაც იზიდავს მოსახლეობის დიდ ნაწილს მთიდან ბარისკენ. ყოველივე ეს განაპირობებს ქვეყნის მთელი ფართობის მხოლოდ 17%-ის გამოყენებას დასამუშავებლად [1]. ამასთან, ნაყოფიერი მიწების არათანაბარი განლაგება, მოსახლეობის მიგრაციული პროცესები, ძველი და ახალი საქალაქო დასახლებების გაფართოება-წარმოქმნა განაპირობებს მოსახლეობის სიმჭიდროვის მკვეთრ განსხვავებებს და შესაბამისად მეურნეობის არაერთგვაროვან განვითარებას ქვეყნის სხვადასხვა რეგიონში. ეს კი წარმოადგენს ადამიანის გარემოზე ზემოქმედების მნიშვნელოვან ფაქტორს, რასაც აძლიერებს გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების მრავალფეროვნება (სასოფლო-სამეურნეო, სხვადასხვა სამშენებლო, სამთო-მომპოვებელი სამუშაოები).

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ჩვენ გადავწყვიტეთ გვეჩვენებინა მჭიდრო ურთიერთდამოკიდებულება ქვეყნის რელიეფის თავისებურებებსა და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობას შორის. ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ადამიანის ზემოქმედება რელიეფზე წარმოადგენს უწყვეტ პროცესს, რომელიც ორგვარი მიმართულებით ვითარდება: პირველი, როცა უშუალოდ ხდება რელიეფის ახალი, ანთროპოგენური ფორმების წარმოქმნა (კარიერები, ყრილები, ტერასები, გზები, არხები); მეორე მიმართულებაა ირიბი, რომელსაც შედეგად მოსდევს თანამედროვე ეგზოდინამიკური პროცესების (ეროზია, დენუდაცია, მწყრული და ღვარცოფული მოვლენები, სანაპიროების მორეცხვა-მოლამვა და ა.შ.) აჩქარება, შენელება ან ხელახლა წარმოშობა. აღსანიშნავია, რომ რელიეფზე ადამიანის პირდაპირი ზემოქმედების დროს (მიწის დამუშავება, სამთო-მოპოვებითი სამუშაოები, სხვადასხვა სახის მშენებლობა) შექმნილ ფორმებზეც ბუნებრივად ვითარდება ეგზოდინამიკური პროცესები, რასაც მოსდევს რელიეფის ანთროპოგენურ-ბუნებრივი ფორმების წარმოქმნა. საბოლოო ჯამში, ვიღებთ ადამიანის რელიეფზე ზემოქმედების ასეთ სქემას (ცხრ. 1.)

ანთროპოგენური ზემოქმედება რელიეფზე

პირდაპირი ზემოქმედება	ირიბი ზემოქმედება
რელიეფის ანთროპოგენური ფორმები	ანთროპოგენურად გააქტიურებულნიან წარმოქმნილი ეგზოდინამიკური პროცესები
	რელიეფის ანთროპოგენურ-ბუნებრივი ფორმები

ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის რელიეფზე ზემოქმედების ინტენსივობის შეფასების მეთოდურ საფუძვლად ავიღეთ ე. აზბუკინას [2] მიერ შექმნილი და ჩვენს მიერ საქართველოს პირობებზე მორგებული ბალური შეფასების სისტემა რომელიც ემყარება რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნების სახეს, სიღრმესა და გავრცელებას ასეთი გრადაციის სახით: 0-დან 5 ბალამდე – რელიეფის უმნიშვნელო ანთროპოგენური გარდაქმნები, 5-დან 10 ბალამდე – სუსტი, 10-დან 20 ბალამდე – საშუალო, 20-დან 30 ბალამდე – ძლიერი, 30 ბალის ზევით – ძალზე ძლიერი.

კამერალური სამუშაოების დროს საჭირო გახდა სხვადასხვა მასალების – ჩვენს ხელთ არსებული აეროფოტოების, სასოფლო სავარგულების განაწილებისა და მათი ეროზირების რუკების (მიწის რესურსებისა და ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტები), სამთო-მოპოვებითი სამუშაოების სქემების (საქართვე. გეოლოგიური სამმართველო), გაერთიანება “საქზღვისნაპირდაცვის”, ეკონომიკურ-გეოგრაფიული და სხვა მონაცემების დამუშავება და ჩვენს მიერ ჩატარებული სავსე სამუშაოების შედეგებთან მათი შეჯერება.

მუშაობა მიმდინარეობდა 1:100 000 მასშტაბის ტოპორუკებზე, რომლებზეც გამოყოფილი იყო 10 x 10 სმ ზომის კვადრატები (100 კმ² ადგილზე). კვადრატების ბადა ამ ტოპორუკების კოორდინატებზეა მიბმული, რაც განაპირობებს ჩატარებული სამუშაოების შესაბამის სიზუსტეს. მთლიანობაში, 700-მდე კვადრატი გამოვიდა და ყოველ მათგანში ცალ-ცალკე განისაზღვრა რელიეფზე ადამიანის ზემოქმედების სახე, სიღრმე და გავრცელება. მიღებული შედეგები, ბალების სახით, კვადრატებში იწერებოდა და ისინი გაფერადდა რელიეფის ცვლილებათა ინტენსივობის შესაბამისი ერთი (მწვანე) ფერის ხუთი სხვადასხვა ტონით (უმნიშვნელო, სუსტი, საშუალო, ძლიერი, ძალზე ძლიერი). ამ ძალზე შრომატევადი სამუშაოს ჩატარების შედეგად, საბოლოო ჯამში, მივიღეთ ადამიანის ზემოქმედების შეფასების კარტოგრამა მთელი ქვეყნისათვის, რომელზეც რელიეფის ცვლილებათა ინტენსივობა შესაბამისი ბალების აღმნიშვნელი ფერის კვადრატებითაა წარმოდგენილი.

ამის შემდეგ, საქართველოს 1:1 000 000 მასშტაბის რუკაზე, დავიტანეთ პროფ. ლ. მარუაშვილის [5]. მიერ შედგენილი საქართველოს გეომორფოლოგიური დარაიონების სქემა, რომელზეც რელიეფის ძირითადი გეომორფოლოგიური ერთეულები გამოსახულია სხვადასხვა სასაზღვრო ხაზებით, ხოლო შავი შტრიხული ბადით აისახება მათი ჰიფსომეტრიული მახასიათებლები.

ამ სქემას დავადეთ ჩვენს მიერ შექმნილი, 10-ჯერ შემცირებული კარტოგრამა და მივიღეთ ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის რელიეფზე ზემოქმედების ინტენსივობის შეფასების რუკა, რაზეც მკაფიოდ ისახება რელიეფის როლი განსახლების პროცესში და ადამიანის მასზე ზემოქმედების ხარისხი (ცხრილი 2). ქვემოთ მოყვანილია რელიეფზე ადამიანის ზემოქმედების ინტენსივობის შეფასების შედეგები:

უმნიშვნელო ინტენსივობა – მოიცავს კავკასიონისა და სვანეთის ქედების, ჭუთხაროსა და შოდას მასივების ნივალურ ზონას, აჭარა-თრიალეთის ქედის, ლოქი-ხრამის მასივის, სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ზოგიერთ მაღალმთიან მონაკვეთს და კოლხეთის დაბლობის

ძლიერდაჭაობებულ ტერიტორიებს. რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნები აქ ფრაგმენტული ხასიათისაა და გამოხატება სამოვრებზე წამოქმნილი ბილიკებით, გადაჭარბებული ძოვების შედეგად ჩასახული ეროზიული და სხვა მიკროფორმებით.

ცხრილი 2.

საქართველოს რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნების ინტენსივობის შეფასების მონაცემები (ბალებში)

რელიეფზე ანთროპოგენური ზემოქმედების სახე	რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნების ინტენსივობის შეფასება ბალებში			
	ანთროპოგენური რელიეფის გავრცელების ტიპები და ფორმები			ბალების მინიმალური და მაქსიმალური ზღვრები
	კერული	ხაზობრივი	ფართობული	
სამთო-მოპოვებითი სამუშაოები	კარიერები 5-10 ყრილები 1-5		კარიერები 10-15 ყრილები 5-10	1 - 15
სოფლის მეურნეობა	სახნავები 5 სამოვრები 3-5 სათიბები 1-3 მრავალწლიანები 1-3		სახნავები 5-10 სამოვრები 5-8 სათიბები 3-5 მრავალწლიანები 5	1-10
მშენებლობა	დასახლებული პუნქტები 5-10 ჰიდროტექნიკური ნაგებობები 5-8	გზები 5-10 საირიგაციო და სამელიორაციო არხები 3-5	დასახლებული პუნქტები 10-15 წყალსაცავების ქვაბულები 10	3-15
მეტყვეობა	მთაში 1-5 ბარში 1		1-3	1-5

სუსტი ინტენსივობა - ვრცელდება კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, ფრაგმენტულადაა წარმოდგენილი აჭარა-თრიალეთის ქედზე, სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში, კოლხეთის დაბლობზე, მთათაშუეთის აღმოსავლეთ ნაწილში. რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნები და ეგზოდინამიკური პროცესების გააქტიურება აქ დაკავშირებულია ტყის უნებართვო გაჩეხვასა და ზაფხულისა და ზამთრის სამოვრების გადაჭარბებულ ექსპლოატაციასთან.

საშუალო ინტენსივობა - ვრცელდება ყველგან, სადაც მიმდინარეობს სასოფლო-სამეურნეო, სამთო-მოპოვებითი, სხვადასვა სახის სამშენებლო სამუშაოები რელიეფისა და ეგზოდინამიკური პროცესების ანთროპოგენური ცვლილებების შედეგად. მთიან რაიონებში მიწათმოქმედება ძირითადად გავრცელებულია მდინარეთა ხეობებში, რომელთა ფერდობების დახრილობა 10-15⁰-დან 30-35⁰-მდე მერყეობს. აქ, მიწის სამუშაოების არასწორად წარმართვის შედეგად, ვითარდება ნიადაგების ეროზია; გზების მშენებლობისას ჩამოჭრილ ფერდობებზე მიმდინარეობს დენუდაცია და გრავიტაციული პროცესები; წყალსაცავების მოწყობა მთის მდინარეთა ხეობებში ცვლის ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, ნაპირებზე მიმდინარეობს მორეცხვა ან მოლამვა, რაც გამოწვეულია წყლის დონის ცვალებადობით წყალსაცავში; რელიეფის ყველაზე ღრმა გარდაქმნები გამოწვეულია სამთო-მოპოვებითი სამუშაოების უბნებში, სადაც იქმნება სრულიად ახალი ფორმები, ხოლო

ეგზოდინამიკური პროცესების განვითარება უკავშირდება როგორც ახალ ფორმებს, ასევე ძველი რელიეფის პირობებში მათს გააქტიურებას.

ძლიერი ინტენსივობა - ვრცელდება კოლხეთის ჩრდილო მთისწინა ზოლში, კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილში, შიდა და ქვემო ქართლში, ალაზნის ვაკეზე. რელიეფის ძლიერი ანთროპოგენური გარდაქმნები ამ რეგიონებში გამოწვეულია დასახლებული პუნქტების, სასოფლო სავარგულების, სარწყავი და მელიორაციული სისტემების, სატრანსპორტო კომუნიკაციების მაღალი სიმჭიდროვით. შედეგად, აქ წარმოქმნილია ხელოვნური ტერასები, გზათა ყრილები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, წყალსაცავების ქვაბულები და სხვ. ამას თან ერთვის ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების, მეწყრული სხეულების, ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნა-განვითარება, სანაპიროზე გააქტიურებულია აბრაზია-აკუმულაციის პროცესები.

მაღლე ძლიერი ინტენსივობა - ვრცელდება შავი ზღვის სანაპიროზე, ჭიათურის პლატოზე, მადნეულ-კაზრეთის მიდამოებში, თბილისის შემოგარენში. შავი ზღვის სანაპიროზე მიმდინარე პროცესებში ცვლილებები გამოწვეულია ბათუმის, ფოთის, ოჩამჩირეს, სოხუმის პორტების მშენებლობით, ნაპირდამცავი ნაგებობების ფუნქციონირებით, მთის მდინარეებზე აშენებული კაშხლების მიერ მყარი ნატანის შეჩერებით, რამაც დაარღვია სანაპირო დინების მიერ ნატანის ბუნებრივი გადაადგილების რეჟიმი და გამოიწვია აბრაზიული ნაპირების განვითარება ბიჭვინთაში, გაგრამი, ახალ-ათონში, ოჩამჩირეში, ბათუმი-ქობულეთის უბანზე.

ცხრილი 3.

საქართველოს რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნების ინტენსივობის ტერიტორიული გადანაწილება

ინტენსივობის ხარისხი	გეომორფოლოგიური ოლქები და რაიონები რუკაზე	ინტენსივობის გავრცელების ფართობი		
		რეგიონების მიხედვით(კმ ²)	ჯამური (კმ ²)	ქვეყნის მთლიანი ფართობის %
უმნიშვნელო	კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი A მცირე კავკასიონი B სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი B კოლხეთის დაბლობი Γ1	2 900 200 1 400 200	4 700	6,9
სუსტი	კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი A მცირე კავკასიონი B სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი B მთათაშუეთის აღმ. ნაწილი Γ კოლხეთის დაბლობი Γ1 კოლხეთის სამხრეთი დაბალმთიანი ზოლი Γ3	14 600 2 500 1 400 600 4 400 1 400	24 900	35,0
საშუალო	კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი A მცირე კავკასიონი A სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი B მთათაშუეთის აღმ. ნაწილი Γ მთათაშუეთის დას. ნაწილი Γ1	5 200 4 400 2 500 6 500 8 700	27 300	39,0
ძლიერი	კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი A მცირე კავკასიონი A მთათაშუეთის აღმ. ნაწილი Γ მთათაშუეთის დასავლეთი ნაწილი Γ1	100 1 300 5 900 3 700	11 000	15,9
მაღიან ძლიერი	საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო Γ1. Γ2. Γ3 ჭიათურის პლატო Γ4 თბილისი და მისი მიდამოები Γ5	1 200 100 100	1 400	2,0

რელიეფზე ანთროპოგენური ზემოქმედება განსაკუთრებით მასშტაბურია ჭიათურის პლატოზე და კაზრეთი-მადნეულის უბანზე, რაც გამოწვეულია ღია წესით, ყოველგვარი წესების დაცვის გარეშე მიმდინარე სამთო-მოპოვებითი სამუშაოებით. ასევე თვალსაჩინოა რელიეფის გარდაქმნები დიდ ქალაქებში (თბილისი, ქუთაისი, ბათუმი, თელავი), სადაც რელიეფის ნიველირებამ, ფერდობების ჩამოჭრამ, მცენარეული საფარის განადგურებამ გააძლიერა დენუდაციური პროცესები, წყალმოვარდნები, მეწყრები, ეროზიული ფორმების გაჩენა ფერდობებზე და სხვა თვალსაჩინო ცვლილებები. ამასთან, დიდი ქალაქების ფარგლებში, მცირე მდინარეთა კოლექტორებში გადაყვანით და სანაპირო ჯებირების მშენებლობით შემცირდა ან შეჩერდა მდინარეთა მოქმედებით სიღრმითი და გვერდითა ეროზია. თუმცა, სანაპირო ჯებირებმა შეზღუდეს მიწისქვეშა წყლების ჩადინება ამ მდინარეებში და შესაბამისად აიწია მათმა დონემ, რამაც, თავის მხრივ, გააძლიერა ამ წყლების აგრესიული მოქმედება და ნაგებობების საძირკვლებისა და მიწისქვეშა კომუნიკაციების დაზიანება. როგორც ვხედავთ, თანამედროვე ადამიანის ზემოქმედება რელიეფზე ძირითადად უარყოფით შედეგებს გვაძლევს, მცირე დადებითი გამოვლინებებით [3].

მე-3 ცხრილში მოცემულია რელიეფის ანთროპოგენური გარდაქმნების ინტენსივობის გადანაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე. აქ მოყვანილი მონაცემები და თვით შეფასების რუკა მკაფიოდ ასახავს ბუნებრივი რელიეფის განმსაზღვრელ როლს განსახლების პროცესში,

მოსახლეობის სიმჭიდროვეში და შესაბამისად, რელიეფზე ანთროპოგენურ ზემოქმედების ინტენსივობაში. ამრიგად, რელიეფის ყველაზე მასშტაბური ანთროპოგენური გარდაქმნები მიმდინარეობს საქართველოს მთათაშორის ბარში და წინამთების ზოლში.

ლიტერატურა

- [1]. ჯაოშვილი ვ. საქართველოს მოსახლეობა XVIII-XX საუკუნეებში. - თბილისი, „მეცნიერება“, 1984. 278 გვ.
- [2]. Азбукина Е.Н. Техногенез и современные изменения рельефа на северо-западе Русской равнины. – Вестник ЛГУ, 1975, №12, с. 123-131
- [3]. Гонгадзе М.А. Атропогенные преобразования рельефа в Грузии. Кандидатская диссертация. Тбилиси, 1985. 212 с.
- [4]. Маккавеев Н.И. Работа водных потоков, как агент денудации. – В кн.: Эрозионные процессы. М., «Мысль», 1984, с. 5-9
- [5]. Маруашвили Л.И. Геоморфологическое районирование Грузии. – В кн.: Геоморфология Грузии. Тбилиси, «Мецниереба», 1971. 611 с.

Резюме

Оценка интенсивности антропогенных преобразований рельефа в Грузии

Гонгадзе М.А.

*Тбилисский государственный университет Институт географии имени Вахушти Багратиони, Грузия
e-mail: merabgongadze@ymail.com*

В статье рассматриваются аспекты тесной взаимосвязи морфологических особенностей рельефа Грузии с расселением, хозяйственной деятельностью человека, антропогенными преобразованиями рельефа и дана оценка интенсивности таких преобразований. С этой целью использована специальная система бальных оценок, в основу которой лежат вид, глубина и распространение антропогенных изменений рельефа. Результаты исследования отражает картограмма, которая нанесена на схему основных геоморфологических единиц рельефа Грузии, масштаба 1:1 000 000, из которой следует, что наиболее интенсивные антропогенные преобразования рельефа происходят в межгорной части и на предгорьях Грузии.

SUMMARY

Anthropogenic impact on the relief of Georgia and its intensity assessment

Gongadze Merab

*Tbilisi State University Vakhushthi Bagrationi Institute of Geography, Georgia
e-mail: merabgongadze@ymail.com*

The article contains a modern picture of human influence on Georgia's relief, which clearly shows the role of natural relief in human resettlement development, which is accompanied by the development of different fields of farming and relative changes to relief. The 5-point system of assessment is based on the shape, depth and distribution of anthropogenic changes of relief. The work was done on topographic maps of Georgia 1: 100,000, which were divided into 10x10 cm squared. Each of them evaluated the reliability of the relief of the relief, the magnitude and the corresponding cue. Finally we got a carton that was transferred to the geomorphological zoning of Georgia 1: 1 000 000 scale, according to which the most intense anthropogenic changes of relief are in the mountains between the bar and the foothills.

ПОДХОДЫ К РАЙОНИРОВАНИЮ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Исаченко Т.Е.* , Исаченко Г.А.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

*e-mail: *tatiana.isachenko@gmail.com, **greg.isachenko@gmail.com*

Резюме

Рассмотрены подходы к составлению карт культурно-ландшафтного районирования. Дан пример такого районирования для территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга, в пределах которых выделено 14 культурно-ландшафтных районов. Более подробно рассмотрен историко-географический подход при обосновании культурно-ландшафтного районирования. Для этого разработана карта историко-географического районирования территории Приладожья для рубежа XVIII-XIX вв. Районирование выполнено на основе анализа исторических карт и описаний, сделанных в ходе экспедиционных исследований 1785 г. академиком Н.Я. Озерецковским. Разработка историко-географического районирования для определенного исторического периода позволяет проследить этапы формирования дифференциации территории и глубже понять унаследованные черты, проявляющиеся в современных культурно-ландшафтных районах.

Ключевые слова: культурно-ландшафтное районирование, историко-географическое районирование, культурный ландшафт, Приладожье.

Развитие представлений о культурных ландшафтах обуславливает необходимость их пространственной идентификации, установления пространственной иерархии, то есть разработку районирования, что органично присуще любой географической дисциплине. В этом случае неизбежно возникает вопрос о том, в чем будут состоять отличия «культурно-ландшафтных» районов от «природно-ландшафтных». Культурно-ландшафтное районирование должно отражать организацию ландшафтов как процесс и результат освоения и осмысления территории той или иной культурой (культурами), включая как современные, так и унаследованные черты. Тем самым оно накладывается на природную дифференциацию территории, однако не копирует ее.

Комплексное культурно-ландшафтное районирование должно в основном опираться на структурные признаки, визуализирующиеся в современных ландшафтах и/или объективно определяемые по топографическим и тематическим картам и дистанционным изображениям. Единицы культурно-ландшафтного районирования, как отражение некоторого состояния ландшафтов, менее устойчивы по сравнению с «базовыми» единицами физико-географического районирования, выделяемыми по однородности геологического строения, рельефа, климата, режима увлажнения и т. п.

Предлагаемый подход к районированию культурных ландшафтов и выделению их границ основан на следующих положениях.

1. Культурно-ландшафтное районирование опирается в первую очередь на материальные признаки освоения (окультуривания) территории - как унаследованные от прошлых эпох, так и современные.

2. В районировании учитываются природные особенности (геологическое строение, состав поверхностных отложений, рельеф, поверхностные воды и др.), которые на разных этапах истории влияли на системы природопользования и, соответственно, ландшафтную структуру территории (в том числе размеры и размещение сельскохозяйственных угодий, типы поселений и построек, конфигурацию дорог и т.д.).

3. В равной мере учитываются типы природопользования (в том числе унаследованные), обусловленные не природными условиями территории, а совокупностью других факторов

(экономико-географическим положением, изменением государственных границ, сменой этносов, ростом городов и расширением зон их влияния и т.п.).

4. Современное состояние культурных ландшафтов рассматривается как результат взаимодействия природных ландшафтов и освоения территории на разных исторических этапах: культурный ландшафт - это «связь времен» или палимпсест [6].

5. Культурно-ландшафтное районирование отражает в равной степени результаты целенаправленной деятельности и стихийных процессов в культурных ландшафтах (в том числе, например, обусловленных влиянием крупнейших городов).

6. Пространственная полимасштабность процессов освоения территории, связанная с различными социально-экономическими процессами, обуславливает полимасштабность выделяемых культурно-ландшафтных районов.

7. Особенности нематериальной культуры, связанные с этноконфессиональным составом населения (диалекты языка, фольклор, принадлежность к определенной конфессии, местная топонимика и т. д.) рассматриваются в качестве производных («порождений») культурных ландшафтов и могут быть использованы в качестве индикаторных признаков при районировании - в качестве «маркеров» трансформации ландшафта той или иной культурой.

8. Кроме того, в качестве дополнительных признаков при районировании могут быть использованы так называемые ассоциативные культурные ландшафты [2] – например, места, связанные с памятью выдающихся людей, исторических битв и т.п.

9. Поскольку в современный период урбанизация и комплементарная ей рекреация становятся ведущими факторами освоения пространства (в значительной степени вытесняя сельскохозяйственное освоение), неизмеримо возрастает их роль в формировании культурных ландшафтов. Урбанизированные территории становятся ядрами современной культурно-ландшафтной дифференциации. Крупнейшие города, а также зоны их прямого влияния целесообразно рассматривать как отдельные культурно-ландшафтные районы.

10. Границы культурно-ландшафтных районов обусловлены природной неоднородностью территории в той степени, в какой она влияла и влияет на характер природопользования. Если различные природные ландшафты осваиваются сходным образом, то они могут быть объединены в единый культурный ландшафт. Соответственно, однородный в природном отношении ландшафт при реализации разных моделей природопользования дифференцируется на различные культурные ландшафты.

11. Поскольку границы культурно-ландшафтных районов имеют разное происхождение (природное, этническое, политическое, социально-экономическое и др.), при их проведении используется метод «плавающих признаков» [9].

12. Динамичность культурных ландшафтов предполагает четкую временную приуроченность карт районирования и необходимость их постоянной актуализации.

Описанные выше подходы были применены при проведении культурно-ландшафтного районирования Ленинградской области – территории, находящейся на контакте двух физико-географических стран (Фенноскандии и Восточно-Европейской равнины), имеющей богатую политическую и этническую историю и находящейся в непрерывно расширяющейся зоне влияния Санкт-Петербурга. Всего на территории двух субъектов Федерации - Ленинградской области и Санкт-Петербурга - выделено 14 культурно-ландшафтных районов (рис.1) [4]. Границы некоторых районов соответствуют природным рубежам, которые четко проявлялись и до сих пор проявляются в характере освоенности территории. Это относится, например, к границе Выборгского культурно-ландшафтного района, проведенной по южной окраине Балтийского кристаллического щита (граница Фенноскандии и Восточно-Европейской равнины). В других случаях границы проводились по совокупности различных признаков, среди которых преобладающие хозяйственные функции территории, уровень сельскохозяйственной освоенности, структура угодий, плотность городской застройки, типы и размещение поселений, этнокультурные

и топонимические особенности. Границы культурно-ландшафтных районов различаются по степени выраженности: в некоторых случаях они выявляются однозначно, а в других случаях проведены условно. Ниже приведена краткая характеристика пяти культурно-ландшафтных районов, примыкающих к побережью Ладожского озера, на примере которых в дальнейшем будет показано применение историко-географического подхода при обосновании культурно-ландшафтного районирования.



Рис. 1. Культурно-ландшафтное районирование Ленинградской области

Выборгский культурно-ландшафтный район. Территория района относится к подзоне южной тайги в пределах южной окраины Балтийского кристаллического щита. Наиболее характерны сельгово-ложбинные ландшафты с многочисленными озерами, где для земледелия пригодны только террасированные межсельговые понижения. Сельскохозяйственная освоенность территории 5-10 %; максимальная окультуренность, достигнутая в середине XX в., составляла 25% [3]. Освоение региона – как историческое, так и современное – в немалой степени связано с его трансграничным положением. Несмотря на то, что полная этническая смена населения (после передачи территории из состава Финляндии в СССР в 1940 г.), укрупнение поселений и угодий, тотальная замена топонимики, промышленное освоение XX-XXI вв. привели к частичной утрате исторической преемственности культурных ландшафтов, современное освоение в немалой степени наследует структуру ландшафтов, сформированную за многие столетия карельским и финским населением: дисперсное размещение сельских поселений (а ныне и коттеджных поселков), мелкоконтурные сельскохозяйственные угодья. Следы прошлого освоения представлены многочисленными фундаментами хозяйственных построек, сложенными из гранитных блоков или валунов, остатками густой дренажной сети на зарастающих лугах и пастбищах, фрагментами садов с многочисленными видами растений, не свойственных местной флоре. Сегодня наряду с трансграничной и промышленной функцией региона (включая добычу

кристаллических пород в многочисленных карьерах) возрастает его рекреационная и селитебно-рекреационная значимость. Центрами развития служат города Выборг и Приозерск.

Вуоксинский культурно-ландшафтный район. Территория района относится к подзоне южной тайги в пределах Восточно-Европейской равнины. Преобладают низменные песчаные равнины с многочисленными озерами и болотами; сельскохозяйственная освоенность варьирует от 8 до 17 % [3]. Южная граница района в основном совпадает с границей Великого княжества Финляндского (граница независимой Финляндии в 1918 - 1940 г.). Специфика исторического освоения территории связана с ее государственной принадлежностью до 1940 г. и имеет много общих черт с Выборгским культурно-ландшафтным районом. Однако, благодаря ландшафтным особенностям и близости к Ленинграду, во второй половине XX в. район дольше сохранял сельскохозяйственную функцию; укрупнение угодий здесь не привело к существенной потере сельскохозяйственных земель. Так же как в Выборгском культурно-ландшафтном районе, сохранились многочисленные фундаменты хозяйственных построек и отдельные жилые дома карельских финнов. После этнической смены населения, полной замены топонимики в 1940-х - 1950-х гг., строительства многочисленных «агрогородов», размещения обширных коллективных садоводств и, наконец, возведения десятков православных храмов в конце XX - начале XXI в. район во многом утратил культурно-историческую специфику, сложившуюся к середине XX в. Во второй половине XX в. все большее значение приобретает рекреационная функция: построены сотни учреждений отдыха. В постсоветский период рекреационная функция дополняется рекреационно-селитебной (строительство многочисленных коттеджных поселков).

Невско-Приладожский культурно-ландшафтный район. Территория района относится к подзоне южной тайги; здесь сочетаются низменные песчаные равнины, камовые и моренные возвышенности, болота. Сельскохозяйственная освоенность территории составляет 5-10 % [3]. В течение последних трех столетий развитие региона определялось близостью к Санкт-Петербургу: он выполнял функции снабжения растущего города продуктами питания, минеральными строительными материалами (пески, глины), лесом, торфом и т.д.; здесь формировались усадебно-дачные комплексы. Вдоль Невы и Ладожских каналов возникали поселения, обеспечивавшие функционирование транспортной водной системы. Исторические топонимы здесь имеют как ингерманландско-финские так и славянские корни. Сегодня жители крупных населенных пунктов и коттеджных поселков ориентируются в основном на работу в Петербурге. В составе населения увеличивается процент мигрантов, что вносит новые черты в освоение района и его этнокультурные особенности. Массовое строительство рекреационно-селитебных комплексов существенно потеснило сельскохозяйственную функцию территории.

Приладожско-Волховский культурно-ландшафтный район. Территория района относится к подзоне южной тайги, представлена низменными глинистыми и песчаными равнинами и возвышенностями на преимущественно бескарбонатной суглинистой морене. Сельскохозяйственная освоенность составляет от 5 до 20 % [3]. Район имеет большое историко-культурное значение. Освоение территории во многом связано с ее транзитной функцией: по реке Волхов проходил водный путь «из варяг в греки», на левом берегу реки в IX в. была заложена крепость Ладога (ныне Старая Ладога), имевшая важное геополитическое значение. В устье Волхова в XIV - XV в. был основан Николо-Медведский монастырь, ставший ядром учрежденного Петром I города Новая Ладога. В XVIII-XIX вв. создаются Ладожские обводные каналы, которые становятся частью Вышневолоцкой, Тихвинской и Мариинской водных систем. Освоение региона тяготело к берегам р. Волхов и Ладожским каналам. Северную часть района пересекал Архангелогородский тракт, ставший еще одной осью освоения. В XX в. оси освоения сместились к югу, где были проложены железная дорога Санкт-Петербург – Званка (Волховстрой) с ответвлениями на Мурманск и Вологду, и автомобильная дорога Ленинград – Мурманск. Современные центры развития – города Волхов, Кириши и Сясьстрой - находятся на пересечении железных дорог и автомобильных магистралей и крупных рек.

Присвирский культурно-ландшафтный район. Территория района относится к подзоне средней тайги, представлена низменными песчаными равнинами, волнистыми равнинами на валунных суглинках, холмисто-моренными и камовыми возвышенностями. Лесистость территории составляет 70-80 % (наибольшая в пределах Ленинградской области), сельскохозяйственная освоенность менее 5 % [3]. Освоение района связано с реками и крупными озерами. Основной осью служит река Свирь, благодаря которой территория приобрела транзитную функцию. Эту функцию усилило открытие Мариинской водной системы и сооружение железной дороги Званка (Волховстрой) – Мурманск. Центрами освоения также служили монастыри (Алекса́ндро-Сви́рский, Введе́но-Оя́тский). Район отличается наивысшей в области концентрацией деревянной северной архитектуры, в том числе храмовой. В современном хозяйстве важнейшую роль играют лесозаготовки и первичная переработка древесины. Система сельских поселений деградировала за последнее столетие; этому способствовало, в частности, строительство ГЭС на Свири и затопление заселенной многие столетия территории водохранилищем - Ивинским разливом.

Культурно-ландшафтное районирование – один из методов моделирования пространственной специфики территории, связанной с ее освоением в прошлом и настоящем. В отличие от культурно-исторического и историко-географического районирования, которые должны привязываться к определенным историческим периодам и фиксировать состояние территории в эти периоды, культурно-ландшафтное районирование – одна из моделей современного состояния ландшафтов региона. При построении данной модели необходимо учитывать историю формирования природно-культурных комплексов, в чем могут помочь временные срезы, для которых выявляется историко-географический и культурно-исторический рисунок освоения территории. Необходим анализ истории формирования культурных ландшафтов, что требует сопоставления актуального культурно-ландшафтного районирования с серией историко-географических карт.

На примере историко-географического районирования южного и западного Приладожья на период конца XVIII в. покажем подходы к обоснованию выделения современных культурно-ландшафтных районов.

Комплексное историко-географическое районирование должно опираться на признаки, объективно определяемые по историческим картам, литературным и архивным источникам. Разработка такого районирования заставляет исследователей искать в прошлом периоды, для которых имеются комплексные достоверные описания и картографические изображения. Поиски материалов, на основе которых может быть проведена историко-географическая дифференциация территории, не всегда успешны. Для территории Приладожья источником данных для дифференциации территории в конце XVIII в. служат труды академика Н.Я. Озерецковского (1750 – 1827), для которых характерны точные датировки описанных событий и явлений, комплексность сведений, географические привязки, информационная емкость и достоверность. Каждое слово в описаниях выверено и несет смысловую нагрузку; имеются ссылки на источники и способ получения тех или иных данных. Личность самого автора, его наблюдательность и широкая образованность позволяет относиться к представленной информации с большой степенью доверия и рассматривать его описания в качестве научных данных. Нарочитая сухость языка и отсутствие эмоций и образов, делающих любой текст личностным, в данном случае являются несомненным достоинством описаний.

Рассмотрим историко-географическую карту, составленную на основе описаний выполненных Н.Я. Озерецковским [5] и послужившую одним из источников для разработки рассмотренного культурно-ландшафтного районирования для территории южного и западного Приладожья (рис. 2).



Рис. 2. Историко-географическое районирование прибрежной части Ладожского озера на рубеже XVIII-XIX вв. (карта выполнена на современной основе с учетом реконструкции береговой линии на конец XVIII в.). Историко-культурные районы: I – Невско-Приладожский; II – Юго-Западное Приладожье; III – Вуоксинско-Коневецкий; IV – Валаамский; V – Сортавальский; VI – Салминский; VII – Олонецкий; VIII – Свирско-Приладожский

Территория Приладожья наиболее комплексно описана академиком в ходе экспедиции 1785 г., когда Н.Я. Озерецковский предпринял обследование западного, северного и восточного побережий Ладожского озера от г. Шлиссельбурга до устья р. Свирь. Для передвижения экспедиции было выбрано парусное судно – сойма, небольшие размеры которого позволили провести детальное обследование берегов. Южное побережье Ладожского озера было фрагментарно обследовано академиком в 1805 г., когда он, возвращаясь из путешествия на оз. Ильмень, на лодке проплыл по Ладожскому каналу от г. Новая Ладога до г. Шлиссельбург. Данные, приведенные в описаниях Н.Я. Озерецковского, дают возможность обосновать историко-географическую дифференциацию территории в конце XVIII в., подтвердить направленность природных процессов, идущих на побережье (изменение очертаний островов и проливов), проследить динамику ландшафтов (изменения, связанные со спуском Суванд-озера, изменением течения р. Вуоксы), выявить этнические смены и трансформацию типов

природопользования на протяжении двух веков. Подробный анализ описаний и географических карт [1,8], которыми мог пользоваться Н.Я. Озерецковский, позволил выделить в Приладожье восемь историко-географических районов. Ниже приведена характеристика пяти из них, базирующаяся на описаниях академика Н.Я. Озерецковского [7].

Сортавальский историко-географический район. *Район протягивается вдоль побережья Ладоги от Импилахтинского погоста (включительно) до г. Кексгольма [совр. Приозерск], полностью находится в пределах Балтийского кристаллического щита, имеет промышленно-сырьевую и промышленно-добывающую функцию: специализируется на добыче камня и производстве теса. Проживают здесь преимущественно финны и карелы, исповедующие лютеранство. Центром развития служит город Сортавала.*

Н.Я. Озерецковский отмечает, что к северу от г. Кексгольма очертания берегов Ладожского озера резко изменяются, «неровный и закоулистый берег» ([7], с. 112) изобилует глубоко врезанными заливами, его окружает множество островов. По приведенным Н.Я. Озерецковским сведениям на северном берегу в Выборгской губернии большая часть погостов (кирхшпили) относятся к государевым землям ([7], с. 100), что связано с разработкой недр, богатых строительным камнем. На о. Ювень [совр. Калкисаари] и в Рускеальском погосте Н.Я. Озерецковским описаны мраморные ломки, на о. Тулола [совр. Тулолансаари] и около д. Сумерия – гранитные. Мрамор и гранит для облицовки казенных строений в Санкт-Петербурге ломают нанятые от казны вольные люди. В описаниях Н.Я. Озерецковского постоянно упоминаются выходы кристаллических пород. Он подчеркивает, что практически на всех реках существуют пороги, препятствующие судоходству. «Причиной сему неровные каменистые места, по которым они текут...» ([7], с. 120). Быстрое течение рек и обилие леса дают возможность строительства пильных мельниц. «На всех почти реках, в озеро впадающих находятся пильные мельницы, которые хозяевам богатую приносят прибыль» ([7], с. 113). Лесной промысел района ориентирован на поставку теса в столицу и другие регионы. Н.Я. Озерецковский отмечает, что каменистые места затрудняют хлебопашество, «недостаточен край сей пахотными местами к пропитанию великого числа жителей» ([7], с. 114). Жители района – преимущественно финны и карелы лютеранского вероисповедания, православных карел немного.

По сравнению с современным Выборгским культурно-ландшафтным районом, выделенным на основе Сортавальского, последний не включал г. Кексгольм, который в XVIII в. в большей степени ориентировался на Санкт-Петербург.

Вуоксинско-Коневецкий историко-географический район. *Район занимает территорию от г. Кексгольма до южной границы Выборгской губернии, включает о. Коневец. На побережье имеются удобные для судов бухты, район имеет промышленно-сырьевую функцию: специализируется на производстве теса, поставках строевого леса и рыбы в столицу. Проживают здесь преимущественно финны, русских немного. Центром развития территории служит залив Чертова Лахта [совр. бухта Владимировская], откуда осуществляется связь с другими районами, прежде всего со столицей. Город Кексгольм, находящийся на северной границе, такой значимости для района не имеет. В качестве зарождающегося центра развития можно рассматривать монастырь на о. Коневец.*

Очертания берегов Ладожского озера к северу от южной границы района изменяются, Н.Я. Озерецковский отмечает появление бухт, глубины которых позволяют заходить крупным судам. «Чертова Лахта нарочито далеко от озера внутрь земли простирается, имеет возвышенные берега и такую глубину, что самые большие суда со всем грузом к самым берегам пристать в ней могут» ([7], с. 70). Прибрежные земли относятся к владельческим или монастырским вотчинам. Русское и ижорское население в районе постепенно сменяется финнами, «по разным местам находятся чухонские⁶ дворы, порознь и отдаленно один от другого стоящие» ([7], с. 49). Немногочисленные русские деревни по мере продвижения на север начинают приобретать черты финских поселений:

⁶ Чухонцами Н.Я. Озерецковский называет финнов, проживающих на Карельском перешейке.

дворы «расставлены по-чухонски, то есть беспорядочно» ([7], с. 71). Смена этнического состава населения проявляется и в том, что в г. Кексгольме, помимо двух российских церквей, существует лютеранская кирха. Значительное расстояние до Санкт-Петербурга исключает возможность самостоятельной реализации продукции мелкими производителями, что накладывает отпечаток на специфику организации и рыбного, и лесного промысла в регионе. Рыбная ловля из общинной превращается в промышленную, ее у помещиков «откупают прасолы⁷ и держат там свои невода и своих промышленников» ([7], с. 47). Несмотря на наличие удобного залива Чертова Лахта, где лес «во всякую пору беспрепятственно на суда грузить можно» ([7], с. 54), лесной промысел не составляет основную статью доходов местного населения. Везти дрова в столицу отсюда долго, дорого и опасно. Соответственно формируется и подход к заготовке леса: вместо дров в столицу отправляют строевой лес и готовый тес (доски): весной и осенью здесь работают пильные мельницы. Охота, хлебопашество и скотоводство также служит поддержанию жизни населения. В заливе Чертова Лахта «за деревнею внутрь земли идет лес, в котором расчищены места для пашни и покосов. Лахтяне обыкновенно сеют рожь, ячмень и овес...» ([7], с. 71).

Территория Вуоксинско-Коневецкого историко-культурного района практически полностью наследуется современным Вуоксинским культурно-ландшафтным районом.

Историко-географический район Юго-Западное Приладожье. Район простирается от южной границы Выборгской губернии до устья Невы, вдоль низких преимущественно песчаных, местами каменистых берегов озера. Территории присуща сырьевая функция: обеспечение столицы строевым лесом, дровами и рыбой. Проживают здесь русские и ижора, финнов немного. Центром развития района служит единственное место, откуда осуществляется связь со столицей – гавань Остермана.

Берега Ладожского озера здесь «низкие отмельные и каменистые, которые не только не дают глубоких губ и заливов, но и к самим себе на судах приближаться не позволяют, утрашая плователей каменистым дном» ([7], с. 24-25). Потребность в безопасных гаванях, которая диктовалась помимо всего прочего ориентацией региона на снабжение Санкт-Петербурга лесом и рыбой, предопределила строительство в 1784-1787 гг. уникальной пристани - гавани Остермана, которая стала центром развития района. Связь района со столицей осуществляется как водным, так и сухопутным путем. Такое местоположение, обеспечивающее выгодный сбыт продукции в Санкт-Петербурге, делает рентабельным даже завоз сырья для развития промышленности из других регионов. Описывая стекольный завод на р. Морье, Н.Я. Озерецковский акцентирует внимание на том, что для производства глину возят с р. Андомы (приток Онежского оз.), песок – от устья р. Волхова, а поташ (калийную соль) покупают в столице. Все побережье здесь разделено на владельческие дачи. Крестьяне в дачах принадлежат землевладельцам только по земле, и могли бы перейти к другому владельцу только в случае продажи дачи. Рядом с расположенными здесь русскими и ижорскими традиционными деревнями (дома расставлены упорядоченно и ориентированы на реку или озеро, а за деревнею в лесу расчищены места для пашни и покосов) отмечено соседство «чухонцев в околности живущих» ([7], с. 16). Абсолютное преобладание русского и ижорского населения определяет и тот факт, что в селениях имеются только православные храмы. Жизнеобеспечение и доходы как владельцев земель, так и местных жителей связаны, прежде всего, с рыбной ловлей. На побережье лов рыбы производят крестьяне, арендуя тони⁸, которые владельцы отдают в оброк. Мелкую рыбу крестьяне используют в пищу, а крупную, помимо оброка, – сами продают в Санкт-Петербурге. Особую статью доходов населения составляет лесной промысел. Лес вблизи побережья, по определению Н.Я. Озерецковского, «великий», «густой», «темный», «крупный». Крестьяне в счет податей обязаны поставлять в столицу дрова и строевой лес. Сплощенные бревна, «поклав на них дрова, гонят они в Санкт-Петербург водою» ([7], с. 13). Описывая хлебопашество, Н.Я. Озерецковский обращает внимание

⁷ Прасол – скупщик рыбы.

⁸ Тоня – место на озере, где производится лов рыбы неводом.

на то, что угодий вдоль побережья немного, и пашня «состоит в небольших кулишках, порознь между собой лежащих» ([7], с. 38). Продукты скотоводства и хлебопашества не идут на продажу, а используются местными жителями для удовлетворения своих потребностей. Дополнительными статьями дохода служат заготовка сена для отправки в Санкт-Петербург и охота.

Территория историко-географического района Юго-Западное Приладожье полностью включена в современный Невско-Приладожский культурно-ландшафтный район.

Невско-Приладожский историко-географический район. Район протягивается от г. Шлиссельбурга до г. Новая Ладога вдоль низменных, местами заболоченных, преимущественно песчаных берегов озера. Район имеет приоритетную транзитную функцию, преобладает русское население. Центрами развития служат города Шлиссельбург и Новая Ладога.

Южное побережье Ладожского озера отличается низкими песчаными и каменистыми берегами: глубины озера здесь крайне незначительны, отсутствуют бухты, где могли бы укрыться корабли в случае непогоды. Осями развития территории служат р. Нева и Ладожский канал. Река Нева определяет расселение в районе, «возвышенные лесистые, то глинистые, то песчаные ее берега... по краям уставлены пригожими домами, целыми селеньями и кирпичными заводами» ([7], с. 3). Ладожский канал, протягивающийся на 104 версты (111 км) от устья р. Волхова до истока р. Невы, обеспечивает безопасный проход судам; однако поселений на канале немного. Проживает в районе преимущественно русское население, и в г. Шлиссельбурге и в г. Новая Ладога имеются только православные храмы. Самой существенной функцией района является транзитная: жители г. Шлиссельбурга содержат «большие и малые суда, на которых возят в Санкт-Петербург и в Кронштадт разную клажу и проезжих» ([7], с. 7). Развитие промышленности в районе определяется хорошей связью, как со столичным городом, так и с другими регионами России. Его расположение определяет выгодную реализацию продукции, дает возможность использовать дешевую рабочую силу, позволяет завозить дешевое сырье из других регионов и нанимать иностранных специалистов. Для «ситцевой и выбойчетной фабрики» ([7], с. 8) в Шлиссельбурге, где работают печатниками в основном иностранцы, белые ситцы, выбойки и краски завозятся из других государств. Рыбная ловля, составляющая основное занятие жителей, также зависит от сбыта пойманной рыбы в столице.

На современной карте культурно-ландшафтного районирования Невско-Приладожский историко-географический район оказался поделенным между Невско-Приладожским и Приладожско-Волховским культурно-ландшафтными районами, что обуславливается утратой ладожскими каналами транзитной функции, определявшей единство территории.

Свирско-Приладожский историко-географический район. Район протягивается от р. Волхов через устье р. Свирь до р. Гумбарки. Имеет преимущественно транзитную функцию, значительно усилившуюся после постройки Сясьского (1802 г.) и Свирского каналов (1810 г.), при сопутствующей сырьевой (поставка дров и рыбы в столицу). Проживают в районе преимущественно русские. В районе нет явно выраженного центра развития.

Район описан Н.Я. Озерецковским менее полно по сравнению с другими районами, так как он проходил вдоль южного берега Ладоги, возвращаясь из экспедиции, и двигался в некотором отдалении от берега. Подробно описано устье р. Свирь и сама река, упоминаются поселения на р. Оять. В путешествии на оз. Ильмень в 1805 г. даны сведения о каналах: строительство Сясьского канала от р. Волхов до р. Сясь завершилось в 1802 г., а канал между р. Сясь и р. Свирь в 1805 г. еще строился.

На юго-восточном и южном отлогом берегу Ладоги по мере приближения к столице рыбная ловля вновь приобретает промышленные масштабы, и опять возникает конкуренция за удобные тони. В устье р. Свирь, где «жители при хлебопашестве занимаются наиболее рыбной ловлей, к чему многие подает им удобства обширное устье» ([7], с. 144), появляются небольшие рыбацкие деревни, в которых временно живут рыбаки из деревень, отстоящих от Ладоги на значительное расстояние. Лесной промысел вновь ориентируется на заготовку дров для Санкт-Петербурга, Н.Я. Озерецковский описывает «большие поленицы дров,

определенных для грузки на галиоты» ([7], с. 144). Реки, впадающие в Ладугу, здесь много шире, чем на северном побережье озера, что определяет и специфику селений, на них расположенных.

Свирско-Приладожский историко-географический район на современной карте культурно-ландшафтного районирования оказался поделенным между Приладожско-Волховским и Присвирским культурно-ландшафтными районами, что определяется утратой транзитной функции Ладожскими каналами и сохранением этой функции рекой Свирь, которая к тому же, несмотря на утрату части населенных пунктов, сохранила в своем нижнем течении функцию оси расселения.

Разработка историко-географического районирования для определенного исторического периода позволяет проследить этапы формирования дифференциации территории и глубже понять унаследованные черты, проявляющиеся в современных культурно-ландшафтных районах.

Исследования, положенные в основу настоящей статьи, выполнены при поддержке гранта РФФИ 16-05-00480.

Литература:

- [1] Атлас на некоторые наместничества Российской Империи. 1722 - 1731 гг. /сост. И.К. Кирилов. <http://old-maps.livejournal.com/11011.html> Дата обращения 29.11.2016
- [2] Веденин Ю.А., Кулешова М.Е. Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия // Известия АН. Серия геогр. 2001. № 1. С. 7-14.
- [3] Исаченко Г.А. «Окно в Европу»: история и ландшафты. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1998. – 476 с.
- [4] Исаченко Г.А., Исаченко Т.Е. Подходы к культурно-ландшафтному районированию //Известия РГО. 2016. Т. 148, вып. 6. С. 1-17.
- [5] Исаченко Т.Е. Историко-географическое районирование прибрежной части Ладожского озера для рубежа XVIII – XIX вв. (по материалам экспедиций Н.Я. Озерецковского) / Изв. Русск. геогр. о-ва. 2017, т.149, вып. 1. С. 59-77.
- [6] Митин И.И. Палимпсест, место как палимпсест [Материалы к словарю гуманитарной географии] // Гуманитарная география: Научный и культурно-просветительский альманах. Вып. 2. М.: Институт Наследия, 2005. С. 351-353.
- [7] Озерецковский Н.Я. Путешествие по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг озера Ильмень. 2-е изд. СПб. Импер. акад. наук, 1812. – 561 с.
- [8] Российский атлас из 43 карт состоящий и на 41 губернию Империю разделяющий. 1800 г. <http://clubklad.ru/maps/RU/old/4925/> Дата обращения 30.11.2016
- [9] Смирнягин Л. В. Районы США: портрет современной Америки. М.: Мысль, 1989. – 379 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Красовская Татьяна

Географический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Россия

e-mail: krasovsktex@yandex.ru

Abstract. Modern concept of cultural landscapes may be regarded as an instrument for transit to sustainable development at the North of Russia. They reveal historical forms of sustainable economic, ecological and social know-how useful for modern interpretation in the process of economic development in this region. Cultural landscapes structure is based on different world outlook of northern population: pagan –for indigenous population, modern European –for newcomers, often leading to ethnic-cultural nature management conflicts. Adaptive indigenous model of nature management presents ecologically safe schemes for modern economic development. Cultural landscapes spiritual elements promote regional identities development necessary for social sustainability. Cultural landscapes of the Russian North may be referred to national cultural heritage and need protection. Trans boundary historical cultural landscapes of Russian-Norwegian frontier form a reliable basement for joint activities in economic, ecological and social spheres. Mapping of cultural landscapes is important for regional planning practice but cultural landscapes maps are still rare.

Key words: cultural landscapes, sustainable development, Russian North, cultural heritage, nature management.

Введение

Последовательная реализация стратегии устойчивого развития районов Европейского Севера в современных условиях требует актуализации фактора культуры, оказывающей непосредственное влияние на устойчивое экономическое, экологическое и социальное развитие. В 2016 г. исполнилось 10 лет существования нового измерения деятельности Арктического Совета в области устойчивого развития – культурного, появившегося по инициативе России на министерском совещании Совета в Салехарде. Первоначально акцент делался на сохранении культуры коренного населения Арктики. Сегодня при неослабевающем внимании к решению этой проблемы, все чаще звучат призывы к сохранению культурных ландшафтов Арктики. С ними связывают благоприятные условия формирования региональной идентичности населения, новые направления экономического развития, укрепление дружеских контактов приграничных территорий и т.д.

Материалы и методы исследования

Нами использована гуманитарно-географическая трактовка понятия «культурный ландшафт» в соответствии с современными взглядами на постнеклассическую географию. Материалами послужили многолетние разработки представлений о культурном ландшафте междисциплинарного научного семинара «Культурный ландшафт» РГО, а также непосредственные исследования автора на Севере России.

Результаты и обсуждение

Представление о культурных ландшафтах

Российский философ первой половины XX в. П.Флоренский писал, что культура может быть истолкована как деятельность по организации пространства, раскрывает его формулу, позволяющую воспроизводить конкретные образы, которыми данное пространство должно быть

проявлено (Флоренский, 1993). Эти конкретные образы представляют культурные ландшафты Обыденный мир земной поверхности – целостный закономерный ковер культурных ландшафтов, соединивший природные и культурные компоненты (Каганский, 2009).

Понятие «культурный ландшафт», введенное в научный оборот А.Гумбольдтом, О.Шлютером, К.Зауэром, В.П.Семеновым-Тян-Шанским в начале XX в., приобрело в настоящее время необычайную популярность. Оно рассматривается и как профессиональное, и как мировоззренческое. Культурный ландшафт понимают как идеально организованный ландшафт прекрасного будущего, и как любой участок Земного пространства, осмысленный человеком. Так, например, известна символика и семантика высокогорий Тибета, не заселенных человеком, Гипербореи в Арктике и т.п. Культурный ландшафт фиксирует смыслы в пространстве и тем отличается от культуры как таковой. Понятие «культурный ландшафт» оказалось в фокусе интересов специалистов разных направлений: географов, культурологов, этнологов, философов, историков, политиков и даже представителей бизнеса. Различающиеся трактовки этого понятия чаще всего объединяет представление о том, что культурный ландшафт — преобразованный в результате постоянного взаимодействия и используемый человеком для устойчивого получения материальных, экологических и духовных благ природный комплекс. Культурные ландшафты образуют социоприродную систему, в которой существуют корреляционные процессы взаимодействия между составляющими её блоками: природным ландшафтом, социумом, его освоившим, его духовной, языковой, селенческой, хозяйственной культурой (рис.1)

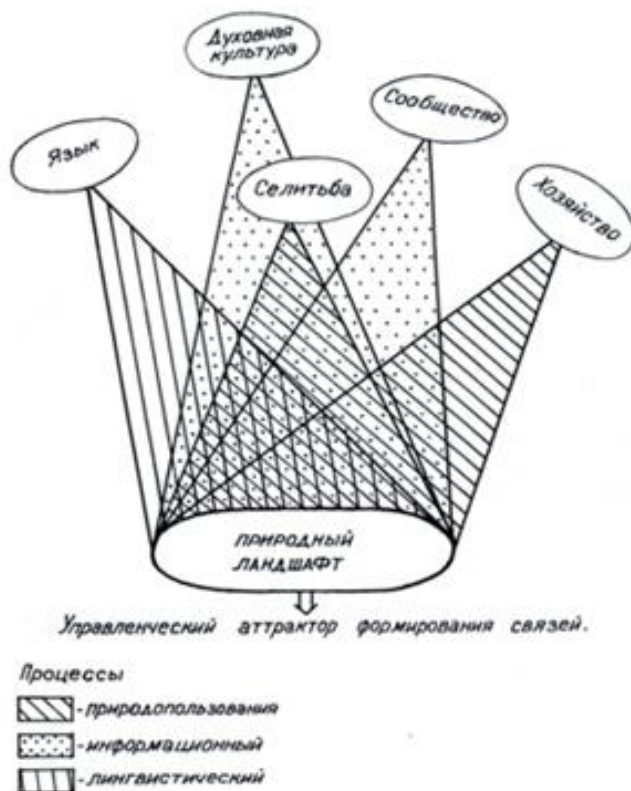


Рис.1. Модель культурного ландшафта (Красовская, 2012)

Существование нематериальной (духовной) составляющей у культурных ландшафтов, духовных начал местности (*genius loci*) – важная характеристика не только реально существующих культурных ландшафтов, но и их виртуальных разновидностей. Особенно четко обнаруживается присутствие «духа местности» у большинства обжитых человеком ландшафтов. Человек, осваивая некоторую территорию (пространство), «осмысляет» ее, наделяя системой местных географических названий, символикой, местным фольклором и т.п. «Дух местности» – порождение определенного исторического периода и культуры конкретного сообщества людей;

поэтому код организации пространства не всегда воспринимается вне этой культуры (Лотман, 2001). Так сакральный центр саамов – Сейдозеро, ненцев – о.Вайгач и т.д. для пришлого населения представляет собой лишь географические объекты.

Культурные ландшафты необычайно разнообразны. Применительно к Северу России они представлены городскими и сельскими культурными ландшафтами, культурными ландшафтами коренных малочисленных народов Арктики, историческими культурными ландшафтами, приграничными культурными ландшафтами, виртуальными культурными ландшафтами и т.д.. Один и тот же (территориально) ландшафт может быть полем «интерференции смыслов» в различных культурах как во времени, так и в пространстве. Так, в Большеземельской тундре индустриальные культурные ландшафты районов нефтедобычи «наложены» на традиционные культурные ландшафты ненцев. Приграничные исторические культурные ландшафты современных Печенгского района Мурманской обл. и губернии Финнмарк служили ареной интерференции смыслового освоения пространства норвежской морской и континентальной поморской культурой, а также языческой культурой саамов. Длительная история развития культурных ландшафтов, зачастую изобилующая радикальными переменами, сопровождавшимися цивилизационные, технологические, миграционные и др. процессы, способствовала формированию палимпсеста культурных ландшафтов на большей части освоенных территорий, т.е. наслоения культурных ландшафтов, сформировавшихся в разное время. Культурный ландшафт - продукт времени взаимодействия человека и природы. Занимаемые им пространства последовательно возрастали на разных стадиях экономического развития человечества (рис.2).



Рис.2. Процесс формирования культурных ландшафтов

До настоящего времени не разработана иерархия культурных ландшафтов, которая позволила бы определить их ранговую принадлежность, хотя их свойства полимасштабности, анизотропности, поляризованности и др. уже достаточно четко определяются (Калуцков, 2008, Каганский, 2009). Это затрудняет управление культурными ландшафтами в целях их сохранения и прикладного использования их пространств, объектов и символов.

Культурные ландшафты и устойчивое развитие

Функционирующие как единое целое культурные ландшафты могут рассматриваться как ареалы устойчивого развития, достигнутого на основании реализации опыта многих поколений по преобразованию природных ландшафтов и рациональному использованию природного капитала в процессе сотворчества человека и природы. Еще в начале XX в. российский социолог П. Сорокин (1993) обратил внимание на то, что общество специфическим образом адаптируется к природной среде. Изоморфизм структуры образа природы фиксируется в кодах культурных ландшафтов, отражающих их семиотическую упорядоченность, отличающуюся у разных народов, осваивающих географическое пространство (Лотман, 2001). Так, географическое пространство языческого мира коренных малочисленных народов Севера разделено сейдами – каменными идолами, разграничивающими пространство культурного ландшафта. У поморов, осваивавших Русский Север, знаковыми являлись церкви в честь их покровителя – Николая-Чудотворца.

Изучение формирования культурных ландшафтов народов мира во всем их многообразии противостоит унификации методов хозяйственного преобразования природной среды в ходе развития процессов глобализации. Оно позволяет сохранить богатое природное и культурное наследие народов, включая приемы устойчивого природопользования для каждой ландшафтной зоны. Именно изучение культурных ландшафтов народов мира позволяет обнаружить в нашем неустойчивом мире «острова спасения» – сохранившиеся (традиционные) и инновационные культурные ландшафты, которые воспринимаются как образцы действительно устойчивого природопользования.

Информация о предшественниках конкретного культурного ландшафта зафиксирована на определенных материальных носителях, например – в сохранившихся фрагментах структуры былой городской застройки, некогда формировавшей «текст» древнего сакрального культурного ландшафта, а также алгоритме действия человека в нем (Лотман, 2001). Однако чаще культурные ландшафты, слагающие современный палимпсест, существуют лишь виртуально, что, однако, не умаляет значимости их реконструкции, которая, например, позволяет избежать социокультурных конфликтов природопользования.

Реализация современной концепции культурного ландшафта для устойчивого развития северных территорий возможна в следующих направлениях:

- Экономическом
- Экологическом
- Социальном.

Кратко прокомментируем сущность этих направлений и значение их реализации для северных районов России.

Экономическое направление. Ф. Бродель, заметил, что «человек – пленник своего времени, климата, растительного и животного мира, культуры, равновесия между ним и средой, создаваемого в течение столетий, равновесия, которого он не может нарушить, не рискуя многое потерять» (Бродель, 1977, с. 124). Рациональные формулы освоения северного пространства хорошо известны его коренному и старожильческому населению, сформировавшему на протяжении многих столетий адаптивные принципы организации традиционной хозяйственной деятельности. Одним из важнейших из них является комплексный характер хозяйственной деятельности. Так, саамы, например, сочетали оленеводство с рыбной ловлей и охотой. У поморов морской промысел сочетался с ограниченным земледелием, заготовкой леса, солеварением и пр.

Современная практика использования Севера носит, в основном, моноиндустриальный характер. Однако, в Арктической доктрине России, определяющей ближайшие перспективы развития Севера России, уже упомянуты рекреационное, традиционное, транспортное и природоохранное природопользование, означающие начавшийся процесс его диверсификации. Новая модель хозяйственного освоения, формируемая в основном пришлым населением, наследует его традиционные принципы, однако создаёт при этом новую кластерную модель культурного ландшафта. Метахронное развитие компонентов новых культурных ландшафтов и их эволюция обуславливает возможное сосуществование на одной территории современных инновационных и исторических культурных ландшафтов и их разновидностей. Свойство полимасштабности и анизотропности культурных ландшафтов позволяет рассматривать структуру их новых кластеров с использованием методологических подходов определения центра и периферии, смысловых доминант и процессов их взаимодействия (Валлерстайн 1979, 1998, Роккан и др., 2003, Митин, 2003).

Традиционные культурные ландшафты Севера России исторически были полифункциональными: они обеспечивали экономическое и социальное развитие и одновременно сбережение природных ландшафтов. Включение «щадящих» видов природопользования, балансирующих антропогенную нагрузку, в современную модель хозяйственного освоения северного пространства означает воспроизводство традиции построения культурного ландшафта. При этом традиционное и рекреационное природопользование (относящиеся к «щадящим») в этой модели должно рассматриваться, прежде всего, с экологических и социальных, а не экономических позиций.

С формированием мировых рынков средообразующих услуг экосистем территории, обеспечивающие воспроизводство этих услуг (а к таким относятся многие районы Севера России), могут приносить прибыль государству за счет налога за пользование экосистемными услугами «всеобщего достояния»: сохранения климатических условий в квазиустойчивом состоянии (за счет депонирования выбросов углерода, сохранение биоразнообразия и др. Человечество уже имеет опыт таких взаиморасчетов после вступления в действие Киотского протокола, торговли квотами на выброс диоксида серы между штатами США и т.д. В центре новой фазы мировой истории стоит уже не экономический, а постэкономический человек, ориентированный на духовные, культурные и экологические приоритеты, так ярко проявляющиеся в культурных ландшафтах.

Экологическое направление

Традиционная экологическая культура коренного и старожильского населения Севера уже почти два десятилетия является предметом изучения исследовательских программ Арктического Совета, т.к. она обозначает принципы безопасного хозяйственного освоения северного пространства. Традиционные культурные ландшафты Арктики являют собой холистический подход к освоению пространства. Традиционную экологическую культуру воспроизводят культурные ландшафты. Так, кочевой образ и отсутствие крупных поселений обеспечивал естественные процессы восстановления экологической ёмкости северных ландшафтов. Частично этот принцип наследует современное вахтовое освоение природных ресурсов на Севере. Традиционный хозяйственный календарь коренного и старожильского населения Арктики делился не на 4, привычные европейцам, сезона, а содержал значительно более дробное деление, отражающее природные циклы и позволявшее точно определять время «закрытия» водоемов для ловли рыбы, заготовки дикоросов, появления ветров, способствующих удачному морскому промыслу и т.д.. Сбережение кормящих ландшафтов вошло в традиционную культуру народов Севера.

Традиционная экологическая культура воспроизводится передается из поколения в поколение через традиции, обычное право, фольклор, т.е. через духовные компоненты культурного ландшафта. Устройство современных промышленных и городских ландшафтов Севера наследует культуру пришлого населения, сформированную в иных природных и социальных

условиях. Современная экологическая культура освоения северного пространства должна органично наследовать исторически сформированную экологическую культуру, материальную и духовную сущность которой раскрывает изучение компонентов традиционных культурных ландшафтов. Раскрытие иных мировоззренческих принципов бытия через познание нравственных доминант функционирования этнокультурных ландшафтов имеет принципиальное значение для предотвращения этнокультурных конфликтов природопользования, которые, к сожалению, довольно часто встречаются на Севере России. Если спросить саама; «Где твой дом?», он ответит «Природа – мой дом». В нашем представлении дом – совсем иное! Мотивации к сохранению природы вне стен «своего дома» нет! Очевидно, что об этом следует помнить при хозяйственном освоении северных территорий. Только в этом случае можно существенно снизить экологические риски и осуществить экологический переход к постиндустриальному развитию.

Социальное направление

Успех сбалансированного развития системы «природа-общество», как показывает практика, во многом определяется социальными программами. В области природопользования такие социальные программы базируются на изучении культурных ландшафтов. Наиболее значимыми в ракурсе устойчивого развития северных территорий России являются следующие социальные функции культурных ландшафтов:

- Формирование региональной идентичности населения через одухотворенный образ культурного ландшафта.
- Сохранение природного и культурного наследия через репрезентацию в культурном ландшафте
- Развитие кросс-культурных коммуникаций через раскрытие культурных ландшафтов других народов.
- Раскрытия иных мировоззренческих принципов бытия через познание нравственных доминант функционирования этнокультурных ландшафтов.
- Сохранения и воспроизводство этнической культуры.

Региональная идентичность понимается как форма проявления культуры укорененности, интегрирующая в пределах ограниченной территории. Феномен региональной идентичности включает в себя 1)идентификацию себя как «местного», «местного по убеждению; 2)местный патриотизм, 3)оценку роли места в самоидентификации личности, 4)общинность, 5)осознание «степени самобытности» и пространственных пределов «своего края»; 6)образ своего края (Крылов,2010). Репрезентация культурного ландшафта в образовательных программах, воспитании формирует чувство «Малой Родины», которую надо любить, беречь и защищать. Региональная идентичность неразрывно связана с исторической памятью социума. Так, историческая память жителей Мурманского Заполярья, хранит места героической защиты родного края в годы Великой отечественной войны: Рубеж обороны под Мурманском, п-ов Рыбачий и др. Палимпсест современных культурных ландшафтов, включающих исторические материальные объекты и виртуальные компоненты (поморские и норвежские культурные поселения п-ова Рыбачий, саамские культурные ландшафты Хибинских гор и др.) являются своеобразной энциклопедией развития социума на конкретной территории.

Культурные ландшафты как объект наследия

Север России скупо представлен в списке объектов природного и культурного наследия ЮНЕСКО. Среди них наиболее близки к понятию «культурный ландшафт» Кижи (сельский культурный ландшафт) и ансамбль Соловецкого монастыря (монастырский культурный ландшафт), отчасти - девственные леса Коми (археологические памятники разных эпох, языческие святилища, этнокультурные ландшафты манси и коми). Вместе с тем своеобразный исторический культурный ландшафт, сформировавшийся на стыке границ России, Норвегии и Финляндии, принадлежит к четырем культурным мирам одновременно.

Развивавшиеся в практически однотипных природных условиях культуры норвежцев, поморов, финнов и саамов преобразовали его по-своему, однако при сильном взаимном влиянии. Например, исторический культурный ландшафт пограничья России и Норвегии имел собственный язык «русско-норск», общие топонимы – Варяжский/Варангер фьорд, Васино/Вадсё, и др. Для норвежцев изначальной стихией, в которой они рождались и умирали, являлось Море. Мифологема моря являлась базовой и в поморской картине мира. Норвежцев и поморов объединяет представление о море как основе их бытия. Торговые связи между Русским Севером и Халлаголандом (древнее названия Северной Норвегии) восходят к временам, воспеваемым сагами и описанных путешественниками в Биармию. Они даже имеют собственное название – «поморхандель» (поморская торговля). На Мурманском берегу Баренцева моря существовала этническая группа «русские норвежцы». Разве не заслуживает эта территория номинации как объект Всемирного наследия – культурные ландшафты порубежья? Вторым объектом, заслуживающим включения в список Всемирного наследия, является так называемый Зеленый пояс Фенноскандии – непрерывная цепь хорошо сохранившихся природных ландшафтов вдоль границ трех государств, вмещающая и объекты культурного наследия.

Хорошо сохранившиеся культурные ландшафты коренных малочисленных народов севера России являются культурным наследием страны. Однако пока во Всемирный список номинированы только два из них: родовые угодья в дельте Лены и Каталык в районе Индигирки. Нематериальные элементы культурных ландшафтов, например, для Европейского Севера–саамские сакки и песнопения, поморский «русский мир», карельский эпос «Калевала», традиционные праздники народов Севера и др. также могут рассматриваться как объекты наследия. Развитие кросс-культурных коммуникаций через раскрытие культурных ландшафтов других народов является основой для укрепления партнерских отношений в освоении северного пространства, создает базис для совместной экономической деятельности разной направленности. Например, исторические культурные ландшафты Российско-Норвежского порубежья заложили традиции разнообразных по содержанию коммуникаций, которые успешно реализуются между губернией Финмарк в Норвегии и Мурманской областью вопреки политической конъюнктуре. Безусловно, визуализация исторических культурных ландшафтов в туристических программах имеет первостепенное значение. Однако не менее важной может стать и презентация инновационных культурных ландшафтов, например, селитебных- современного города энергетиков– Полярные Зори, столицы нефтяного края Ханты-Мансийска, современных промышленных территорий, не нарушающих экологическую обстановку и т.д..

Сохранение культурных ландшафтов способствует воспроизводству этнической культуры, что, в первую очередь, необходимо для коренных малочисленных народов Арктики. Лучше всего это удастся на территориях традиционного природопользования. Одновременно объектом внимания должно быть воспроизводство и сохранение нематериальных элементов этнической культуры, главенствующим среди которых является язык. Воссоздание виртуальных культурных ландшафтов коренных малочисленных народов помогает раскрыть историю заселения и организации хозяйственной деятельности северных территорий. Не менее важна и репрезентация исторических культурных ландшафтов старожильческого населения: сохранение хотя бы сохранившихся фрагментов исторических поселений, народных промыслов, фольклора и т.п. Картографирование культурных ландшафтов.

Важнейшем инструментом сохранения культурных ландшафтов является создание их карт. В условиях отсутствия признанной классификации культурных ландшафтов и различий в их понимании это - весьма непростая задача. В этом направлении совместными усилиями географов, этнологов, историков сделаны первые шаги, способствующие разработке методики разномасштабного картографирования культурных ландшафтов, по выстраиванию их строгой иерархической картины. К настоящему времени созданы следующие карты этой тематики: Культурные ландшафты России, Этнокультурные ландшафты Российского Севера, Виртуальные

культурные ландшафты Хибин, Культурные ландшафты Ханты-Мансийского АО и др. Они построены на основе карт природных ландшафтов, этнологических, топонимических, исторических и др. карт и описаний и относятся как к России в целом, так и к её крупным регионам и локальным территориям. Жаль, что к ним редко обращаются территориальные планировщики, что, однако, может быть связано с новизной этой тематики.

Заключение

В.И. Вернадский, создавая учение о биосфере в начале XX в., писал о новой форме биогеохимической энергии, которую назвал энергией человеческой культуры. Эта энергия, сконцентрированная в культурном ландшафте «работает» на решение проблем перехода к устойчивому развитию, которые носят междисциплинарный характер и могут быть решены только в совокупности. Э.Остром (2010), размышляя об отсутствии у современных экономистов и политиков действенного механизма управления ресурсами «всеобщего достояния», на многих примерах аргументирует вывод, что многие сообщества уже задействовали институты, позволяющие достаточно успешно управлять некоторыми ресурсными системами в долгосрочном периоде, и при этом не похожие ни на государство, ни на рынок. Эти сообщества построили культурный ландшафт, обеспечивающий им устойчивое развитие. Хантыйский писатель Юрий Велла, рассуждая о культурных ландшафтах, высказал замечательную мысль: их познание сближает людей, заставляет их вспомнить о прошлом и задуматься о будущем.

Литература

1. Бродель Ф. История и общественные науки. Историческая длительность //(1977) Философия и методология истории. Сборник переводов. М.
2. Валлерстайн И. Миросистемный анализ // (1998). Время мира. Альманах современных исследований по теоретической истории, макросоциологии, геополитике, анализу мировых систем и цивилизаций / Под ред. Н.С. Розова. Новосибирск,. - Выпуск 1. - С. 105-123.
3. Каганский В.Л. Культурный ландшафт: основные концепции в российской географии// (2009) Обсерватория культуры, №1, с.62-70.
4. Калущков В. Н. Ландшафт в культурной географии/2008. М.: Новый хронограф.
5. Красовская Т.М. Экологические корреляционные связи в поморском культурном ландшафте//(2012) Культурная и гуманитарная география, т.1, №1, с.46-53.
6. Крылов М.П. Региональная идентичность в Европейской России/(2010) М.: Новый хронограф.
7. Лотман Ю.М. Семиосфера/(2001) СПб.:Искусство.
8. Митин И.И. Создание комплексных географических характеристик и внедрение доминантного мышления//(2003)Тр. Юбилейной научной конференции"Культурный ландшафт: теория и практика". [Электронный ресурс] <http://www.kultland2003.narod.ru/>
9. Остром Э. Управляя общим: эволюция институтов коллективной деятельности /(2010) М.: ИРИСЭН, Мысль.
10. Роккан С., Урвин Д. Политика территориальной идентичности: исследования по европейскому регионализму // Логос.- 2003.-№6.- С.117-132.
11. Сорокин П.А. Система социологии / (1993)М.: Наука, Т. 1, 2.
12. Флоренский П.А. Иконостас. Избранные труды по искусству/(1993) М.:Мифриил.

СТРУКТУРА И ЦЕННОСТЬ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ КАК ОСНОВА ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Харитоновна Татьяна¹, Меркалова Ксения², Родина Валерия, Моисеев Александр, Баталова Влада, Омерда Екатерина, Подгорный Олег

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: ¹kharito2010@gmail.com, ²merkalova@yandex.ru

Abstract

The mapping and assessment of urban geosystems were carried out in a historical residential town Tarusa (Central Russia) on the base of field research, analysis of DEM and satellite data. We recognized 82 types of urban geosystems and classified them according to anthropogenic transformation degree (from natural landscapes to industrial zones) and relief morphology (from flat moraine planes to ravines and steep valley slopes affected by landslides). Urban geosystem description includes parent material, relief, geological processes, moisture content, soil sealing, vegetation and building density, height, functionality, architectural look and condition, littering and aesthetic value. For indicators of ecological value (as criteria for ecological assessment) we consider environment littering, the state of vegetation and soil sealing which shows the rate of disruption of natural circulations. Cultural-historical value is defined from historical documents, poetry and paintings assigned to a place and its current condition – architectural heterogeneity and disturbance. Aesthetic attractiveness is evaluated according to 17 selected criteria which include perspective, visibility, attractive points et al. Assessment of natural risks considers erosion, karst, river flooding, waterlogging and landslide and is based on the character of parent material, relief analysis and surface water reallocation caused by buildings and soil sealing. Assessment of Tarusa urban geosystems integral value has identified the problematic sites of the town and specified the areas for prior attention of urban planners. Various combinations of individual values give us the best options for spatial analysis and landscape planning of urban territory.

Введение

Работа базируется на концепции, согласно которой морфологическая структура городского ландшафта складывается из природно-архитектурных территориальных комплексов, или урбогеосистем, которые выделяются на основании свойств литогенной основы, типа застройки и степени преобразованности природной среды [Фирсова, 2012; Kruhlov, 1999]. Урбогеосистемы ранга урочищ и подурочищ являются архитектурно и функционально однородными, пространственно обособленными в пределах элементов мезоформ рельефа единицами картографирования. Таким образом, выделяемые урбогеосистемы наилучшим образом отражают структуру городской среды и могут служить территориальной основой городского планирования.

Объектом исследований послужил г. Таруса (Калужская обл.) – исторический, преимущественно двухэтажный город на подмываемом берегу Оки, в ландшафтной структуре которого значительное место занимают долинные комплексы Оки и ее притоков и овражно-балочной сети.

Оценка территории г. Тарусы проведена в контурах выделенных урбогеосистем по четырем направлениям: 1) экологической значимости; 2) опасности проявления неблагоприятных экзогенных процессов; 3) эстетической привлекательности; 4) историко-культурная ценности. Разработанные оценочные шкалы учитывают специфику города Тарусы и применимы только для сходных по условиям городов.

Материалы и Методы

Картографирование урбогеосистем проводилось на основе анализа топографических карт масштаба 1:25 000, геологических карт масштаба 1:200 000, снимков высокого разрешения IKONOS за 2013 г и полевых исследований, которые включали описание следующих характеристик выделенных комплексов: рельефа (крутизны, экспозиции); слагающих пород; экзогенных процессов; древесно-кустарниковой растительности (видового состава, сомкнутости крон, высоты и диаметра) и ее состояния (повреждений, суховершинности); процента запечатанности почв; типа, характера застройки (плотности, этажности, гомогенности, материала, состояния) и ее исторической значимости; особенностей пейзажа (многоплановости, просматриваемости, наличия водных объектов и пейзажных доминант, замусоренности, удобства пешей проходимости и др.).

Полевое описание городской растительности дополнялось средними для выделенных контуров значениями вегетационного и влажностного индексов (NDVI и Wetness Index) с пространственным разрешением 10 м, рассчитанных по сценам мультиспектральной съемки Santinel 2 за 18/09/2015, 34/07/2016 и 30/08/2016. На основе анализа тех же сцен методом главных компонент была выявлена компонента, на 90% описывающая среднюю для контура запечатанность почв. Ошибки в дешифрировании были локализованы на затененных крутых склонах преимущественно северной экспозиции и на участках оголенных уплотненных городских почв, спектральные характеристики которых близки к искусственному покрытию.

Оценка урбогеосистем. Для каждого из выбранных направлений оценки были подобраны наиболее информативные критерии и по ним разработаны оценочные шкалы [Дмитриев, 2009]. За основу была взята порядковая шкала с пятью градациями качества от 1 до 5. Баллы, присвоенные конкретной урбогеосистеме по каждому критерию, суммировались в итоговую оценку.

Таблица 1.

Критерии оценки экологической значимости урбогеосистем

Баллы	Критерии оценки		
	NDVI, значение	Запечатанность почв, %	Тип урбогеосистемы
1	0,27-0,33	81-100	Плотно застроенные слабо озелененные территории (промышленно-складская, историческая застройка, многоквартирная застройка, деловая застройка)
2	0,34-0,36	61-80	Озеленённые застроенные территории (деловая застройка с озеленением, частные дома с садами)
3	0,37-0,41	41-60	Междуречные равнины и высокие террасы, без застройки, с трансформированным растительным покровом (закустаренные луга и залежи, городские скверы)
4	0,42-0,44	21-40	Природные комплексы, выполняющие важные регулирующие функции, с трансформированным растительным покровом (высокие поймы, крутые склоны долин и балок, занятые луговой растительностью), лесопарковые зоны города
5	0,46-0,49	0-20	Мало трансформированные природные комплексы, выполняющие важные регулирующие функции (залесенные склоны и днища овражно-балочной сети, водосборные понижения, крутые коренные склоны долин; комплекс низких и средних пойм и старичных понижений), условно-коренные леса междуречий и высоких террас

Оценка *экологической значимости* урбогеосистем г. Тарусы проводилась на основе анализа ландшафтного покрова, процента запечатанности почв и вегетационного индекса NDVI. Экологическая значимость понимается как способность геосистемы выполнять регулирующие функции, выбранные критерии актуальны главным образом для городских территорий. Процент запечатанности почв характеризует интенсивность воздухо- и водообмена между атмосферой и

почвами и, следовательно, отражает, насколько урбогеосистема регулирует уровень грунтовых вод, эрозионные процессы и загрязнение поверхностных вод. Вегетационный индекс NDVI является хорошо проверенным показателем состояния и продуктивности растительного покрова. Оценочные шкалы запечатанности почв и NDVI линейные и составлены исходя из равных интервалов между большим и меньшим значением критерия (табл. 1). Шкалирование свойств ландшафтного покрова было проведено экспертным методом. Максимальный балл получили залесенные урбогеосистемы овражно-балочной сети, водосборных понижений, крутых коренных склонов долин, комплекса низких и средних пойм и старичных понижений. Также к особо ценным урбогеосистемам отнесены высокие террасы и междуречные равнины с условно коренной растительностью – дубово-мелколиственно-липовыми, березово-липовыми, сосново-дубово-липово-мелколиственными и сосново-мелколиственными лесами. По мере увеличения трансформированности ландшафтного покрова оценка снижалась, минимальный балл получили урбогеосистемы со слабо озелененной плотной застройкой разного назначения, в том числе историческая и промышленно-складская. Интегральная оценка экологической значимости рассчитана как среднее по трем критериям.

Оценка *неблагоприятных экзогенных процессов* в урбогеосистемах г. Тарусы проведена с учетом четырех возможных явлений: затопления речными водами, подтопления натечными и грунтовыми водами, смещения грунта в результате склоновых процессов (делювиального смыва, эрозии, оплывно-оползневых процессов) и карстовых просадок. Вероятность затопления оценивалась на основании анализа данных гидропоста в г. Серпухов. Интенсивность подтопления натечными водами исследовалась в аккумулятивных формах рельефа, степень гидроморфности определялась по спектральному индексу влажности (Wetness index). Оценка опасности проявления склоновых процессов опиралась на анализ уклонов поверхностей и была проведена по разработанной методике (Геоморфологические..., 2015; Теория и методы..., 2016). Карст проявляется на территории локально, баллы распределялись в соответствии со степенью выраженности процесса в рельефе (табл. 2).

Таблица 2.

Критерии оценки неблагоприятных экзогенных процессов

Баллы	Затопление	Подтопление	Склоновые процессы	Карстовые процессы
	Критерий			
	Абсолютная высота (м)	Wetness index	Крутизна склонов (°)	Глубина карстовых форм (м)
1	низкие поймы и староречья – 111 м	> 1000	> 20	> 1,5
2	средние поймы – 115 м	700-1000	11-20	1-1,5
3	высокие поймы – 119 м	400-700	6-11	0,5-1
4	территории, затопляемые в катастрофические половодья 121,5м	200-400	3-6	< 0,5
5	незатопляемые территории	< 200	< 3	карст не выражен

Интегральная оценка неблагоприятных экзогенных процессов рассчитывалась как среднее по четырем критериям в случае, когда степень проявления всех процессов оценивалась выше 1 балла. Если хоть один процесс оценивался как опасный и получал 1 балл, то общая оценка тоже сигнализировала об опасности и принимала значение в 1 балл.

Для оценки *эстетической привлекательности* урбогеосистем было использовано всего 17 критериев. Общими критериями для всей городской территории были: наличие пейзажной доминанты (с учетом ее просматриваемости); многоплановость пейзажа; крутизна рельефа; наличие водных объектов (с учетом их просматриваемости); замусоренность; глубина и ширина пейзажной перспективы; процент озелененности; доля строений. Для сравнимой оценки застроенных и незастроенных частей города были введены дополнительные критерии:

однородность (гомогенность) застройки, средняя этажность, цветность и физическое состояние для застроенных территорий; состояние растительности, биологическое разнообразие, сомкнутость крон, аспект растительного покрова для лесопарковых зон города. Для селитебных и промышленных урбогеосистем также учитывался фактор соседства: пространственное сопряжение застроенных земельных участков и экологического каркаса оценивалось одним дополнительным баллом. Для оценки *историко-культурной ценности* урбогеосистем было выбрано три критерия: тип застройки, наличие исторических объектов, упоминаемость места в литературных источниках и на картинах известных художников. Для типа застройки вводился поправочный коэффициент, зависящий от ее гомогенности, для исторических объектов вводилась поправка на общее состояние.

Результаты

На изучаемой территории было выделено 82 типа урбогеосистем ранга урочищ и подурочищ, на рис. 1 приведен фрагмент составленной ландшафтной карты. Для каждого контура полученной карты проведена отдельная оценка по выбранным четырем направлениям, а также рассчитана интегральная ценность урбогеосистем. Сопоставление отдельных видов оценок расширило возможности для анализа планировочных ситуаций.



Рисунок 1. Фрагмент карты урбогеосистем г. Тарусы. Масштаб 1:25 000

Оценка экологической значимости урбогеосистем г. Тарусы выявила, во-первых, территории, которые, исходя из экспертной оценки, должны выполнять важные регулирующие функции, но реальное состояние которых неудовлетворительно из-за высокой доли запечатанных почв и угнетенной растительности. Такие урбогеосистемы локализованы, главным образом, в пределах элементов овражно-балочной сети (рис. 2). Во-вторых, оценка выявила неблагоприятные соседства урбогеосистем, выполняющих важные экологические функции, с промышленными зонами и сильно застроенными, «запечатанными», территориями.

Но наиболее интересные результаты были получены при сопоставлении разных оценок. Так, сопоставив итоги экологической, эстетической и культурно-исторической оценок, мы выявили особо ценные территории города. Одной из них является комплекс сосновых и луговых террас реки Песчаной, с которых открывается вид на луговую пойму и коренные дубово-липовые и дубово-сосновые леса противоположного берега. В литературных источниках Долина Грез описывается как любимое место прогулок семьи Цветаевых, а позже как излюбленный пленэр

В.Борисова-Мусатова и других художников, приезжавших в Тарусу. В настоящее время Долина Грез отсутствует в городской топонимике, не охвачена туристическими маршрутами, а современная застройка грозит в скором времени поглотить ее. Высокий экологический, эстетический и культурный статус данной территории должен служить основанием для ее защиты от любой хозяйственной деятельности, кроме рекреации.

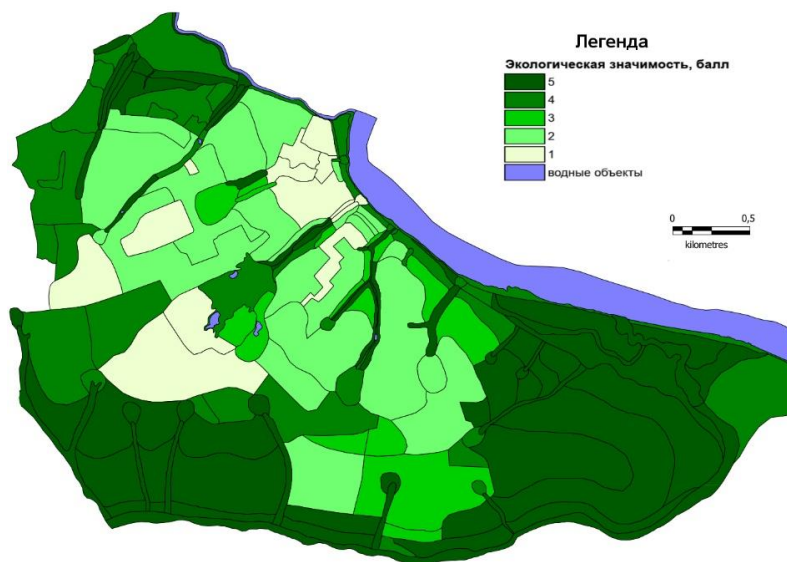


Рисунок 2. Оценка экологической значимости урбогеосистем г.Тарусы

Оценка опасности проявления экзогенных процессов (рис. 3) показала, что несмотря на сильную пересеченность местности, в целом городская застройка тяготеет к геоморфологически устойчивым территориям. Одновременно были выявлены урбогеосистемы, в которых несмотря на высокую опасность проявления экзогенных процессов, существует и старая, но главное, идет новая застройка крупных домов с тяжелыми фундаментами. В первую очередь, в эту категорию попали урбогеосистемы, в которых проявление экзогенных процессов неочевидно – это карстовые поля и пологовогнутые водосборные понижения. Но также застройка выходит и на крутые оползневые склоны и располагается в днищах крупных эрозионных форм.

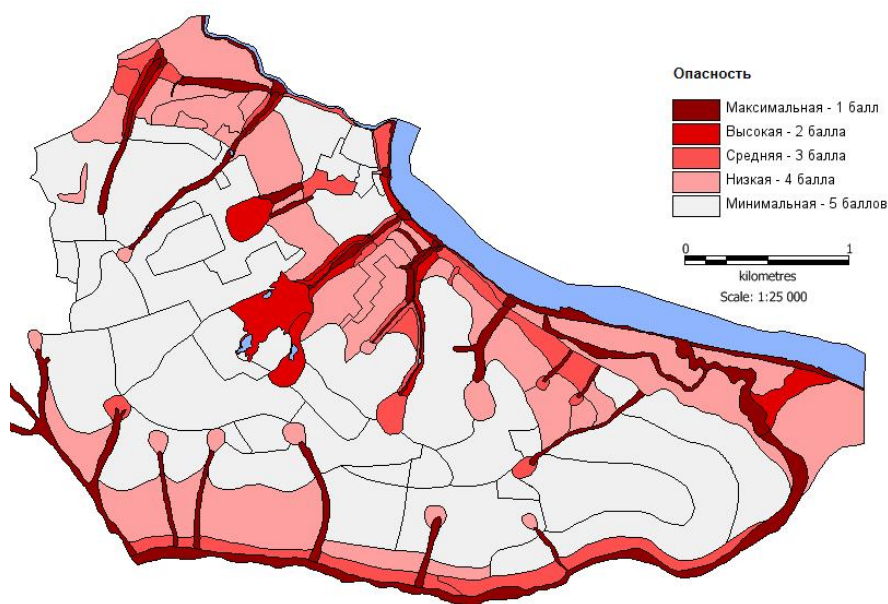


Рисунок 3. Оценка опасности проявления экзогенных процессов

Сопоставление всех четырех оценок позволяет выявить геоморфологически устойчивые урбогеосистемы, не представляющие высокой ценности в других аспектах, и которые могут быть

рекомендованы для нового строительства. Так как территории, получивший минимальный суммарный балл и, следовательно, являющиеся оптимальными для строительства, к настоящему моменту уже значительно застроены, то для того, чтобы предотвратить снижение экологической ценности, при вынесении рекомендаций была учтена существующая степень урбанизации территории (рис. 4).

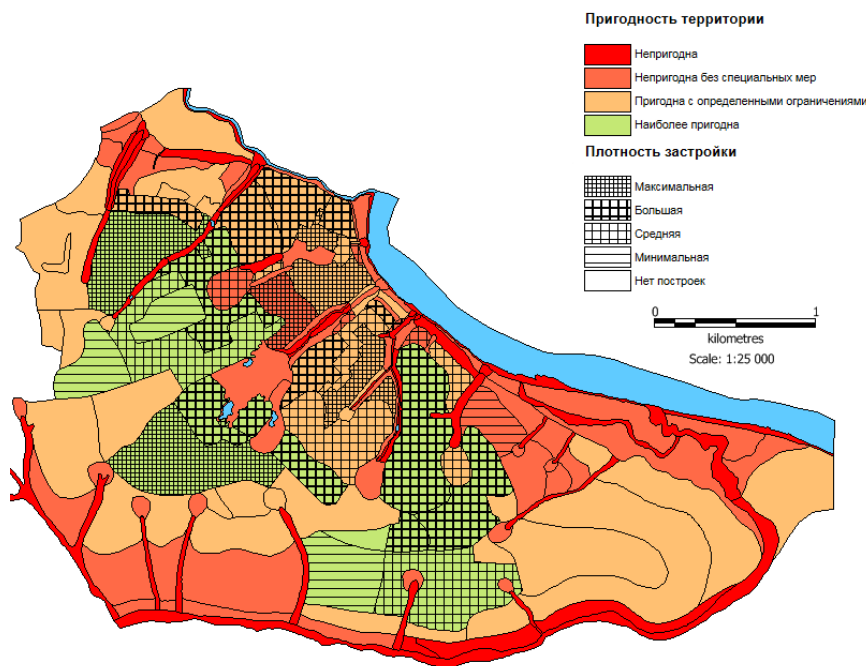


Рисунок 4. Оценка пригодности территории г. Таруса для новой застройки

Выводы

Проведенные исследования показали, что принципы картографирования урбогеосистем в масштабе малого города в целом схожи с общими принципами ландшафтного картографирования, а выделяемые урбогеосистемы целостны и обладают пространственным обособлением. Карта урбогеосистем стала наглядной моделью структурной организации территории города и открыла широкие возможности для оценки городской среды и разработки рекомендаций по ее оптимизации. В частности, было проведено обоснование территорий для новой застройки, размещения рекреационных объектов; определены проблемные территории, застройка которых может привести к неблагоприятным природным процессам; выявлены особо ценные городские пространства, достойные получения охранного статуса и включения в прогулочные маршруты.

Литература

1. Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: Всероссийская конференция «VII Щукинские чтения»: Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, 18–21 мая 2015 г.: Материалы конференции. – М.: МАКС Пресс, 2015. – С. 564-567.
2. Дмитриев В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы // Научно-теоретический журнал «Общество. Среда. Развитие». 2009. №4 (12). С. 146–165.
3. Теория и методы современной геоморфологии: Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН, Симферополь, 3-8 октября 2016 г. / Отв. ред. Кладовщикова М.Е., Токарев С.В. – Симферополь, 2016. – Том 1. – С. 321-330.
4. Фирсова Н.В. Урбогеосистемы Центрально-Черноземного региона: ландшафтная структура, типология, оптимизация землепользования : автореферат дис. ... доктора географических наук: 25.00.26. - Воронеж, 2012 - 46 с.
5. Kruhlov I. The structure of the urban landscape. Universitas Ostraviensis. Acta Facultatis Rerum Naturalium. Geographia – Geologia, 1999, 181/7 – p. 71-89.

СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА МЕГАПОЛИСА

Горецкая А.Г.^{*}, Топорина В.А.^{**}

*Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
кафедра Рационального природопользования, Россия*

e-mail: ^{}aggoretskaya@yandex.ru, ^{**}valya-geo@yandex.ru*

Как показывает мировой опыт, природные комплексы успешно функционируют в мегаполисах. Широко известны примеры охраняемых естественных природных территорий в странах Западной и Центральной Европы (Германия, Австрия, Великобритания, Чехия и др.), Азии (Япония), Австралии и США. В крупных городах целенаправленно сохраняют природные территории. В Российской Федерации вопросу сохранения и восстановления природных комплексов уделяется большое внимание.

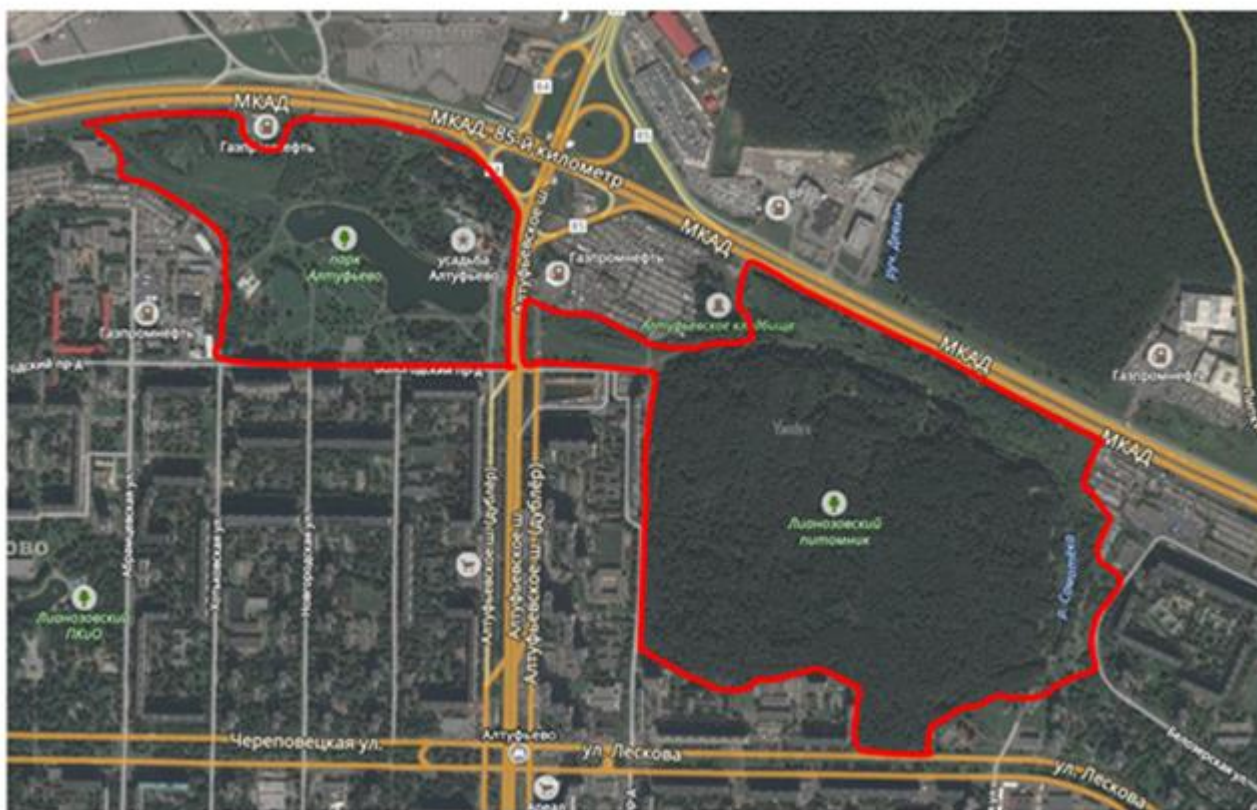
Особо охраняемые природные территории представляют собой "участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны" (Природа..., 2008). ООПТ помогают сохранению местных ландшафтов, которые можно использовать в качестве эталонов при создании системы озеленения. В связи с этим необходима детальное изучение и оценка местных ландшафтов (в т.ч. и на урбанизированных территориях) с эстетической точки зрения. В Москве исторически сложилась успешно функционирующая сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) из 120 объектов различной категории. Их общая площадь составляет 19 тыс.га, и планируется ее существенное увеличение во всех административных округах г. Москвы за счет планируемых к созданию 226 ООПТ. Площадь ООПТ расширяется за счет вновь созданных за последнее десятилетие парковых территорий. 27 декабря 2011 г. Совет Федерации принял решение об изменении границ между Москвой и областью, в результате чего 1 июля 2012 г на бывшей областной территории созданы Троицкий и Новомосковский административные округа г. Москвы (Постановление..., 2011), и вместе с образованием «Новой Москвы» в ее границы попала часть особо охраняемых территорий (ООТ) Московской области. Они будут иметь следующие категории: заказники (природные, ландшафтные, комплексные, орнитологический, фаунистический), ботанические сады, парки (экологические и природно-исторический), заповедные участки, памятники природы Также расширение природного комплекса будет осуществляться и за счет вновь создаваемых на территории Новой Москвы (например, «Черноольховый лес», урочище «Поляница» и несколько ООПТ местного значения). Современная сеть ООПТ г. Москвы – неотъемлемая часть различных каркасов столицы: природного, природно-экологического, историко-культурного и хозяйственного. Она выполняет важнейшие функции (средообразующая и средозащитная, научная, эстетическая, оздоровительная, инвестиционная и др.) для обеспечения устойчивости и комфортности городской среды

В качестве объектов исследования выступают особо охраняемая природная территория комплексного заказника "Алтуфьевский".

В работе были использованы классические методы географических исследований: исторический – временная оценка ООПТ; метод полевых исследований и наблюдений – ландшафтно-географические описания сохранившихся городских природных территорий;

картографический – пространственный анализ ландшафтных, гидрологических условий и бассейновой организации территории.

Комплексный заказник «Алтуфьевский» (63 га) в Северо-Восточном административном округе (рис.1) (Планируемый..., 2017). Его проектирование обусловлено высокой природоохранной и историко-культурной ценностью. Он расположен в районах Лианозово и Бибирево Северо-Восточного административного округа города Москвы. Планируются 2 неравные площади, разделяемых Алтуфьевским шоссе. Большая часть (восточная) - Алтуфьевский лесопарк (бывший Лианозовский лесопитомник) с прилегающими незастроенными участками; западная - усадьба Алтуфьево с Крестовоздвиженской церковью, старым парком, новым парком и Алтуфьевским прудом. Площадь - около 63 га.




Планируемые границы заказника 

Рис.1. Комплексный заказник "Алтуфьевский"

Наличие видового разнообразия растений и животных, отдельные представители которых занесены в Красную книгу г. Москвы (Красная книга..., 2011); ценные гидрологические объекты (р. Чермянка и Самотека); ландшафтное разнообразие территории; памятники природы «Старые деревья» в усадьбе Алтуфьево и «Родник на Алтуфьевском ручье», и заповедные участки «Пойма Алтуфьевской речки от МКАД до Алтуфьевского пруда» – все это обуславливает природоохранную ценность (табл.1).

Территория заказника приурочена к южному пологому склону Клинско-Дмитровской возвышенности с плоскими приподнятыми водораздельными поверхностями. Коренным ландшафтом на рассматриваемой территории является Химкинский (Мамай..., 1997), основу которого составляют моренные и водноледниковые равнины – слабоволнистые, волнистые и холмистые, сложенные морено или водноледниковыми отложениями разного механического состава, местами перекрытые покровными суглинками на неровном цоколе из отложений юры и

мела, замедленно и умеренно дренированные, с дерново-подзолистыми, нередко оглеенными почвами. На локальном уровне в пределах планируемого к созданию заказника отмечены 4 урочища: плоская и слабоволнистая моренная равнина под широколиственно-еловыми и еловыми лесами; долины малых рек и ручьев балочного типа под сосняками с елью и широколиственными породами; влажные и сырые, реже заболоченные лощины и балки под хвойными и ольховыми лесами с примесью широколиственных пород; плоская и слабоволнистая водноледниковая равнина под сосново-еловыми лесами с примесью липы и дуба. С точки зрения геоботанических особенностей, то эта территория принадлежит к Клинско-Дмитровскому геоботаническому району. В заказнике имеются разнообразные лесные, луговые, болотные, водные и рудеральные растительные сообщества, а также участки с культурной флорой (парковые участки).

Табл.1.

Охраняемые объекты (на территории планируемого комплексного заказника)

Растения, занесенные в Красную книгу г. Москвы	Ветреница лютиковая (<i>Anemone ranunculoides</i>) Колокольчик раскидистый (<i>Campanula patula</i>) Кувшинка белоснежная (<i>Nymphaea candida</i>) Купальница европейская (<i>Trollius europaeus</i>) Ландыш майский (<i>Convallaria majalis</i>) Лерхенфельдия извилистая (<i>Avenella flexuosa</i>) Медуница неясная (<i>Pulmonaria obscura</i>) Незабудка болотная (<i>Myosotis scorpioides</i>) Нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i>)
Животные, занесенные в Красную книгу г. Москвы	Ворон (<i>Corvus corax</i>) Гаичка буроголовая (<i>Parus montanus</i>) Камышница (<i>Gallinula chloropus</i>) Коростель (<i>Crex crex</i>) Пеночка-теньковка (<i>Phylloscopus collybita</i>) Погоныш (<i>Porzana porzana</i>) Синица длиннохвостая (<i>Aegithalos caudatus</i>) Трясогузка желтая (<i>Motacilla flava</i>) Ястреб-перепелятник (<i>Accipiter nisus</i>) Ястреб-тетеревятник (<i>Accipiter gentilis</i>) Заяц-беляк (<i>Lepus timidus</i>) Лягушка травяная (<i>Rana temporaria</i>) Лягушка остромордая (<i>Rana arvalis</i>)
Природные объекты	«Старые деревья» в усадьбе Алтуфьево «Родник на Алтуфьевском ручье» Заповедный участок «Пойма Алтуфьевской речки от МКАД до Алтуфьевского пруда»
Культурно-исторические объекты	Памятник истории и культуры «Усадьба Алтуфьево» с культовым объектом Храмом Воздвижения Креста Господня (1759-1763 гг. постройки).

Для данного заказника характерно преобладание еловых лесов с сосной и дубом на глинистых и суглинистых плато, а также заболоченными водоразделами. В лесных сообществах доминируют сосна лесная, ель обыкновенная, липа мелколистная, берёза повислая, рябина обыкновенная. Все луговые участки антропогенно нарушены. Среди естественной растительности встречаются в больше или меньше степени рудеральные виды трав. Болота занимают незначительные площади, но ценны своим разнообразием. В заказнике представлены низинные болота - низинные ключевые болота и низинные приречные болота. В юго-западной части расположено небольшое переходное болото с сабельником болотным и другими характерными болотными травами. На территории комплексного заказника можно выделить ценные природные объекты: большая лощина с популяциями первоцветов - большого и малого гусиных луков, чистяка весеннего; лесная лощина, характеризующаяся высокой концентрацией

краснокнижных видов флоры и фауны; переходное болото в юго-западной части заказника; заболоченный водоём на левом берегу Самотеки; правобережное ключевое болото - место гнездования утки-кряквы, место произрастания ряда примечательных видов растений; левобережное приречное болото - место произрастания пальчатокоренников мясо-красного и кровавого; Девкин ручей (приток Самотеки); Алтуфьевский родник; правобережный родник, который каптирован. Помимо ценных природных объектов на территории Алтуфьевского заказника расположены и историко-культурные объекты - памятник истории и культуры «Усадьба Алтуфьево» (XVIII-XIX вв.) с культовым объектом Храмом Воздвижения Креста Господня (1759-1763 гг. постройки) и часовня около родника.

Территория проектируемого заказника относится к районам с относительно благоприятной экологической обстановкой (Доклад..., 2016): здесь практически не отмечаются превышения ПДК вредных примесей атмосферы, исключение составляют участки, непосредственно прилегающие к Алтуфьевскому шоссе и МКАД. В настоящее время существует проблема загрязнения вод нефтепродуктами и солями железа притоков р. Яузы рек Самотёки и Чермянки, протекающих по территории проектируемого заказника. Состояние р. Алтуфьевской более благоприятное, особенно в её верховьях. Кроме того её истоки протекают через болота и пруды и подвергаются благодаря деятельности живых организмов своеобразной биологической очистке. Сохранение ООПТ в границах крупного мегаполиса позволяет создавать основу для успешного поддержания связей в природном комплексе города, обуславливает высокий рекреационно-образовательный потенциал территории (возможность проектирование экологических троп для проведения познавательных экскурсий).

Основные задачи комплексного заказника – сохранение природных и историко-культурных комплексов; сохранение и восстановление ценных объектов и территорий, являющихся местообитаниями редких, находящихся под угрозой исчезновения или уязвимых в условиях города Москвы, видов растений и животных, птиц или насекомых; выполнение научно-исследовательских работ по изучению объектов особой охраны природного заказника; восстановление нарушенных ландшафтов, биогеоценозов, природных и историко-культурных объектов; экологическое просвещение населения. На территории комплексного заказника предлагается выделение функциональных зон: заповедные участки (болота, участки речных долин, являющиеся местами обитания животных, требующих на территории Москвы мер специальной охраны; лесные сообщества с популяциями занесенных в Красной книги растений), предназначенные для использования в природоохранных и научных целях и выделяемые с целью сохранения и восстановления представляющих особую ценности природных сообществ, редких и исчезающих видов растений и животных, других объектов живой и неживой природы; зона охраны историко-культурных объектов предназначена для сохранения и восстановления объектов историко-культурного наследия, которые могут быть использованы в научных и просветительских целях.

Как показало исследование, необходимо детальное изучение функциональной направленности некоторых участков ООПТ города. Для реабилитации природного комплекса мегаполиса необходимо: увеличивать долю ООПТ; пересмотреть охранный статус для природных участков; максимально сохранить существующие исторические и природные памятники. Создание комплексного заказника в границах крупного мегаполиса позволит успешно поддерживать естественные связи в природном комплексе города Москвы, повысить рекреационно-образовательный потенциал территории, позволит осуществить проектирование экологических троп для проведения познавательных экскурсий.

Литература

1. Доклад о состоянии окружающей среды в Москве в 2015 году. Москва: Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города 2016. 271 с.

[Электронный ресурс] – Доступно по адресу:

http://www.dpioos.ru/eco/ru/report_result/o_442335 . Дата обращения: 30.03.2017.

2. Красная книга города Москвы / Отв.редакторы Б. Л. Самойлов, Г. В. Морозова. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Москва: Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города 2011. 928 с.
3. Мамай И.И. Ландшафты Московской области и их современное состояние (в соавторстве, редактор). Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. – 296 с.
4. Планируемый к созданию комплексный заказник «Алтуфьевский» [Электронный ресурс] – Доступно по адресу: http://www.dpioos.ru/eco/ru/oort/o_4287. Дата обращения: 30.03.2017.
5. Постановление Совета Федерации Федерального Собрания РФ от 27 декабря 2011 г. N 560-СФ “Об утверждении изменения границы между субъектами Российской Федерации городом федерального значения Москвой и Московской областью” [текст] - Доступно по адресу: <http://docs.cntd.ru/document/902320037>. Дата обращения: 26.04.2017.
6. Природа в Москве / С.Б. Ткаченко, И.Н. Ильина, А.А. Минина. - Москва: ГУП НИИПИ Генплана Москвы, 2008. 312 с.

SUMMARY

NATURAL ECOSYSTEMS IN CITIES: CASE OF PROTECTION AND REHABILITATION

Goretskaya Alexandra¹, Toporina Valentina²

^{1,2} *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography,
Department of Environmental Management, Russia*
e-mail: ¹*aggoretskaya@yandex.ru*, ²*valya-geo@yandex.ru*

Environment has undergone serious transformation in city. On the one hand, components of the natural and ecological framework (ecosystems) have been destroyed, and on the other the new has not been yet formed. In this regard, an important task of our time is reconstruction and rehabilitation of comfortable living environment in the city.

The uniqueness of Moscow's ecological framework is that it represents a set of: basic environmental areas (protected areas of different categories); minor elements (green spaces for different purposes, historical parks, that are actively and systematically reconstructed); transit elements – river valleys, gully network, shelterbelts and coppices etc.

Detailed studies on the functional orientation of ecological framework, including function conversion, to enhance environmental functions and elaborating of proper urban policy are required.

For the rehabilitation of ecological framework several steps should be made: increase the contribution of protected areas; review the protection status for certain areas of landscape; preserve as many existing green areas as it is possible and simultaneous reconstruction of their historical and natural basis; use corridor principle for supporting continuity and connectivity of green areas through local landscaping; revision of administrative and legislative decisions in accordance with nature limits.

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ФИТОМЕЛИОРАНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Глухова Е.В.

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Россия

e-mail: evglukhova@gmail.com

STUDY OF THE ADAPTIVE OPPORTUNITIES OF PHYTOMELIORANTS TO VARIOUS CONDITIONS OF URBAN ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT

Glukhova E.V.

Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia

e-mail: evglukhova@gmail.com

Diagnostics of the state of urban ecosystems requires the use of integrated assessment methods. Examples of such urban areas with ongoing degradation processes are almost all major cities. Therefore, the development of methods for combating degradation processes under different conditions, methods of reclamation of such lands, as well as organization of monitoring of ecosystem functioning, requires great attention. The purpose of our research was to study the features of the structure and dynamics of the emerging pine forests during phytomelioration on the sand of the Tersky coast of the White Sea and to identify the ecological and geographical preconditions for phytomelioration of urban areas in different climatic conditions. For the first time for the region, the study of the features of the formation of plant communities in phyto-melioration over a 20-year period was carried out and the role of plantation structure in the dynamics of the basic morphometric, biogeochemical, phytocenotic parameters of the forest-forming culture was revealed.

The role of geoecological conditions in the formation of the structure of pine communities in phytomelioration was revealed in the study area. Changes in the species and ecobiomorphic composition of plant communities, in the photosynthetic apparatus of pine, in the content of elements of mineral nutrition in needles, depending on the age and structure of plantations, as well as the morphometric parameters of pine growth over a 20-year period are studied. The conducted researches allowed to study adaptive possibilities of phytomeliorants to various growth conditions and to reveal the regularities of formation of plant communities during phytomelioration. The introduction into practice of the results of studies of ecological and geographic prerequisites for phytomelioration will improve the efficiency of recultivation of urban landscapes in different cities with different natural conditions.

Keywords: Reclamation, urban landscapes, vegetation restoration, afforestation

Ключевые слова: Мелиорация, городские ландшафты, восстановление растительности, лесовосстановление

Деградация земель приводит к потере сплошного растительного покрова и невозможности его восстановления без участия человека. Особое значение деграционные процессы имеют в городской среде, где растительный покров создает и обеспечивает благоприятные условия для жизни людей. Городские территории принадлежат к объектам, наиболее динамичным, чувствительным к разным антропогенным воздействиям, что предопределяет комплексность подхода к их изучению.

Диагностика состояния городских экосистем требует применения методов комплексной оценки (изучение их структуры, динамики взаимосвязи с различными компонентами и т.д.) для разработки и осуществления стратегии интегрированного управления устойчивым развитием этих территорий. Примерами таких городских территорий с протекающими деграционными процессами на них являются почти все крупные города. Поэтому большого внимания требует

разработка методов борьбы с деградационными процессами в различных условиях, способов рекультивации таких земель, а также организация мониторинга функционирования экосистем. Основными задачами фитомелиорации является остановка процессов деградации и восстановление растительности на нарушенных землях.

Целью нашего исследования является выявление эколого-географических предпосылок к фитомелиорации городских территорий в разных природно-климатических условиях, а также анализ особенностей структуры и динамики формирующихся растительных сообществ при фитомелиорации как показателей эффективности рекультивации.

В связи с поставленной целью будут решаться следующие задачи:

1. Изучить особенности природных условий (микроклимата, характер рельефа и содержание элементов минерального питания в почве);
2. Описать структуру и флористическое разнообразие растительных сообществ - исследовать изменения в видовом и экобиоморфном составе сообществ; исследовать изменения в фотосинтетическом аппарате растений (пигментный состав и интенсивность биохимических процессов фотосинтеза) и в содержании элементов минерального питания в растениях в зависимости от возраста и структуры насаждений; проследить изменения морфометрических параметров роста растений за определенный период.
3. Разработать агротехнические мероприятия, которые позволят создать на городских ландшафтах почвенную среду, готовую к посадке растений. Для этого необходимо изучить способы подготовки субстратов, приемы защиты растений от антропогенного воздействия на изучаемых территориях. Так же, важно изучить различную приживаемость фитомелиорантов и пространственную неравномерность восстановления растительных сообществ и т.д.
4. Выявить наиболее информативные показатели для рекультивации нарушенных земель.

В основу методов и подходов для исследования проблем сохранения и восстановления деградированных земель на городских территориях будут положены методы, которые использовались при изучении проблем восстановления растительности при фитомелиорации на Терском побережье Белого моря. Нами проводились исследования по изучению проблем восстановления растительности при фитомелиорации на Терском побережье Белого моря. Впервые для региона было проведено изучение особенностей формирования растительных сообществ при фитомелиорации за 20-летний период и выявлена роль структуры насаждений в динамике основных морфометрических, биогеохимических, фитоценологических параметров лесообразующей культуры.

Разрастание песчаных массивов на Терском побережье привело к необходимости исследования деградированных земель, разработки и внедрения методов восстановления сосновых лесов в суровых климатических условиях. Фитомелиорация подвижных песков на побережье Белого моря началась в начале 1980-х годов Полярно-альпийским ботаническим садом-институтом КНЦ РАН и Терским лесхозом. За восьмилетний период экспериментальных работ было заложено 110 пробных площадей. На площади 5,8 га высажено около 50 тысяч саженцев древесных пород, испытаны различные виды растений – фитомелиорантов (Казаков, 2000). На песках Терского побережья основной лесообразующей культурой при фитомелиорации был выбран вид местной флоры - сосна обыкновенная лапландская (*Pinus sylvestris* L.), степень приживаемости которой оказалась самой высокой по сравнению с другими видами.

Объектом исследований выбраны формирующиеся сообщества сосны обыкновенной лапландской разного возраста. Для оценки состояния формирующихся сосновых сообществ изучены особенности их восстановления более чем за 20-летний период. Исследования проводились на пробных площадях размером 20*20 м², характеризующих 4 возрастные стадии развития насаждений. Все пробные площади располагаются на бугристых песках в сходных природных условиях. Для изучения условий произрастания сосновых насаждений на каждой

пробной площади в вегетационный период измерялись температура, влажность и содержание элементов питания в верхнем горизонте почвы с учетом микрорельефа (на буграх и межбугристых понижениях). Для определения содержания элементов питания (Mn, Zn, Cu, N, P₂O₅, K₂O) в почве было отобрано 40 смешанных проб почвы с горизонта 0-5 см.

На каждой пробной площади были выполнены стандартные геоботанические описания. В пределах каждой пробной площади исследования проводились отдельно для микроценозов, состоящих из одиночных особей сосны и для деревьев, растущих в группе. В качестве фоновых экосистем рассматривали естественные сообщества, прилегающие к песчаным массивам. Для определения содержания элементов питания (Mn, Zn, Cu, N, P₂O₅, K₂O) в хвое сосны было отобрано 250 проб хвои сосны 40 деревьев в 2-х кратной повторности. Для оценки изменения биохимических показателей (содержание пигментов - хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов) формирующихся растительных сообществ в качестве объекта исследований использовалось 250 побегов хвои сосны. Для изучения роста сосновых насаждений разного возраста измерялись основные морфометрические характеристики 500 деревьев: высота дерева, диаметр ствола на высоте 1.3 м, диаметр корневой шейки ствола, линейный прирост ствола, возраст хвои, ежегодный прирост.

Проведенные исследования показали, что на хорошо прогреваемых буграх в условиях высокой воздухопроницаемости наблюдается наилучшая приживаемость саженцев и формируются насаждения с высокой степенью сомкнутости. Также на формирование сосновых сообществ существенное влияние оказывают температура и влажность почвы в корнеобитаемом слое (Федорков, 1999). Наибольшие значения температуры почвы за вегетационный период зафиксированы на буграх и составляют 21,9⁰С. Разница в температуре на буграх и в понижениях составляет в среднем 4⁰С. Так же наблюдается зависимость температуры почвы от возраста насаждений: максимальные значения отмечены в 5-летних насаждениях, а минимальные – в посадках 20-летнего возраста, что связано с увеличением сомкнутости древесного яруса. Определенная зависимость от рельефа и возраста насаждений также наблюдается в изменении значений влажности почвы: минимальные значения - 2,9% отмечены в посадках 5 лет, а максимальные - 8,7% - на буграх в 20-летних насаждениях. При этом необходимо отметить, что, если температура почвы в 20-летних насаждениях соответствует значениям в естественном лесу, то влажность почвы в два раза ниже, что связано с разреженностью травяного и особенно мохово-лишайникового покрова.

В распределении питательных веществ в компонентах экосистем (растения, почва) играет роль не только возраст фитомелиорантов, но и характер их распределения. Содержание элементов питания в почве практически одинаково во всех изученных сообществах, что говорит об идентичных условиях произрастания. Результаты расчета коэффициента биологического накопления (Перельман, 1975) показали, что наблюдается уменьшение коэффициента биологического накопления с возрастом для азота, что связано с интенсивностью роста сосны в молодости, и напротив, увеличение у марганца. Концентрация элементов питания в хвое сосны у деревьев, растущих в группе выше, чем у отдельно стоящих.

Важным условием нормального роста насаждений сосны является аккумуляция гумуса в почве. На разных стадиях формирования сосновых сообществ обнаруживаются различия в его накоплении, и этот показатель растет с возрастом посадок сосны. Минимальные значения отмечены в посадках сосны 5 лет и составляют 1,2%, а максимальные – 4,3 % в посадках 20 лет. Также наблюдается увеличение кислотности почвы с возрастом насаждений: в молодых насаждениях этот показатель равен 7,8, а в посадках 20-летнего возраста - 4,5.

Надежными показателями состояния фотосинтетического аппарата являются сумма хлорофиллов *a* и *b* и соотношение хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов (Жиров и др., 2007). Исследования показали, что наблюдается определенная зависимость содержания пигментов, их соотношения от возраста и структуры насаждений. Значения проанализированных показателей

увеличиваются с возрастом сосновых посадок (максимальные зафиксированы у 15-летних сосен) и выше у деревьев, растущих в группе. Количество пигментов в сосновых насаждениях 20-летнего возраста соответствует их количеству в естественных сосновых лесах. Характер роста сосны является важнейшим показателем степени ее адаптации к условиям произрастания (Ведрова, 1980). Поэтому нами были исследованы основные морфометрические параметры сосны (высота, ежегодный прирост, диаметр ствола, и др.) в зависимости от структуры и возраста насаждений. Происходит увеличение всех значений этих параметров с возрастом, особенно у деревьев, растущих в группе. Наиболее резкие изменения в ходе роста происходят у деревьев старше 15 лет. Продолжительность жизни хвои сосны варьирует от 1 года (в молодых насаждениях) до 4 лет (в 20-летних насаждениях). При этом надо отметить, что 3-4-летний возраст хвои наблюдается у деревьев, растущих в группе, почти в 2 раза чаще, чем у отдельно стоящих деревьев. В сосняках естественного происхождения возраст хвои составляет 4 года у деревьев, растущих в группе и 3 года - у отдельно стоящих.

В процессе формирования растительных сообществ происходят изменения в их видовом составе и структуре. Количество видов меняется от 4 до 11. Флористический состав в молодых посадках в основном представлен сосной обыкновенной лапландской и колосняком песчаным (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.), которые использовались при фитомелиорации. Кроме этого присутствуют 2 сорных вида: щавель (*Rumex* sp.) и чабрец (*Thymus* L.). В насаждениях сосны 10 летнего возраста формируется кустарниковый ярус из можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.) и вереска (*Calluna vulgaris* (L.)Hull.), в травяно-кустарничковом ярусе появляются лесные виды, такие как голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idea* L.), в лишайниковом - *Cladonia mitis*. В насаждениях двадцатилетнего возраста уже представлены все ярусы, древесный ярус из сосны образует сомкнутые (0,8-0,9) насаждения, в кустарниковом ярусе доминирует можжевельник, в травяно-кустарничковом ярусе - вороника (*Empetrum nigrum* (incl. *E. hermaphroditum* Hagerup.)), голубика, брусника, вереск. В несплошном напочвенном покрове появились лишайники (*Cladonia mitis*, *C.rangiferina*). Состав и структура этих растительных сообществ соответствует естественным сосновым лесам региона.

Анализ рассмотренных показателей состояния формирующихся сосновых лесов позволил выбрать наиболее информативные, на основе которых можно проводить оценку состояния насаждений и мониторинг процесса фитомелиорации: морфометрические (высота деревьев, диаметр ствола на высоте 1,3 м, ежегодный прирост), фитоценоотические (экобиоморфный состав и флористическое разнообразие), биохимические (соотношение пигментов). Изменения показателей, характеризующих состояние и развитие растительных сообществ при фитомелиорации на Терском побережье Белого моря позволили выделить три стадии формирования сосновых лесов.

Первая стадия – приживание сосновых насаждений. Она наступает с момента посадки и продолжается несколько лет, пока у сосны формируется корневая система и происходит адаптация к новым условиям обитания. В посадках присутствуют лишь те виды растений, которые использовались при фитомелиорации. У исследованных сосновых насаждений данная стадия наблюдается до 5 летнего возраста.

Вторая стадия – усиленный рост и формирование сообществ. В этот период происходит бурное развитие надземных и подземных частей растений и начинается смыкание крон у отдельных особей сосны. Наблюдается внедрение видов лесного разнотравья. У исследованных нами сосновых насаждений эта стадия наблюдается с 5-летнего до 10-15 летнего возраста.

Третья стадия - формирование сообществ, близких к естественным. Для этой стадии характерны сомкнутые насаждения. Значительно увеличивается разнообразие и проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, преимущественно за счет внедрения лесных видов, появления лишайников. К этой стадии можно отнести сосновые насаждения 15-20-летнего возраста, которые, даже в экстремальных условиях Севера приближаются к естественным.

Для дальнейшего мониторинга состояния и роста сосновых насаждений на Терском берегу Белого моря или в других районах со сходными природными условиями необходимо оценивать развитие фитомелиорантов с помощью предлагаемых биогеохимических, морфометрических, фитоценологических показателей.

Проведенные исследования позволят изучить адаптивные возможности фитомелиорантов к различным условиям произрастания и выявить закономерности формирования растительных сообществ при фитомелиорации. Для изучения закономерностей формирования растительных сообществ будет использован целый комплекс методов, позволяющих оценить их состояние и проанализировать динамику роста – геохимических, фитоценологических, морфометрических и биохимических. Так же, в результате исследований будут выявлены наиболее информативные показатели для фитомелиорации городских ландшафтов с разными антропогенными нарушениями.

Внедрение в практику результатов исследований эколого-географических предпосылок к фитомелиорации позволит повысить эффективность рекультивации городских ландшафтов в разных городах с разными природными условиями.

Литература

1. Ведрова Э.Ф. Влияние сосновых насаждений на свойства почвы. Новосибирск: Наука, 1980. 104 с.
2. Жиров В.К., Голубева Е.И., Говорова А.Ф. Хаитбаев А.Х. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на крайнем севере. – М.: Наука, 2007. – 166 с.
3. Казаков Л.А. Кузоменские пески. Мурманск: Изд-во Госкомитета по охране окр. среды Мурманской обл. - 120 с.
4. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. - М.: Высшая школа, 1975. - 340 с.
5. Федорков А.Л. Адаптация хвойных к стрессовым условиям Крайнего Севера. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 100 с.

КОТТЕДЖНЫЕ ПОСЕЛКИ КАК НОВЫЙ ТРЕНД В ЛАНДШАФТНОМ ПЛАНИРОВАНИИ ПРИГОРОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Голубева Е.И. *, Король Т.О., Саянов А.А.

*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
Географический факультет, кафедра экологии, Россия*

** e-mail: egolubeva@gmail.com*

В результате социально-экономических изменений в России, происходящих с 1990-х годов, в зоне влияния крупных городов стали появляться новые типы загородного жилья, имеющие свои особенности и отличия от других типов сельских поселений [7]. Коттеджные поселки сформировали новый тип расселения, образовав сеть вокруг крупных городов России. Коттеджные поселки тесно связаны с городом и являются частью агломераций, ориентированной на городских жителей с условиями трудовой - маятниковой миграции. Новое загородное строительство является важным и самостоятельным фактором субурбанизации, пространственного развития крупных городов и системы расселения в целом.

Коттеджный поселок имеет ряд отличий от других типов жилищ горожан в сельской местности (дачи, сады, огороды, деревенские дома и особняки) [6]. Коттеджный поселок - вид загородного жилья, состоящего из группы коттеджей, построенных в рамках единого архитектурно-планировочного решения, имеющего общее инженерное обеспечение и благоустройство территории, а также внешнюю охраняемую границу. Еще одним отличием является форма использования земельного ресурса: жильцы коттеджей чаще отказываются от земледелия и отдают предпочтение ландшафтному дизайну и благоустройству, ограничиваясь наличием фруктового сада или декоративного огорода.

Рассматривая коттеджную застройку как элемент «культурного ландшафта», можно говорить об обширном распределении нового типа в пригородах крупных агломераций России [3]. Анализ пространственной структуры и функциональных особенностей сети коттеджных поселений вокруг крупных городов России позволили сделать выводы о роли и действии ландшафтно-экологических и социально-экономических факторов на особенности формирования коттеджной застройки. При этом влияние географических факторов различных территориальных масштабных уровнях проявляется неодинаково:

- на макроуровне, под влиянием экономических и социальных условий, выделяются регионы-лидеры (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Пермь, Краснодар), для которых характерны высокие показатели количества и стоимости коттеджных поселков;

- на мезоуровне существенное влияние оказывают социально-экономические и общественно-географические факторы, такие как развитость агломераций центральных городов, престижность направления, удаленность от центрального города, транспортная доступность и пр.;

- на микроуровне на территориальную избирательность при выборе района застройки на первый план выходят природные факторы – особенности ландшафта (разнообразные геолого-геоморфологические условия, микроклиматические характеристики, благоприятная экологическая обстановка, а также наличие водных объектов, лесных массивов и особо охраняемых природных территорий).

Поскольку наиболее благоприятные места «уже заняты» исторически сложившимися сельскими и дачными поселениями, объектами новой застройки становятся бывшие сельскохозяйственные земли и территории лесохозяйственного назначения, либо земли, примыкающие к природоохранным зонам возле водных объектов или особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [1]. Такие земли переводят в другой статус землепользования или

берут в аренду на срок, согласно Земельному кодексу РФ [2].

Рассматривая особенности планирования и функционирования коттеджных поселков на микроуровне, особое внимание необходимо уделить правовым, экологическим, архитектурно-планировочным аспектам и необходимым элементам инженерного благоустройства [8]. Для исследования на микроуровне авторами была выбрана территория, находящаяся в зоне влияния Москвы, как лидер в застройке нового типа. Анализ размещения коттеджных поселков показал, что:

- распределение поселков преимущественно зависит от социальных и экономических факторов;
- наиболее освоенными являются ландшафты, примыкающие к Москве с севера и запада в связи со своей транспортной доступностью;
- приоритетными типами местности под коттеджную застройку являются долинные зандры, пойменные и моренные равнины;
- особое внимание при расположении коттеджных поселков уделяется водным объектам, привлекающих своим рекреационным ресурсом;
- распределение коттеджных поселков на сегодняшний день лишь частично связано с экологическим благополучием района.

Одним из важных аспектов планирования и проектирования коттеджных поселков является учет ландшафтных характеристик территории для организации комфортной среды проживания. Особое внимание в современной концепции коттеджного поселка уделяется вопросам *благоустройства* территории, обладающей социальным ресурсом, т.е. предоставляющей человеку пространство для общения, содержательного досуга, обслуживания и рекреации. Другим важным принципом является экологическая приоритетность, предполагающая проведение любых преобразований территорий исходя из соображений обеспечения экологической устойчивости среды. Создание вместо разрозненных фрагментов ландшафта системы пространств с устойчивыми сообществами растений реализует возможности природы к самоподдержанию и обеспечивает условия для процессов саморегулирования.

Исходя из рассмотренных принципов организации территории, можно обозначить ряд специфических задач ландшафтного проектирования и дизайна коттеджных поселков. К ним следует отнести [5]:

формирование системы доступных пространств, отвечающих интересам различных возрастных групп населения;

максимальная реализация природного ресурса территории с учетом соображений ее продолжительного использования;

создание ландшафтной среды, обеспечивающей возможность устойчивого использования на протяжении всех сезонов;

внесение смысловых акцентов из форм растительности и рельефа, обеспечивающих выразительность и разнообразие среды;

использование средств дизайна для обустройства эффективной системы коммуникаций с необходимыми малыми формами.

Рассмотрение ландшафтно-экологического проектирования в качестве средства предотвращения дальнейшей деградации урбанизированной среды связывается, в первую очередь, с преодолением нерационального зонирования, эстетической невыразительности, путем использования природных элементов, сохранения природно-культурных ландшафтов и создания загородного жилья нового качества. Для этой цели была разработана концепция, включающая многофакторный подход к проектированию современных поселков. В разработанной авторами четырехэтапной концепции учитываются самые современные решения к организации среды проживания и функционирования коттеджного поселка.

1) *Предпроектный анализ* существующих социальных условий и покомпонентная оценка природной среды для последующего выделения функциональных зон и обоснования

рекомендаций по дальнейшему использованию территории и учетом возможных конфликтов природопользования.

2) Выбор *планировочного решения*, учитывающий особенности ландшафтной структуры и современные решения в области проектирования инфраструктуры. Проведение компьютерного моделирования среды с учетом местных ландшафтных и климатических условий, выделение конфликтных зон.

3) Выбор *архитектурных решений* с применением современных технологий «пассивного» и «энергоэффективного» домостроения, с моделированием архитектурно-конструктивных решений и определением эколого-экономических оптимальных технологий и материалов.

4) *Благоустройство* на основе экологических подходов, которые включают принципы: «возврат к природе» (англ. «back to nature»), минимальное воздействие (англ. «low impact»), устойчивый дизайн (англ. «sustainable design»), и объединяют в себе общую идею использования естественных материалов и решений, не требующих специального обслуживания в процессе эксплуатации и обладающих минимальным воздействием на окружающую среду.

Применение современных технологий дало возможность создавать жилища, отвечающие экологическим и экономическим требованиям. Особое значение имеет показатель энергоэффективности, поскольку потребление ресурсов напрямую связано с защитой окружающей среды. Надо отметить, что в новых коттеджных поселках часто стоимость подключения к коммунальным сетям сопоставима со стоимостью самого жилья или земли, на которой оно построено. В связи с этим возникает потребность в применении инновационных «зеленых» технологий для строительства и эксплуатации коттеджей. Архитектурные «зеленые» решения, применяемые в загородной застройке, имеют высокое значение в концепции ландшафтно-экологического проектирования [4]. Варианты планировки и этажности зданий определяют не только внешний облик поселка, но и влияют на энергоэффективность дома (рис. 1).

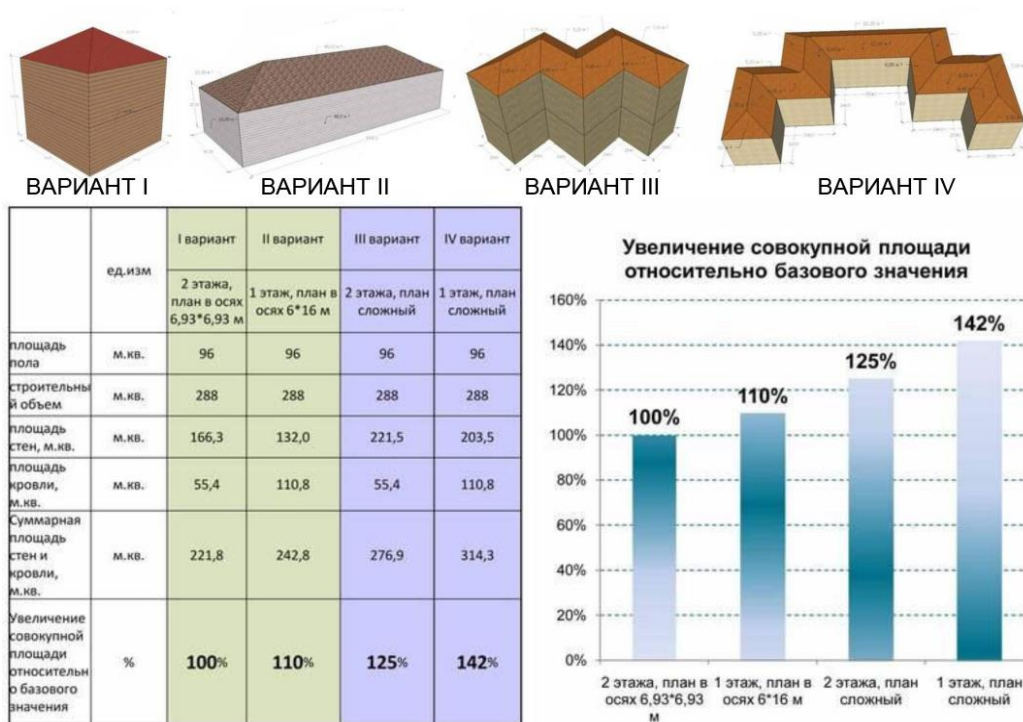


Рис. 1. Варианты планировки дома с одинаковой площадью пола и расчеты площади теплоотдачи. (www.rmnt.net)

Здания с одинаковой площадью пола, но разной конфигурации в плане могут иметь разную площадь ограждающих конструкций (стен и кровли). Наилучшей формой здания с точки зрения минимизации поверхностей, через которые уходит тепло из здания, является куб. Несложные вычисления позволяют сделать вывод, что в домах, приближенных к форме куба, площадь поверхностей меньше в 1,4 раза, чем в домах сложной формы. Особое внимание при проектировании поселков необходимо уделять правильной ориентации зданий в пространстве и рельефе. В некоторых странах существуют справочники по проектированию малоэтажных зданий в различных географических условиях.

Рассмотрим два масштаба проектирования и организации комфортной среды для жителей – **общественные и частные территории**. Особое внимание в современной концепции коттеджного поселка уделяется вопросам благоустройства общественных и коллективных зон поселка. Одним из примеров благоустройства общественной среды, совмещенной с «зеленой» инфраструктурой может служить проект благоустройства общественных зон коттеджного поселка «Тихая гавань», расположенного в Боровском районе Калужской области.

Поселок «Тихая гавань» изначально был задуман как среда для жизни обслуживающего персонала парка развлечений «Этномир», находящегося в непосредственной близости. **Основной концепцией проекта** стала идея экологического и энергоэффективного жилья, отвечающего европейским стандартам качества и энергосбережения. Ландшафтными проектировщиками была предложена идея поселка-коммуны по примеру американских поселков, в которых живут в своем социуме с общей инфраструктурой люди схожей жизненной позиции (рис. 2).

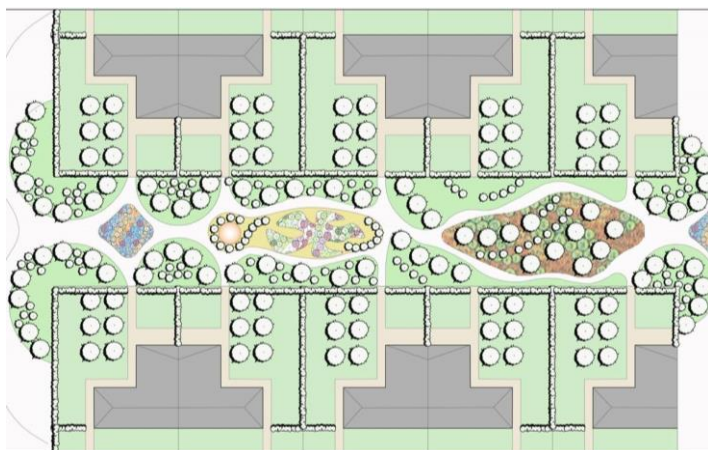
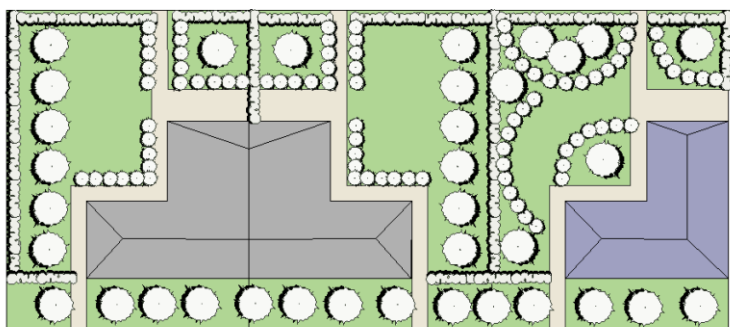


Рис. 2. Эскизный план поселка «Тихая гавань» (составлено А.А.Саяновым)

Согласно этому решению был разработан эскиз планировки и застройки, в котором выделялись общественные «зеленые» зоны, проезжие части и частные владения, причем под общественные зоны выделено 21% площади, что достаточно много для современной коттеджной застройки. Архитектурная особенность поселка – сдвоенные дома, редко используемые в загородном малоэтажном строительстве (без учёта таунхаусов).



Здесь этот архитектурный прием работает как эффективное энергосбережение – одна сторона у двух домов общая и, соответственно, дома «остывают» медленнее. Причем в отдельной части дома устроена помывочная (баня или сауна), тоже со сдвоенной с соседом стеной (рис. 3).

Рис. 3. Варианты планировок частных владений в поселке «Тихая гавань» (составлено А.А. Саяновым)

Система отопления и энергоснабжения домов сочетает в себе некоторые современные подходы, описанные выше – принцип энергогенерирующего дома с солнечными коллекторами и эффективной теплоизоляцией. Экологический подход выражен и в благоустройстве поселка – на каждом участке должен быть свой сад с плодовыми деревьями и кустарниками, но без классических газонов с обильным поливом и удобрениями. Для орошения задумана система сбора и очистки дождевых и грунтовых вод с отдельными емкостями на разных концах участка.

Опираясь на современные достижения в сфере инженерной инфраструктуры и элементами экологического дизайна было решено несколько задач (рис. 4):

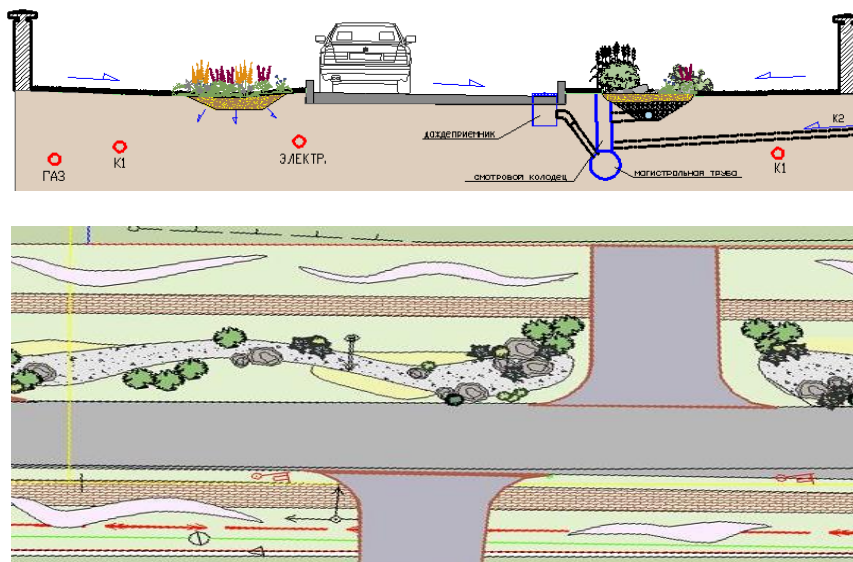


Рис. 4. Устройство общественных зон коттеджного поселка «Тихая гавань» (составлено А.А. Саяновым)

1. организация поверхностного водоотвода и ливневой канализации с минимальным воздействием на окружающую среду;
2. создание общей стилистики поселка с декорацией инженерных сетей;
3. озеленение общественных зон поселка с использованием местных видов растений и т.д.

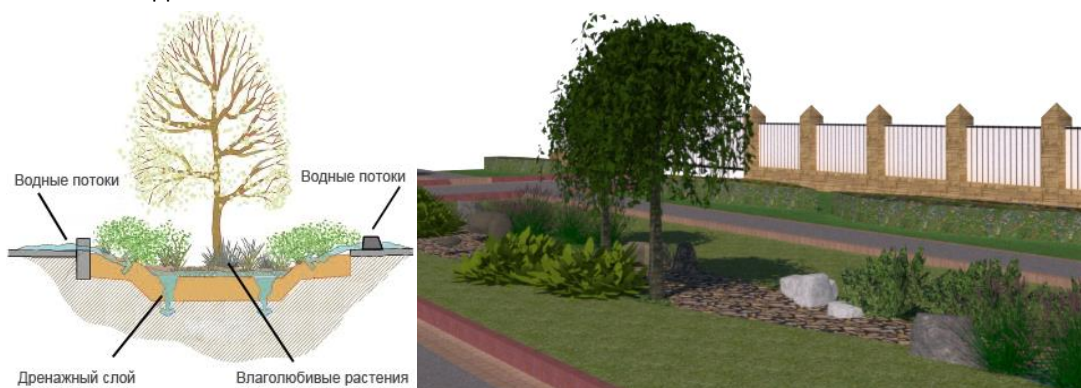


Рис. 5. Принцип «swales» и применение в проекте благоустройства (составлено А.А. Саяновым)

Водосборная сеть спроектирована вдоль внутренней дороги и состоит из двух взаимосвязанных частей: открытой и закрытой. В подземную (закрытую) коллекторную систему через канализационные трубы попадают сточные воды с твердых поверхностей – дорожных покрытий и крыш, проходя механическую очистку в дождеприемниках и в смотровых колодцах. Остальная часть поверхностных вод просачивается в верхние слои грунта, а излишки попадают в открытую часть ливневой системы, которая выполнена в виде водосборного понижения в рельефе, имеющего призмобразный профиль с валами по бортам – валоканавы (рис. 5).

Внешне канавы (валоканавы, англ «swales») декорированы под «сухой ручей» с отсыпками из гальки и валунов, служащими верхним дренирующим слоем, под которым пролегает промежуточный песчано-грунтовый слой с дренажной трубой в нижней части призмы. В наиболее загруженные периоды – таяние снега и ливней – валоканавы отводят избыточную воду в общую ливневую сеть, а в обычное время помогают сохранять накопленную воду для естественного подпочвенного орошения и создания условий для образования устойчивого биоценоза.

Современный принцип «возврат к дикой природе» был реализован в декоративном озеленении канав «сухого ручья»: ассортимент был подобран таким образом, чтобы минимизировать уход за достаточно протяженным ландшафтным элементом и поддержать местное биоразнообразие.

Проведённое исследование позволяет сделать вывод, что коттеджные поселки, создаваемые с использованием инструментов ландшафтно-экологического планирования, являются адаптированными к ландшафтным условиям и имеют оригинальную планировку с рационально выделенными функциональными зонами, развитую и эффективную внутреннюю инфраструктуру. Многие из них относительно автономны и способны функционировать, как отдельные поселения со своими детскими садами, школами, аптеками, магазинами и т.д. Это оптимизирует экономические затраты и снижает негативное влияние на природные компоненты при загородной застройке нового типа.

Использование инструментов ландшафтно-экологического планирования позволит сформировать новое комфортное и «экологичное» качество культурного ландшафта урбанизированных территорий на разных уровнях организации пространства.

Работа выполнена при частичной поддержке проекта РФФИ 15-05-01788 А

Литература

1. Иодо И.А., Потаев Г.А., Градостроительство и территориальная планировка: учебное пособие - М.: Феникс, 2008. – 285 с.
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ.
3. Исаченко Т.Е., Исаченко Г.А. Преобразование ландшафтов под воздействием рекреации за последние 50 лет (на примере пригородной зоны Санкт-Петербурга) // Изв. Русского географического о-ва. 2011. Т.143. Вып.3 С.38-50.
4. Король Т.О. Роль природно-экологических факторов при внедрении зеленых строительных технологий в России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 2017. - № 1. С. 155-168
5. Нефедов В.А. Городской ландшафтный дизайн. учеб. пособие. – СПб.: «Любавич», 2012. – 320с
6. Нефедова Т.Г. Сельская Россия на перепутье. Географические очерки. - М.: Новое издательство, 2003. – 516 с.
7. Саянов А.А. Концепция ландшафтно-экологического проектирования коттеджных поселков // Экология урбанизированных территорий. 2013. №4. С. 65–69.
8. Смолицкая Т.А., Король Т.О., Голубева Е.И. Городской культурный ландшафт: Традиции и современные тенденции развития. - Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. - 272 с.

Интернет-ресурсы

www.rmnt.net - строительный портал

ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ФОНОВЫХ И ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА ПОД АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ

Керимова Э.Д. *, Кучинская И.Я. **

Институт географии им. акад. Г.А. Алиева Национальной академии наук Азербайджана

*e-mail: *bakinskiy.breeze@gmail.com, **irina.danula@gmail.com*

Антропогенная нагрузка на окружающую среду — это величина прямого или косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на компоненты природных систем или геосистемы в целом.... Антропогенная нагрузка на природу приводит к истощению природных ресурсов или их деградации, при ней меняется характер экологического равновесия, сначала локально, затем регионально и в конечном итоге глобально.... Максимальная антропогенная нагрузка проявляется в техногенно-нарушенных ландшафтах в городах, где существенно трансформирован естественный рельеф, активны оседания земной поверхности, подтопления, загрязнения территории и др. (Комплексная ..., 1997). В этом отношении наиболее показательна территория Абшеронского полуострова Азербайджана. Природа аридных полупустынных и, частично, сухостепных ландшафтов Абшерона длительное время испытывает разнообразные воздействия антропогенного фактора, которые с каждым годом только возрастают. Это уже привело к изменениям в значительной части природных территориальных комплексов и грозит новыми, в том числе неблагоприятными последствиями.

Естественные ландшафты области представлены следующими типами ландшафтов: полупустынный ландшафт низких гор, полупустынный ландшафт аккумулятивных равнин, сухостепной ландшафт низких и частично средних гор. Каждый из типов представлен, в свою очередь, несколькими подтипами и большим количеством видов ландшафтов.

Полупустыни занимают большую часть Абшерона. Их ареал ограничен абсолютными высотами от уровня Каспийского моря до 250-300 м. Гипсометрическое положение и климатические условия региона привели к формированию в полупустынном комплексе двух типов ландшафтов: полупустынного низкогорного и полупустынного ландшафта аккумулятивных равнин (Будагов Б.А., Микаилов А.А. и др., 1972, Будагов Б.А., 1988).

Полупустынный ландшафт низких гор охватывает западную часть Абшеронского полуострова. В силу разнообразия литогенной основы, экспозиции склонов и относительных высот рельефа, полупустынный комплекс низких гор на полуострове получил своё развитие в форме разорванных ареалов, которые часто чередуются с сухостепным комплексом. В качестве примера можно привести территорию между Гюздекским плато и грязевым вулканом Боздаг-Гобу, где, благодаря умеренному влиянию Каспийского моря, образовался азональный сухостепной ландшафтный комплекс, состоящий преимущественно из эфемеров на каштановых почвах. Эта территория широко используется под богарное земледелие.

Растительность данного комплекса представлена большим разнообразием, что также обусловлено микроувлажнённостью склонов и особенностями литогенной основы. Как правило, на северных склонах многочисленных гряд преобладает эфемерово-попынный комплекс, а на южных — попынно-кенгизовая, попынно-эфемеровая растительность (Омарова Х.И., 1970). Почвенный покров равнин представлен серозёмами, лугово-серозёмными, сероземно-бурыми и засоленными почвами (Будагов Б.А., Микаилов А.А. и др., 1972).

Полупустынный ландшафт аккумулятивных равнин является доминирующим на большей части Абшеронского полуострова. Комплекс занимает пространство от уровня Каспийского моря до абсолютных высот 250-300 м. Высокие термические показатели и избыточная испаряемость

обусловили формирование здесь аридного почвенно-растительного покрова. Серозёмные, серозёмно-луговые солонцеватые типы почв, как правило, сильно засолены. Основную роль в их образовании играют солёные грунтовые воды, залегающие близко к поверхности, химический состав пород и брекчия местных грязевых вулканов. Широко распространены солончаки и шоры. Растительный покров на таких почвах также состоит из солелюбивых видов, главным образом, полынно-солянковых группировок. На песчаных балках и дюнах, тянущихся вдоль Каспийского побережья, развиваются псаммофильно-литоральные формации.

Сухостепной тип ландшафта низкогорья на Абшероне развит разорванными ареалами и занимает небольшие площади, главным образом, в юго-западной и центральной частях полуострова.

Сухостепной комплекс Абшеронского полуострова представлен двумя подтипами: сухими степями низкогорий и сухими степями внутригорных котловин и равнин.

Сухие степи низкогорий охватывают Фатьмаинскую и Орджандагскую антиклинальные гряды, территории, расположенные между с. Дигях и Бинагадинским озером, г. Бююкдаг и с. Масазыр; области, расположенные южнее и юго-восточнее Кечалдага; участок, протянувшийся меридионально от с. Масазыр до грязевого вулкана Зигильпири; узкую полосу, простирающуюся до озера Ширинноур, а также области, заключенные между озером Коша-Ятаг-Чала, г. Улу-Гая (200 м), Шор-Дере и г. Кара-Ибад (38 м). Сюда также относятся участки, расположенные к северу и северо-востоку от с. Гюздек.

Подтип сухостепного ландшафта - сухие степи внутригорных котловин и равнин охватывает участок к востоку от Кечалдага до озера Ширинноур, участок в 2-3 км к юго-востоку от него и район озера Сараи-Шор, также этот ландшафт занимает западное, южное и, частично, юго-восточное побережье озера Джейранбатан (Исламов Д.И., 1979).

В пределах данного типа ландшафта развиты горно-каштановые, сероземно-бурые почвы, которые на более аридных, крутых, освещенных склонах, подвергались эрозии. Растительный покров состоит из различных злаковых, эфемеров, полыни и чабреца. На скальных участках вершин встречаются черноцветник, алча, кизильник.

Антропогенное воздействие на сухостепные ландшафты, более ощутимо по сравнению с соседними полупустынями. Здесь за год выпадет 280-300 мм осадков, что достаточно для развития богарного зерноводства, которое наиболее распространено на высоких, ровных участках рельефа (равнины Чалаери, Атали, север Гюздекского плато). В окрестностях селений Новханы, Бинагади, Фатмаи, Сараи и др. развито зерноводство и скотоводство. На крутых склонах, не пригодных для земледелия, развивается отгонно-пастбищное животноводство. Вследствие чего, земли на таких территориях более подвержены эрозии, а естественная растительность обеднена и подвержена деградации. В последние 10-20 лет Абшеронский регион переживает пик своего хозяйственного освоения, который связан, прежде всего, с современным бурным экономическим развитием республики. Сопровождающее его интенсивное, зачастую бесконтрольное, природопользование и возросшее антропогенное влияние на местные геокомплексы не могут негативно не сказаться на изменении ландшафтно-геоморфологических характеристик региона, следствием чего является значительное ухудшение их экологического состояния.

Местные же геосистемы как и все аридные геосистемы характеризуются слабой способностью самовосстановления, и даже при низком уровне антропогенного освоения нарушается их природная устойчивость. Они наиболее заселены, освоены и изменены человеком, и весьма восприимчивы к любому внешнему воздействию.

Столичный фактор, разработка нефтегазовых месторождений, скопление промышленных предприятий, большая плотность населения и проч. обусловили чрезмерную нагрузку на естественные природные ландшафты Абшерона. Поэтому, уже давно на большей части территории Абшерона естественные сухостепные и полупустынные комплексы существенно

видоизменились, на их основе интенсивно развиваются селитебные, техногенные, транспортные и агротехнические модификации антропогенного ландшафта.

Наиболее тяжелая экологическая ситуация сложилась в старых нефтепромысловых районах, где длительная и интенсивная нефтедобыча существенно изменила облик природного ландшафта. Выходы пластовых вод привели к образованию ряда техногенных озер, механические нарушения почвенного покрова усилили плоскостную и линейную эрозию, увеличились площади засоленных земель, изменился качественный и количественный состав растительности (рис. 1)

Восстановление экологически нарушенных ландшафтов должно начинаться с рекультивации загрязненных земель. В настоящее время разработано довольно много эффективных методов рекультивации. В природных условиях Абшерона (скудное и слабое увлажнение, высокий радиационный баланс, превышение испаряемости над осадками) одним из наиболее оптимальных способов рекультивации представляется усиление функциональной активности микроорганизмов путем увлажнения, аэрации, внесения ферментов в почву, фитомелиорации. При этом различная степень загрязнения земель (поверхностно-загрязненные, глубинно-загрязненные земли) требуют различной комбинации методов рекультивации.



Рис. 1. Полупустынный ландшафт на Абшеронском полуострове, полностью потерявший свои природные особенности в результате нефте загрязнения (поселок Балаханы)

В дальнейшем, при разработке новых месторождений, строительстве терминалов, при прокладке нефтепроводов, основное внимание должно быть сконцентрировано на совершенствовании технологической безопасности производства, внедрении новой техники и технологий, что позволило бы снизить риск нефтезагрязнения окружающих естественных ландшафтов. В данных условиях над многими грязевыми вулканами, расположенными в области, нависла реальная опасность разрушения, а также уничтожения редких грязевулканических ландшафтов. На Абшероне многие вулканы из-за увеличения численности населения и, как следствие, расширения существующих населенных пунктов и возникновения новых, уже располагаются в непосредственной близости от некоторых абшеронских сел и поселков.

Динамику расширения антропогенного воздействия на грязевулканические ландшафты наглядно можно проследить на примере двух грязевых вулканов, расположенных в пределах т.н. Большого Баку - Боздаг-Гобу и Кейреки (рис. 2, 3).

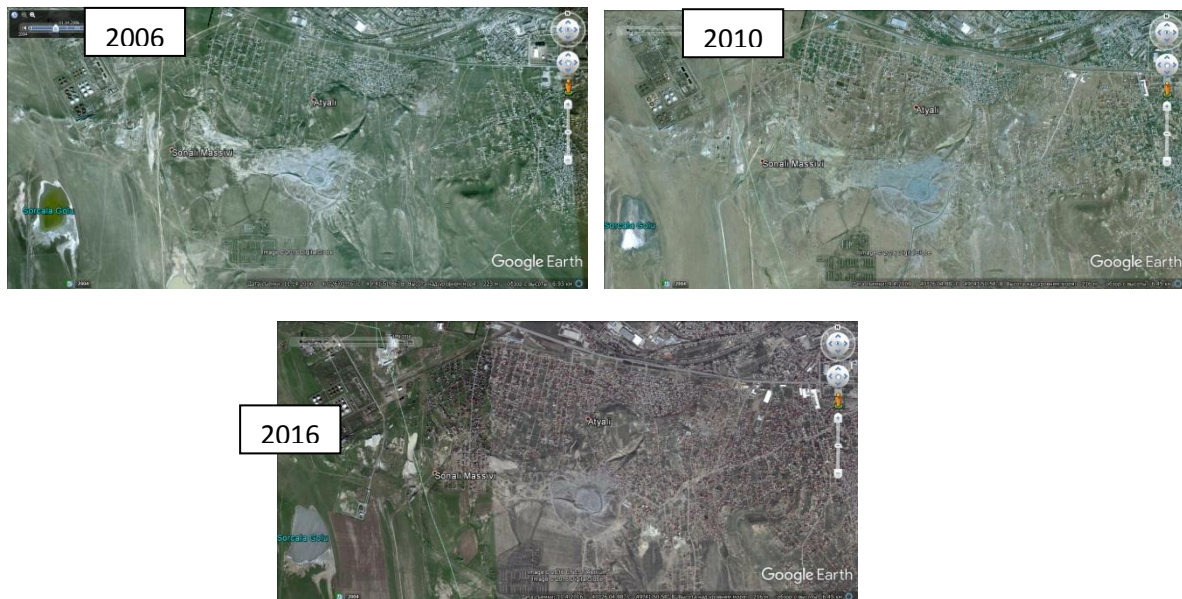


Рис. 2. Сравнительный анализ застроек в районе грязевого вулкана Боздаг-Гобу

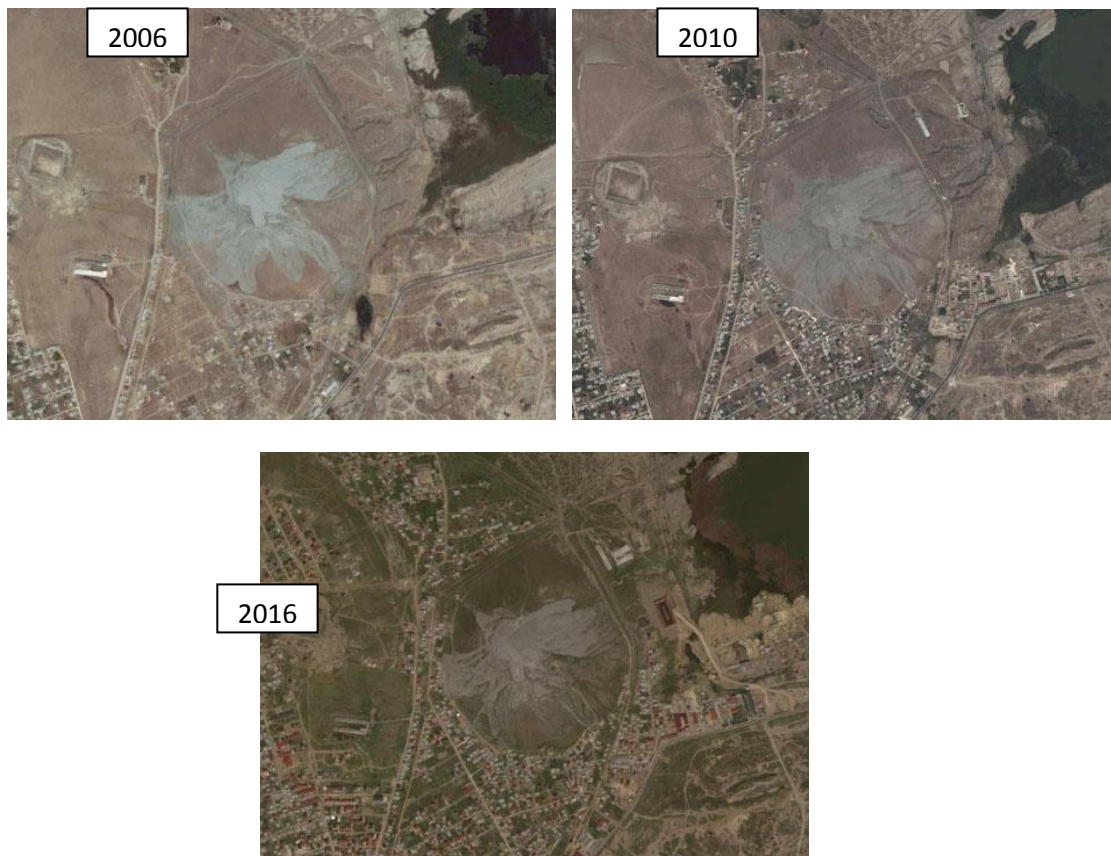


Рис. 3. Сравнительный анализ застроек в районе грязевого вулкана Кейреки (2006, 2010, 2016 гг.)

Грязевой вулкан **Боздаг-Гобу** расположен в 2-х км к северу, северо-востоку от селения Гобу и в 15 км на северо-запад от собственно Баку. Вулкан, достигая 253 м абсолютной высоты и,

простираясь в широтном направлении, занимает центральную часть одноименной возвышенности. С юга и севера вулкан окружен относительно вогнутыми котловинами. Его относительная высота над ними составляет 150-170 м. Высота вулкана на востоке и на западе постепенно снижается, переходя в наклонное плато. Этот вулкан один из крупнейших действующих вулканов Абшерона. Он образован двумя группами сопочных полей. Одна из них расположена в 3 км к северу от с. Гобу на одноименной высоте, другая – в 1 км к востоку от вулкана. На территориях, прилегающих к грязевому вулкану, развиты ландшафты аридно-денудационных низкогорий, представленные на ровных нерасчлененных, наклонных привулканических равнинах полынно-кенгизовыми, полынными и эфемеровыми ландшафтами на сероземных глинистых, солонцевато-сероземных почвах, а на относительно крутых слаборасчлененных склонах – комплексами с разреженной кенгизовой, полынной растительностью на смытых сероземных и солонцевато-сероземных почвах. На самом же грязевом вулкане, на поверхности его брекчии в зависимости от ее состава и возраста растительный покров развивается неодинаково и характеризуется разным видовым составом. Последнее извержение вулкана произошло в июле 1999 г., в результате которого на склонах образовались крупные и глубокие трещины, одна из которых, протяженностью 1200 м. Новый материал извержения охватывает центральную часть кратера и находится на расстоянии примерно 40-50 м от старого кратерного вала. Западные, южные и юго-западные прикратерные части характеризуются более высоким рельефом. Поток последнего извержения вулкана Боздаг-Гобу был направлен преимущественно на север, северо-восток и излился на значительное расстояние. Толщина свежего брекчиевого материала здесь составляет порядка 2-2,5 м.

Самым существенным катализатором изменения современной не просто ландшафтной, а в целом экологической ситуации вокруг вулкана стал антропогенный фактор. В районе грязевого вулкана Боздаг-Гобу на прилегающих к нему равнинах появились и сильно разрослись новые поселки — Атылы и Сонали. Их интенсивная застройка за последнее десятилетие, начинаясь недалеко от северных подножий вулкана, сейчас уже приблизилась к кратерной части (рис. 2).

Также во время проведенных экспедиций в различные годы мы наблюдали несколько котлованов в старой кратерной части, оставшихся после вывоза брекчии. Склоны вулкана сильно замусорены, на них организованы свалки бытового мусора. Очевидно, что человеческая деятельность здесь будет только увеличиваться. Такая возросшая и неконтролируемая антропогенная нагрузка не может не создавать угрозы как для окружающих грязевой вулкан полупустынных ландшафтов, характеризующихся своей слабой устойчивостью к воздействиям и длительным периодом восстановления, так и для уникальных ландшафтов самого грязевого вулкана (Керимова Э.Д., 2010). Вулкан Боздаг-Гобу включен в список вулканов, подлежащих охране и входящих в состав Государственного Природного Заповедника группы грязевых вулканов, который создан по распоряжению Президента АР И. Алиева.

Грязевой вулкан **Кейреки** расположен в центре Абшеронского полуострова в 3,5 км к северу от поселка Баладжары. К северо-востоку от него возвышается грязевой вулкан Беюкдаг, а к юго-западу вулкан Зигильпири. Абсолютная высота вулкана 146,4 м. Относительная высота по отношению к прилегающей волнисто-холмистой морской равнине — 85-100 м. Ширина его основания с севера на юг составляет 0,7-0,8 км, длина с запада на восток — 1,2-1,3 км. Вулкан имеет форму усеченного конуса с крутыми склонами (40° - 50°) северной, северо-западной экспозиции и более пологими (20° - 25°) южной и восточной. Кратер вулкана имеет подковообразную форму диаметром 20-25 м, открывающуюся на восток. Кейреки является периодически действующим вулканом. Вулкан по числу извержений занимает третье место в Азербайджане среди наиболее активных вулканов (после Локбатана и Шихзаирли). Три последних извержения приходятся на начало нового столетия - 26 июня 2001 г., 28 февраля 2002 г. и 12 октября 2014 г. Наиболее мощное извержение, заметно изменившее ландшафтную картину вулкана, произошло 26 июня 2001 г. в 20 ч. 42 мин. и было зафиксировано Бакинской

сейсмостанцией (по данным Республиканского центра сейсмологической службы). Оно, с определенными перерывами, продолжалось почти два с половиной часа. Вулканическая масса выбрасывалась на высоту 15-20 метров и несколькими языками стекала по склонам. Вулканом был вынесен очень большой объем брекчиевого материала, толщиной около двух метров, покрывший центральную кратерную часть. Общий объем выброшенной вулканом брекчии при средней толщине покрова 1,2 м, составляет 181 тыс. м³, площадь, занятая брекчией – 15,1 га (Алиев Ад.А., Байрамов А.А. и др, 2002). Наиболее плотный покров брекчии значительной длины (до 200-280 м) образовался на восточном склоне Кейреки. При извержении 12 октября 2014 г. несколько потоков брекчии двигались в северо-восточном направлении. Площадь, занятая свежей брекчией составила 0,9 га, общим объемом - 7896 м³. Вулканическая масса выбрасывалась на высоту 116-146 метров (рис. 4).



Рис. 4. Потоки свежей брекчии последнего извержения грязевого вулкана Кейреки (12.10.2014 г.)

После извержения по направлению от жерла вулкана образовались радиальные трещины. Последнее извержение грязевого вулкана Кейреки было относительно слабее прежних, но, по словам местных жителей, в результате извержения на стене одного из домов, находящихся в окрестностях вулкана, появились трещины. Существенным фактором, оказывающим нарастающее влияние на изменение не в лучшую сторону не только ландшафтных комплексов вулкана, но и всей экологической ситуации в регионе стала активная человеческая деятельность. Окружающие вулкан территории в последние десятилетия активно застраиваются, дома возводятся уже непосредственно на склонах Кейреки. Сейчас жилые постройки тесно примыкают к вулкану с западной, южной и северной стороны (рис. 3). После очередных извержений Кейреки в 2001 и 2002 гг. строительство было приостановлено, но впоследствии началось с удвоенной интенсивностью. Такая застройка близ действующих вулканов может стать губительной не только для людей, но и для самого вулкана.

В соответствии с распоряжением Президента Азербайджана И. Алиева от 15 августа 2007 года "О создании Государственного Природного Заповедника группы вулканов Баку и Абшеронского полуострова" и на основе обращений со стороны заповедника, Министерство экологии и природных ресурсов (МЭПР) 31 июля 2009 г. приступило к сносу незаконных строений на склонах Кейреки. Как отмечается в информации МЭПР, цель сноса, осуществляемого совместно с Министерством по чрезвычайным ситуациям, исполнительной властью района и местным отделом полиции, состоит в обеспечении охраны этого уникального памятника природы и защите

жителей от возможного извержения. Также МЭПР настоятельно призывает граждан воздержаться от строительства частного жилья вблизи грязевого вулкана.

Ряд грязевых вулканов Абшерона из-за попыток отдельных частных строительных фирм использовать грязевулканическую брекчию в качестве дешевого строительного материала находится перед реальной угрозой физического разрушения. Разрушение склонов и конусов грязевых вулканов в результате вывоза брекчии наблюдается на вулканах Локбатан, Ахтарма-Гарадаг, Абиха, Кечалдаг и др. Склоны вулканов активно замусориваются, превращаясь в мусорные свалки. В непосредственной близости от некоторых вулканов прокладываются дороги и коммуникации. Вследствие вышеперечисленного в регионе ухудшается экологическая обстановка, идут процессы загрязнения уникальных ландшафтов грязевых вулканов, ведущие к их деградации. Также возрастает опасность внезапного пробуждения действующих вулканов. В сложившихся условиях назрела острая необходимость разработки и принятия на государственном уровне срочных действенных мер по сохранению, восстановлению и предотвращению дальнейшего разрушения, как самих грязевых вулканов, так и специфических грязевулканических ландшафтов.

В 2002 г. Милли Меджлис Азербайджана включил 23 наиболее ярких и интересных вулкана в закон АР «Об особо охраняемых природных объектах и территориях Азербайджана». По нему они **получили статус природных памятников**, который должен способствовать решению целого комплекса задач, связанных с охраной и восстановлением разрушенных грязевых вулканов, сохранением их естественных ландшафтов, проведением научно-исследовательских работ и, наконец, с рациональным использованием продуктов жизнедеятельности грязевых вулканов Азербайджана.

Литература

1. Алиев Ад.А., Байрамов А.А., Белов И.С. и др. (2002) Активизация грязевых вулканов в новом тысячелетии // Известия НАНА. Серия наук о Земле, № 1, с. 99-104.
2. Будагов Б.А., Микаилов А.А., Омарова Х.И. (1972) Ландшафты районов распространения грязевых вулканов Азербайджана. Фонд ИГ, Баку, 258 с.
3. Будагов Б.А. (1988) Современные естественные ландшафты Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 136с.
4. Гулиева С.Ю., Кучинская И.Я., Керимова Э.Д. (2016) Антропогенное влияние на изменение экологического состояния аридных геокомплексов Азербайджана. Международная научно-практическая конференция «Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием» посвященная 20-летию журнала «Аридные экосистемы»; 20-летию вступления в силу Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием; 40-летию Конференции ООН по борьбе с опустыниванием, Труды Института геологии Дагестанского НЦ РАН, вып. 67, 24-26 ноября 2016 г., Махачкала-Волгоград, с. 42-46.
5. Исламов Д.И. (1979) Ландшафты Апшеронского полуострова: Дис. ... канд. геогр. наук. Баку.
6. Керимова Э.Д. (2010) Современное экологическое состояние природных комплексов грязевых вулканов в Азербайджане и меры по их охране и восстановлению. Материалы VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений», Владикавказ, Направление 3, секция 1, 14-16 сентября 2010.
7. Керимова Э.Д., Кучинская И.Я. (2014) Трансформация естественных ландшафтов в районах интенсивного заселения (на примере Абшерона). Сборник научных трудов "Ландшафтные и геоэкологические исследования природных и антропогенных геосистем", посвященный 80-летию со дня рождения Н.И. Дудника, Тамбов, с. 98-103.
8. Керимова Э.Д. (2015) Экологическое состояние аридных геосистем Азербайджана (на примере Абшерон Гобустанского района). Материалы V Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов», 12-16 октября 2015 года, Волгоград, 2015, с. 302-306.
9. Комплексная геологическая оценка территории (основные положения методики), М. (1997).
10. Кучинская И.Я. (2011) Ландшафтно-экологическая дифференциация горных геосистем (на примере северного склона Юго-Восточного Кавказа). Монография.
11. Омарова Х.И. (1970) Современные ландшафтные пояса Юго-Восточного Кавказа и их сравнительная характеристика: Дис. ... канд. геогр. наук. Баку, 209 с.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И СТАБИЛЬНОСТЬ АГРОЛАНДШАФТОВ

Диденко П.А.

Северо-Кавказский федеральный университет, Россия

e-mail: didenkor@yandex.ru

Ключевые слова: Агроландшафт, устойчивость, ландшафт, урочище, геосистема

Со второй половины прошлого века в обществе усилилось внимание к устойчивому развитию природы и общества. Понятие устойчивости геосистем базируется на представлениях о динамическом равновесии как формы их существования. Равновесие в современных природно-сельскохозяйственных геосистемах (агроландшафтах) определяется наличием разнообразных типов сельскохозяйственных угодий, сочетающихся с естественными биогеоценозами.

Под агроландшафтом понимается территориальная геосистема, состоящая из двух взаимодействующих подсистем – природной (ландшафтной) и антропогенной, а также набора более мелких природно-сельскохозяйственных геосистем, в совокупности решающих проблемы продовольственного обеспечения [18]. Давно известно, что сохранение природных участков, оптимальное соотношение пашни, лесов, кормовых и других угодий способствует повышению стабильности и продуктивности агроландшафтов, препятствует развитию нежелательных процессов [5], [13]. Природные территории оказывают компенсирующее влияние на упрощенные сельскохозяйственные угодья и являются местом обитания животных и птиц, полезных в борьбе с вредителями посевов. Показатель разнообразия является одним из основных критериев природообустройства ландшафтов, так как он интегрально отражает экологическое состояние территории, как с точки зрения ее видового разнообразия, так и с точки зрения наличия геохимических барьеров [2].

Для стабильного, сбалансированного развития природно-антропогенных геосистем, обеспечивающих возможность существования природы и общества в состоянии равновесия, необходима научно обоснованная стратегия развития. Выбор стратегии, которая бы равнозначно учитывала экологические, экономические и социальные критерии, позволит сформировать оптимально сбалансированный агроландшафт с заданными параметрами функционирования. Разработка проблем, связанных с устойчивым развитием, с организацией сбалансированных экологически стабильных геосистем имеет важное практическое значение. Зная реальное состояние системы можно предотвратить нарушение устойчивого функционирования. Поэтому здесь важно установление параметров, критерии которых могли бы охарактеризовать состояние агроландшафта. Такие параметры уже разработаны (табл. 1), а их внедрение на практике позволило бы снизить интенсивность деградационных процессов. Изменение параметров определяет состояние агроландшафта и риск ожидаемых опасностей.

Важное значение для успешного решения задач по оценке устойчивости агроландшафтов имеет поиск показателя, который является репрезентативным для реакции геосистемы в целом. Особую важность приобретают признаки, проявляющиеся не в каком-либо частном случае, а в системах разного типа [20].

Правильно оценить запас устойчивости геосистемы можно лишь при условии однотипного воздействия на нее [1]. Так, чувствительность ландшафтов при их сельскохозяйственном использовании рекомендуется оценивать по соотношению площадей природных и сельскохозяйственных угодий

Таблица 1.

Экологические параметры сбалансированной территориальной организации агроландшафта [9]

Показатель	Предельно допустимые экологические параметры	Оптимальные экологические параметры
Доля природных (естественных) ландшафтов в общей площади территории	не менее 35-40 % [14]	60% природных ландшафтов; 40 % преобразованных [14]
Доля пашни от площади территории	не более 60 % [12; 13]	40-45% [12; 13; 16]
Доля многолетних трав от площади пашни	не менее 30 % [7]	30-50% [7]
Доля кормовых угодий от площади сельхозугодий	не менее 30 % [15; 10]	40-50% [15; 16]
Доля лесных площадей от общей площади	не менее 10-15 % [8; 10]	15-20 % [5; 10]
Доля полезащитных лесополос от площади пашни	не менее 4-5 % [10]	7-10 % [10]
Доля орошаемых земель от площади сельхозугодий	до 20 % в сухой и полусухой зонах; до 15 % в засушливой и полузасушливой зонах [11; 19]	15-20 % в сухой и полусухой зонах; 10-15 % в засушливой и полузасушливой зонах [11; 19]
Доля селитебных территорий от общей площади	не более 10 % [12; 13]	1-3 % [15; 7]

Анализ сбалансированности сельскохозяйственной структуры и устойчивости агроландшафтов проводился на примере Чограйско-Рагулинского ландшафта степной провинции Ставропольского края. При определении ландшафта мы придерживаемся регионального понимания термина. В соответствии с региональной трактовкой под ландшафтом понимается конкретный индивидуальный природно-территориальный комплекс, состоящий из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга. При выделении ландшафтов края учитывались следующие принципы: генетический, учета азональных и зонально-провинциальных закономерностей, бассейновый, эволюционных изменений (исторический) [17]. Сравнительный анализ современной структуры угодий (табл. 2) и предельных экологических параметров в Чограйско-Рагулинском ландшафте злаковых степей позволяет сделать вывод о недопустимо высокой степени распаханности урочищ водораздельных первичных равнин (85 %). В урочищах эрозионно-аккумулятивных вторичных равнин с балочным расчленением распаханность немного превышает предельные экологические параметры и составляет 61,4 %. В урочищах равнин днищ долин со слабо расчлененными верхнечетвертичными террасами степень распаханности территории не превышает экологического норматива, равного 60 %. При экологических параметрах для степной зоны – не менее 10-15 % [8; 10], доля лесопосадок в ландшафте не превышает этот показатель. При этом доля полезащитных лесных полос составляет 0-0,6%, при необходимом параметре в 4-5 %. Хотя леса и не являются зональным типом растительности в степной зоне, при оптимальном соотношении площадей лесной, древесно-кустарниковой растительности и пахотных угодий дефляционные процессы не получают своего развития, а поверхностный сток может быть большей частью переведен в грунтовый или внутрипочвенный, что предотвращает физическую деградацию гумусового слоя почвы [9]. Повышается и экономическая эффективность земледелия. Например, в степных хозяйствах, имеющих полезащитную лесистость 3-4 %, на 29-43 % выше валовое производство продукции растениеводства, в том числе зерна на 26-42 %, по сравнению со слабооблесенными хозяйствами (в расчете на равную площадь) [21; 3].

Так как изучаемая территория характеризуется длительной историей сельскохозяйственного освоения, то естественных степных комплексов сохранилось очень мало. Естественная растительность занимает от 0,6 % до 3,9% территории. Как правило, это комплексы,

расположенные вокруг водоемов, в понижениях рельефа, по склонам балок, в труднодоступных местах.

Таблица 2.

Структура угодий в Чограйско-Рагулинском ландшафте злаковых степей, %

Урочища	Доля пашни	Доля орошаемых земель	Доля кормовых угодий	Доля полежащих лесополос	Доля лесов	Доля естественных угодий	Доля селитебных территорий
Водораздельные первичные равнины	85	-	11	0,6	1,5	2,8	0,6
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины с балочным расчленением	61,4	5,4	36	0,4	0,2	0,6	1,6
Равнины днищ долин со слабо расчлененными верхнечетвертичными террасами	10,7	2,7	79	-	0,7	3,9	6,4

Средостабилизирующую функцию на территории Чограйско-Рагулинского ландшафта выполняют лесопосадки и лесополосы, водно-болотные угодья, сохранившиеся участки степной растительности и природные кормовые угодья (пастбища, сенокосы), которые, несмотря на значительные сельскохозяйственные воздействия, все же играют важную экологическую роль.

Результаты анализа показывают, что в ландшафте эта доля недостаточна для поддержания экологического равновесия. Только в урочищах равнин днищ долин со слабо расчлененными верхнечетвертичными террасами доля таких угодий превышает 40 % (табл. 2).

Недостаточно сбалансирована и структура сельскохозяйственных угодий. В урочищах водораздельных первичных равнин и эрозионно-аккумулятивных вторичных равнин с балочным расчленением при высокой доле пашни мало пастбищных и сенокосных угодий (при экологических нормативах в 40-50 % от площади сельскохозяйственных угодий), которые являются не только кормовой базой для животноводства, но и местами обитания разнообразных животных, растений, в том числе и редких. Кроме того, травянистая растительность природных кормовых угодий при разумных нагрузках выпасаемого скота предохраняет почву от эрозии и дефляции.

Описание состояния природной среды сложно, поэтому не может идти речь о точном количественном описании. Во многих работах по устойчивости природной среды применяется балльный метод оценки. Этот универсальный способ измерения различных по качеству показателей ландшафтов, несмотря на всю его субъективность, позволяет получить интегральные оценки геосистем. Основываясь на предложенных экологических параметрах (табл. 1) и используя методику определения эколого-хозяйственного баланса [6] можно выделить следующие градации устойчивости ландшафтов: устойчивые – коэффициент устойчивости (K_y) – 0,61 -1; слабо устойчивые – K_y – 0,35-0,6; неустойчивые – K_y – 0-0,34. Чем разнообразнее ландшафт, тем он более устойчив. Выражается в большом количестве и равномерном распределении естественных биогеоценозов, природоохранных зон и особо охраняемых территорий, совокупная площадь которых составляет экологический фонд (ЭФ) территории. Чем он больше, тем выше устойчивость ландшафта. Уровень устойчивости территории зависит от распределения земель по степени антропогенной нагрузки (табл. 3). Земли, характеризующиеся высокой степенью антропогенной нагрузки, имеют низкую естественную защищенность. Если принять земли, входящие в экологический фонд с минимальной антропогенной нагрузкой за P_1 , то площади земель с условной оценкой степени антропогенной нагрузки в 2, 3, 4 балла будут составлять 0,8 P_2 , 0,6 P_3 , 0,4 P_4 (земли с самым высоким баллом АН в расчет не принимаются). Таким образом, получить суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями (P_{cf}) можно по формуле:

$$P_{cf} = P_1 + 0,8P_2 + 0,6P_3 + 0,4P_4$$

Таблица 3.

Классификация землепользований по степени антропогенной нагрузки

Виды землепользований	Степень антропогенной нагрузки	Балл
Естественные и природоохранные комплексы	Очень низкая	1
Сенокосы	Низкая	2
Пастбища	Средняя	3
Многолетние насаждения	Высокая	4
Пашня, селитьба	Высшая	5

Если соотнести площадь земель $P_{сф}$ к общей площади ландшафта P_o , то мы получим коэффициент устойчивости (K_y): $K_y = \frac{P_{сф}}{P_o}$. В силу того, что сельское хозяйство тесным образом

связано с природными условиями, сельскохозяйственные угодья, как правило, достаточно хорошо коррелируют с ландшафтной структурой. Исходная ландшафтная дифференциация всегда, так или иначе, проявляется в структуре сельскохозяйственных угодий, их территориальной организации. Поэтому, анализируя степень устойчивости, нужно рассматривать равнозначные сельскохозяйственным угодьям по площади природные территориальные структуры. Такими структурами являются урочища. Определение устойчивости на уровне ландшафта отражает только средние показатели устойчивости. На основе анализа коэффициента устойчивости проведено ранжирование урочищ Чограйско-Рагулинского ландшафта по степени устойчивости их территориальной структуры (табл. 4). Урочища водораздельных первичных и эрозионно-аккумулятивных вторичных равнин с балочным расчленением характеризуются как неустойчивые, с коэффициентом устойчивости (K_y) 0,09 и 0,2. Равнины днищ долин со слабо расчлененными верхнечетвертичными террасами имеют коэффициент устойчивости 0,5, что позволяет отнести их к категории слабо устойчивых

Таблица 4.

Коэффициент устойчивости Чограйско-Рагулинского ландшафта

Урочище	Площадь со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$), %	Коэффициент устойчивости (K_y)
Водораздельные первичные равнины	9,5	0,09
Эрозионно-аккумулятивные вторичные равнины с балочным расчленением	25,4	0,2
Равнины днищ долин со слабо расчлененными верхнечетвертичными террасами	56	0,5

Если же рассчитывать степень устойчивости для ландшафта в целом, то коэффициент устойчивости будет составлять 0,2, что дает округленное представление функционирования.

Чограйско-Рагулинский ландшафт не отличается устойчиво сбалансированной территориальной структурой. Это связано с высокой распаханностью территории, низкой долей древесно-кустарниковой растительности, природных систем в структуре земельных угодий. В результате наблюдается высокая степень эродированности сельскохозяйственных угодий [4].

В системе мероприятий по обеспечению экологической устойчивости агроландшафтов должен быть предусмотрен широкий круг мелиоративных мероприятий: от адаптивных, предусматривающих минимальное антропогенное воздействие на агроландшафт, до природообустроительных (оптимизация водного, теплового и других режимов почвы). Существующая структура землепользования может быть оптимизирована в следующих направлениях: 1. Сокращение площади пахотных угодий как минимум до 60 % от площади земель

за счет вывода из пашни и перевода в сенокосно-пастбищные угодья земель, подверженных слабой степени эрозии; земли, подверженные средним и сильным процессам дефляции, необходимо вывести из хозяйственного пользования. 2. Увеличение площади защитных лесополос на распаханых территориях до 4-7 %. Оптимальное расстояние между полезащитными лесополосами в сухой степи, располагающимися перпендикулярно господствующим ветрам, равно 200-300 м, ширина лесополос - 10-15 м (3-4 ряда) при ажурной конструкции [21; 10]. Помимо пахотных земель, необходимо создание новых и улучшение состояния существующих защитных лесополос вдоль существующей гидрографической сети, вокруг селитебных территорий, водозаборов, вдоль дорог. 3. Залужение заброшенных залежей. 4. Создание стенных резерватов (зон покоя), занимающих до 10 % от общей площади пастбищных участков. 5. Развитие сети степных ООПТ. Таким образом, использование показателей устойчивости позволяет контролировать и, при необходимости, корректировать структуру землепользований. Оценка устойчивого развития дает представление о «жизнеспособности» агроландшафта, позволяет выделить зоны экологического риска.

Литература

1. Арманд Д.Л. Механизмы устойчивости геосистем. – М.: Наука, 1992. – 208 с.
2. Бунина Н.П., Шабанов В.В. Многокритериальный подход к оценке продуктивности и устойчивости агроландшафта // Природообустройство и рациональное природопользование - необходимые условия социально-экономического развития России. Сборник трудов МГУП – Москва, 2005. – С. 314-318.
3. Горбачев В.Н., Куприянов А.Н. Искусственные элементы экологического каркаса Кулундинской равнины // Кулундинская степь: прошлое, настоящее, будущее: Мат-лы научно-практ. конф. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2003. - С. 35-41.
4. Диденко П.А., Шальнев В.А. Проектирование устойчивого агроландшафта // Аграрная география в современном мире: сборник научных трудов. - Краснодар, изд-во Куб. гос. ун-та, 2014. – С. 67-70.
5. Докучаев В.В. Сочинения. Преобразование природы степей. Работы по исследованию почв и оценке земель. Учение о тональности и классификация почв (1888-1900). - Том VI. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951 - 596 с.
6. Кочуров Б.И., Иванов Ю. Территориальный баланс состояния природы и хозяйства (на примере Московской области и Усть-Коксинского района Горного Алтая) // Природа и люди. - 1997, № 6. С25-29.
7. Макевнин С.Г., Вакулин А.А. Охрана природы. - М.: Агропромиздат, 1991.- 127 с.
8. Молчанов А.А. Оптимальная лесистость (на примере ЦЧР). - М.: Наука, 1966.- 126 с.
9. Орлова И.В. Динамика и сбалансированность структуры землепользования приграничных степных районов Западной Сибири // Степной бюллетень, 2007, № 21-22. – С. 45-50.
10. Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Симоненко А.П. Кулундинская степь: проблемы опустынивания. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2003. - 138 с.
11. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Энергетические природно-зональные показатели и перспектива их применения в мелиорации // Мелиорация и водное хозяйство, 1993, № 1. - С. 3-5.
12. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. - 637 с.
13. Реймерс Н.Ф. Экология. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
14. Реймерс, Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. - 224 с.
15. Рюмин, В.В. Подходы к нормированию структуры антропогенных ландшафтов // Оптимизация геосистем. Иркутск: Изд-во ИГ СО АН СССР, 1990. 3-11.
16. Синещеков В.Е., Южаков А.И. Условия стабильного функционирования агроландшафтов юга западной Сибири // География и природные ресурсы, 2005, № 1. 85-90.
17. Шальнев В.А. Ландшафты Ставропольского края. – Ставрополь, изд-во Ставро. гос. ун-та, 1995.
18. Шальнев В.А., Диденко П.А. К вопросу об изучении структуры агроландшафта // Вестник Ставропольского ун-та. - 1997. – Вып.12. - С. 37-43.
19. Шумаков Б.Б., Кирейчива Л.В. Экологические аспекты на орошаемых землях // Вестник РАСХН, 1994, № 4. 20-25.
20. Экосистемы в критических состояниях / Под ред. Ю.Г. Пузаченко. - М.: Наука, 1989. - 155 с.
21. Яшутин Н.В., Бивалькевич В.И., Иост Н.Д. Системное земледелие. - Барнаул: изд-во ОАО «Алтайский полиграфкомбинат», 1996. - 392 с.

ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ И ФОРМЫ ИХ НЕГАТИВНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ НА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Карапетян Г.М.^{1*}, Карапетян Д.Г.²

¹Док. геогр. наук, профессор, Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна,

²Магистр, Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна, **Армения**

*e-mail: kartimat.74@mail.ru aspu.am@aspu.am

На современном этапе развития природно-техногенных геосистем РА на ряду с природными наблюдается также интенсивное вмешательство в их динамику антропогенных факторов, спровоцирующих многие негативные процессы и явления. Использование естественных ресурсов горных геосистем в различных сферах производства, проектирование и строительство автомобильных и железных дорог, проведение линий электропередач, газопроводов и нефтепроводов, еще больше усиливают напряжение в развитии спонтанных процессов и явлений, приводя к возникновению гравитационных (оползни, обвалы, просадки) водно-эрозионных (флювиальных, денудационных) и многих других негативных явлений. В отличие от природных, антропогенные факторы, как по характеру, так и темпам развития, проявляются несколько различно, и как правило, имеют свойственные им параметры измерения, свои особенности выражения и продолжительности. Они на разных участках этих геосистем могут проявляться как азонально, приуроченные главным образом к той или иной местности, так и иметь определенные закономерности распространения, обусловленной общими тенденциями их использования в хозяйственных целях. Здесь необходимо учитывать и то, что проявления антропогенных факторов могут носить как временный, так и постоянный характер.

Ключевые слова: природно-техногенные геосистемы, агрофакторы, технофакторы, негативные процессы, временный фактор, антропогенные факторы.

На современном этапе развития территории республики Армения наряду с природными факторами наблюдается так же интенсивное вмешательство в их динамику антропогенных факторов, провоцирующих многие негативные процессы и явления. Все возрастающими темпами усложняется так же взаимодействие антропогенных и природных факторов. В процессе использования естественных ресурсов речных долин в различных сферах производства, а так же проектирование и строительство автомобильных и железных дорог, еще больше усилило напряжение в развитии спонтанных процессов и явлений. Проектирование и строительство, как например, железной дороги Иджеван-Дилижан внесло значительные изменения в динамике склонов и поймы долины р. Агстев.[1] Эти изменения зачастую привели к возникновению и активизации многих негативных явлений, таких как гравитационных – в виде оползней, обвалов, просадок, флювиальных, денудационных, аккумуляционных процессов и т.д.

Многосторонность вышеупомянутых проблем, продиктовала необходимость дифференциации полевых и камеральных работ на разных стадиях их проведения. В ходе полевых работ особое значение имели так же натурные измерительные работы и вычисления различных параметров воздействия антропогенных факторов на ход природных процессов. Эти работы в различных участках долин Памбак, Дзорагет, Агстев, Воротан проводились несколько различно. В Дилижанском, Агардзинском и Урасарском районах, а так же в районе с. Фиалетово исследовательские работы проводились более детально и в крупном масштабе - от 1 : 1 000 до 1 : 10 000. В отличие от природных, антропогенные факторы в упомянутых выше долинах как по характеру, так и темпами развития проявляются несколько различно, и как правило, имеют

свойственные им параметры измерения, особенности выражения и продолжительности действия. Антропогенные факторы на разных участках этих долин могут проявляться как азонально, приуроченные, главным образом, к той или иной местности, или иметь определенную закономерность распространения, обусловленной общими тенденциями использования данных участков. Здесь необходимо было учитывать и то, что проявление антропогенных факторов могут носить как временный так, и постоянный характер. Более того, один и тот же фактор в одних случаях может воздействовать **временно**, в других-**постоянно**, и следовательно, их проявление может также иметь как позитивные, так и негативные последствия. Все это свидетельствует о том, что в настоящее время почти для всех эрозионно-тектонических долин РА особое значение приобретает вопрос рационального использования природных богатств для различных назначений [1]. Поставленные цели в значительной степени предопределили и основные методы наших полевых исследований. При выборе методов исследований предпочтение было дано картографическому, которые позволили нам фиксировать современное состояние использования территории в различных отраслях хозяйства, и констатировать способы обработки пашен, садов, террасированных склонов, использование пастбищ и т.д. Особое внимание было уделено так же застроенной части территории этих долин. И при рассмотрении инженерно-географических аспектов охраны территории от отрицательных воздействий антропогенных факторов было необходимо, в первую очередь оценить современное состояние использования территории и возможные ее изменения под воздействием этих же факторов, в частности, формирования и развития природно-территориальных и экологических геосистем, влияния многолетней деятельности человека на их среду и т.д. Учитывая все это, в ходе работ, в первую очередь, были выделены основные сферы и характер деятельности человека на определенных участках этих долин. В этом контексте, было необходимо выделение две основные по характеру деятельности агро-и-техно.

Агродеятельность в долинах проявляется несколько различно, что было обусловлено спецификой использования различных их участков для различных с/х целей. А **технодеятельность**, как известно, было связана с использованием территории в строительных целях.

Для более детального изучения специфики использования территории в сельскохозяйственных и строительных целях нами были составлены специальные крупномасштабные аналитические карты, на которых отображались виды использования отдельных участков территории в определенных экономических целях. Поскольку бассейн р. Агстев, Дзорагет, Гетик, Воротан в целом характеризуется как аграрный регион республики, то на карте сначала нами были отображены основные с/х угодия, т.е. участки, которые используются в сельскохозяйственных целях. Следовательно, на карте способам качественного фона были отображены: пашни, многолетние насаждения (питомники, декоративные парки), плодовые сады, виноградники, теплицы, пастбища и сенокосы, заповедные леса, кустарники, редколесья, террасированные склоны (используемые в с/х обороте), необрабатываемые земли.

В зависимости от специфики использования пашен, они так же были подразделены на две группы: **1. орошаемые** и **2. неорошаемые (богорные)**. Выделение этих двух категорий имело существенное значение при исследований интенсивности процессов эрозии и смыва почв на обрабатываемых участках горных территории. Более того, нами были подсчитаны так же частота орошения и необходимые объемы орошаемых вод с расчетом на один га, в один вегетационный период. Учитывая то, что значительную площадь территории занимают приусадебные участки, то они так же были сгруппированы на орошаемые и не орошаемые. Все это естественно, дало нам возможность установить интенсивность и масштабы распространения процессов эрозии и смыва почв на склонах непосредственного воздействия агродеятельности человека.

Особое внимание было уделено так же вовлеченных в с/х оборот после террасирования крупных склонов гор и долин. Именно такие территории претерпели значительные антропогенные преобразования, с нарушением не только гидрологического режима и гравитационных условий,

но и ландшафтов в целом. В горных природно-техногенных геосистемах РА в связи с проектированием и строительством многочисленных инженерных объектов, линейных коммуникаций значительно возрасла так же роль техногенных факторов, ибо объем строительных работ привел к нарушению микросейсмических и гравитационных условий на значительной части этих территорий. Исследование характера застроек и их значительности в системе преобразования ландшафтов долин, техногенные объекты сгруппировались следующим образом: **I. Гидротехнические сооружения.** Здесь выделялись 1. водохранилищ питьевых и оросительных вод, 2. дренажных тоннелей, 3. искусственных водоемов (прудов), 4. берегоукрепительных сооружений, 5. открытых оросительных каналов, 6. кооптированных родников. **II. Линейные коммуникационные сооружения:** 1. железные дороги, 2. автодороги, с указанием вида категорий и покрытия, 3. улучшенные грунтовые дороги, 4. естественные грунтовые дороги, 5. автодорожные и железнодорожные мосты, 6. железнодорожные тоннели, 7. подпорные стены к магистральным коммуникациям, 8. насыпи, 9. выемки.

Часть гидротехнических работ, как уже было отмечено, были связаны с с/х деятельностью человека. Наблюдения показывают, что специфика проявления гидротехнической деятельности человека на этих участках довольно различна. На незастроенной части территории гидротехническая деятельность была связана главным образом с орошением, обводнением, иногда и с осушением отдельных территорий. Немаловажное значение имеют так же типы и формы застройки территории. От форм застроек зависит степень их воздействия на ландшафты горных экосистем. С этой целью выделены так же городские и сельские строения, специальные застройки таких как заводов, фабрик, мастерских, санаторий, домов отдыха, турбаз, спортивных сооружений и т.д. Основная часть этих сооружений расположена на склонах различной крутизны и экспозиции. Их строительство было связано с большими объемами грунтовых работ на этих склонах, что, как правило, привело к нарушению естественного гравитационного равновесия данных склонов. С учетом этих обстоятельств были подсчитаны объемы выемок и насыпов как при строительстве магистральных коммуникациях (автодорог, железных дорог и оросительных каналов) так и для отдельных инженерных сооружений. Как уже выше отмечено, целью наших исследований явилась не только констатация сфер деятельности антропогенных факторов, но и выявление и картографирование степени воздействия этих двух основных групп факторов (агро- и техно) на ход развития ландшафтов крупных речных бассейнов республики. Посредством стационарных натурных наблюдений были выявлены характер, масштабы и географическое распространение ряда нежелательных процессов и явлений, возникновение которых связано, в основном, со строительной деятельностью человека. Констатация развития и изменения ландшафтов с учетом перспективного их использования не будет полноценным, без должной увязки природных и антропогенных факторов, их обусловленности и взаимосвязи. Следовательно, отрицательные воздействия антропогенных факторов на среду рассматривались в их взаимосвязи, поскольку в совокупности они усиливают друг-друга и оказывают неблагоприятные влияния на преобразование ландшафтов в целом. Нам кажется, что именно поэтому для полноценной и достоверной характеристики происходящих изменений на этих территориях РА, под совокупным воздействием антропогенных факторов, необходимо на одной карте отображать как сами факторы-агенты, так и последствия их воздействия в связи с их функционированием в пространстве и во времени. Принимая во внимание выше сказанное, процессы и явления на карте нами подразделены на следующие группы: **1. Процессы и явления, возникновение и распространение которых связано с агродеятельностью человека.** **2. Процессы и явления являющиеся результатом технической деятельности человека.** Наблюдения показывают, что агрогенные негативные процессы и явления проявляются в основном на участках, отведенных для сельскохозяйственных работ. Наблюдения показывают, что в исследуемых долинах почти все обрабатываемые земли (пашни) зачастую так же сады, огороды и пастбища орошаются с различной частотой и объемом орошаемых вод. В зависимости от экспозиции склонов и характера

возделываемых с/х культур одни участки орашаются довольно часто, другие намного реже. Наиболее интенсивно орашаются участки, расположенные в Иджеванском, Туманянском и Ноемберянском районах, в частности, в нижнем течении рек Дебед и Агстев, расположенных в основном в семиаридном и аридном климатических поясах. Относительно реже поливаются с/х угодья, расположенные в верховьях р.Ташир, Дзорагет, Памбак, Гетик. На всех этих участках господствующими являются процессы ирригационной эрозии почв. Однако их интенсивность в зависимости от вышеуказанных факторов на разных участках различна. На этих территориях нами выделены: 1. Участки интенсивной ирригационной эрозии на умеренно крутых склонах и слабонаклонных плато. 2. Участки с менее интенсивной ирригационной эрозией. Выделение этих категории осуществлялось с учетом приуроченности их вспахиваемых участков, способов вспашки и характера возделываемых культур: 1. Участки, охваченные струйчатой и бороздовой эрозией на пологих и умеренно крутых склонах различной экспозиции и занятые молодыми насаждениями. 2. Слабая струйчатая эрозия на пологих и умеренно крутых склонах, занятых молодыми насаждениями. 3. Участки интенсивного плоскостного смыва на пологих и слабо наклонных склонах, в следствие постоянной вспашки и полива. Эти участки, за один вегетационный период вспахиваются несколько раз и орошаются неоднократно. Эти участки расположены на весьма различных высотах, экспозициях и крутизнах склонов. 4. В долинах р. Агстев, Гетик, Памбак, Дзорагет из-за большой крутизны склонов местами в естественных их формах они не могут использоваться в с/х цели. Для вовлечения их в с/х оборот необходимо проведение большого объема мелиоративных работ. Одни из них – террасирование склонов. Террасирование и подрезка склонов, очевидно, привело к нарушению не только первоначальных форм склонов, но и их гравитационных условий. 5. Участки интенсивного гравитационного сноса и линейной эрозии на крутых мало задернованных склонах в связи с нерациональной пастбой скота. 6. Нерациональное использование особенно мало задернованных пологих и крутых склонов привело к активизации процессов поверхностного смыва и зачастую, так же к струйчатой эрозии. 7. В крупных долинах РА значительную площадь занимают заповедные леса, заказники, национальные парки, где пока еще мало проявляются агрогенные факторы. Однако наблюдения показывают, что и на этих участках в настоящее время все чаще и чаще встречаются отдельные местности, где в той или иной степени стали сказываться так же эти факторы. Хотя на этих участках господствуют, главным образом, природные экзогенные факторы, однако процессы связанные с антропогенными факторами дают о себе знать на поймах рек, на нижних припойменных участках склонов этих долин. Группа факторов оказывающих воздействия на гравитационное и микросейсмическое состояние склонов, главным образом связаны с проектированием и строительством так же промышленных, жилищных, коммунальных, за последнее время и курортных, туристических объектов и т.д. В зависимости от субстрактных особенностей и крутизны склонов, вмешательство в гравитационные условия территории выражается довольно различно и своеобразно. В этом контексте довольно резко выделяются долины р. Памбак, Дебед, Воротан и Агстев. В этих долинах на ход преобразования ландшафтов технофакторы могут иметь как непосредственное, так и косвенное влияние. В долинах р.р. Дебед и Агстев, гравитационная устойчивость и равновесие склонов нарушены больше чем в долинах Дзорагет, Арпа, Гетик, Мегри, что было связано с возведением здесь различных строительных сооружений, ряда коммуникации к ним и курортной индустрии.

В ходе работ по изучению вмешательства антропогенных факторов в гравитационные условия склонов стало очевидно, что разграничение прямых и опосредственных воздействий технофакторов на определенные территории долин довольно сложно. Дело в том, что в таких горных крупных долинах, как долины р. Агстев, Памбак, Дебед, Воротан тесно может сочетаться взаимосвязь факторов с их последствиями. Принимая это во внимание, в ходе исследований нами сначала были изучены и картографированы все общественные и индивидуальные строительные объекты и сооружения, и только затем, те комплексы нежелательных процессов или их

разновидности, которые наблюдаются в связи с наличием инженерных сооружений на этих склонах. В тех случаях, когда исследования проводились в достаточно крупных масштабах (1 : 5000, 1 : 10 000) то желательным было весовые категории инженерных сооружений сгруппировать следующих градациях: Инженерные сооружения имеющие вес

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. до 1000 тонн | 3000- 5000 |
| 2. 1000- 2000 | 5000- 10 000 |
| 3. 2000 – 3000 | 10 000 и более |

Очевидно, что степень нарушения естественного равновесия склонов при различных условиях крутизны может зависеть именно от весовых категорий этих сооружений. Подобная попытка нами была предпринята при изучении застроенной части города Дилижан [5]. Выделение этих весовых категорий зданий осуществлялось так же с учетом общей морфологии склонов застроенной территории, куда входили общественные строительные объекты и индивидуальные строения жилых домов. Подсчеты весов этих сооружений проводились согласно ныне действующим строительным нормативам. Нарушение естественных гравитационных условия склонов могут быть нарушены не только возведением и функционированием на них строительных объектов, но и в связи с осуществлением на них разных объемов выемок и насыпов грунта. Исследования показывают, что эти объемы составляют от 600 м³ до 8000 м³ и более. На составленной нами карте они сгруппированы и отображены на картах следующим образом: 1. до 600 м³; 2. 600-1200 м³; 3. 1200-3000 м³; 4. 3000-8000 м³; 5. 80 000 м³ и более.

В небольших по размерам долинах преобладают в основном выемки и насыпи с объемами грунтов от 600 - до 1200 м³, которые естественно, мало могут воздействовать на естественный ход развития процессов и явлений [5]. В крупных эрозионно-тектонических долинах нарушение естественного гравитационного равновесия склонов может происходить вследствие вмешательства технофакторов указанными выше способами [1,5]. Очевидно, с ними связано возникновение многочисленных обвалов, оползней, просадок и подобных отрицательных процессов и явлений, которые приурочены, главным образом, к подрезанным склонам, на которых сравнительно больше проведены различные строительные работы. В связи со строительными работами и эксплуатацией различных инженерных сооружений и линейных коммуникаций нарушается так же микросейсмическое состояние склонов.

Наблюдения показывают, что микросейсмическое состояние склонов нарушается особенно в процессе строительных работ. В одних случаях эти нарушения могут быть вызваны разного рода взрывными работами, а в других в процессе эксплуатации, и функционирования этих объектов и коммуникации. В этом контексте нами выделены железные дороги, автомагистрали, фабрики, заводы и т.д. Есть вибрация во многих предприятиях гг. Ванадзор, Степанаван, Алаверди, Дилижана, Иджевана и т.д. Большое количество взрывных работ во время строительства, например, железной дороги Иджеван-Дилижан-Раздан, перегруженная авто-магистраль Дилижан - Ноемберян привели к значительному нарушению естественного микросейсмического состояния склонов долины Агстев. Все эти натурные наблюдения позволили нам выделить следующие неустойчивые участки: 1. Участки усиленных вибрационных явления в связи эксплуатацией магистральных коммуникации. 2. Менее интенсивные вибрационные явления. 3. Вибрационные явления на предприятиях в связи с их функционированием. 4. Вибрационные явления в связи с эксплуатацией железной дороги Иджеван -Дилижан-Раздан. Следует иметь в виду и то, что все рассматриваемые выше антропогенные факторы могут иметь, как постоянный, так и временный (иногда и периодический) характер. Так например, гидрологическое вмешательство всегда имеет постоянный характер (в связи с непрерывной обработкой с/х угодий и водоснабжением населенных пунктов). Это вмешательство вместе с сопутствующими с ними негативными процессами следует исследовать детально и глубоко. Несоблюдение режима орошения и норм полива на обводняемых участках непременно приведет к еще большему разрушению дернины и почвенного покрова, возникновению линейных очагов эрозии на склонах,

к просадкам и оползневым явлениям. Утечки вод из систем питьевых и технических вод так же способствуют возникновению процессов глубинной эрозии и денудации особенно на тех участках, где существуют погребенные источники и утечки из водопроводов. Большинство обследованных в настоящее время оползневых явлений есть результат антропогенного вмешательства в механизм их возникновения и распространения. Наблюдается и такая закономерность, активнодействующие оползни развиваются, главным образом, на застроенных участках долины р. Агс-тев, Гетик, Арпа. И по масштабам проявления, и скорости перемещения они приобладают над теми, которые расположены на незастроенной части территории. Все это естественно, требует разработки и применения различных методов исследований, применительных к подобным антропогенно-перегруженным крупным долинам территории республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Карапетян, А. Г. Карапетян - К методике прогнозирования экологического риска в горных котловинах при использовании их территории в хозяйственных целях (на примере северных регионах РА). Ереван, 2008 г.с. 205-208
2. Л. А. Валесян, А. В. Хоецян - О некоторых последствиях воздействия антропогенных факторов на природные ландшафты РА. В сб. Устойчивое человеческое развитие и Армения. Ереван, 1997 г. стр. 7-13.
3. Ф. С. Геворкян - Горные котловины Армении как морфодинамические системы. Ж. « Геоморфология» АН СССР, N 3 1991, стр. 40-49.
4. К. А. Гулакян, Г. Д. Саакян - Оползневые явления. В. кн. Геология Арм. Сер. Т. 1, Геоморфология. Изд. АН Арм ССР, Ереван 1962г. стр. 375-380.
5. Г. Карапетян, А. Карапетян - Специальная картография (Принципы, цели, сферы применения), Изд. Лимуш, Ереван, 2013, 140 с.

SUMMARY

MAIN SPHERES OF IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS AND THE FORMS OF THEIR NEGATIVE DISPLAY ON THE NATURAL-TECHNOGENIC LANDSCAPE OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

Karapetyan Gevorg M., Karapetyan Diana G.

Armenian State Pedagogical University, Armenia

e-mail: aspu.am@aspu.am

In the current stage of the development of natural-technogenic geosystems in the Republic of Armenia, together with the natural interference, the anthropogenic factors as well are observed as intensively interfering in the dynamics of the above-mentioned systems.

The exploitation of natural resources of mountain geosystems in a variety of industrial production, as well as, motorway and railroad design and construction, power-line, gas and oil pipeline construction contribute to the increased tension and development of spontaneous processes and phenomena resulting in gravity-based (landslide, landslip, subsidence), water-erosion-based (fluvial and denudational phenomena), and many other types of negative phenomena.

Unlike the natural phenomena, the anthropogenic factors both by their nature and cadences of development are manifested in different ways; consequently, as a rule, the parameters of measurement that are typical of them are distinguishable by their occurrence and duration.

The field work carried out by us evidences that, while studying the impact of anthropogenic factors on the natural environment of mountain geosystems, first of all we should pay special attention to the spheres and nature of human activities on certain terrains. Within this context, the following two types of human activities have been highlighted from the perspectives of the typology of anthropogenic factors: agrogenic and technogenic.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДИНАМИКА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В АГРОЛАНДШАФТАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Мухин Г.Д

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет, Москва, Россия*

e-mail: gd_mukhin@rambler.ru

Климатические изменения последних десятилетий заметно проявляются в Европе. На территории Европейской части России в пределах 50-60° с.ш. метеорологические данные подтверждают повышение среднегодовой температуры за 20-й век на 1,-1,5°С, в сочетании с повышением количества осадков в летний период. В период исследованного автором теплого тренда (1970-2012 гг.) изменения климатических показателей были еще более существенны: в регионах центрального и южного Нечерноземья среднегодовая температура воздуха выросла на 1,5-2°С. Выявлена четкая связь между ростом среднегодовой температуры и урожайностью зерновых культур – коэффициент корреляции в некоторых регионах достигает 0,6-0,75. Вместе с тем, благоприятный для продуктивности земель климатический тренд совпал с масштабным сокращением площадей обрабатываемых земель, вызванных экономическими причинами в нечерноземных регионах и на юго-востоке ЕТР. Посевные площади всех сельскохозяйственных культур в Нечерноземье с 1990 по 2014 гг. сократились более чем в два раза с 28,8 до 13,3 млн.га, посевные площади зерновых культур - с 13,4 до 7,3 млн.га, а в целом в Европейской России посевные площади сократились на 33%, с 87,0 до 59,0 млн.га. Таким образом, изменение климатических показателей вступает в противоречие с сокращением посевных площадей зерновых. Линейные тренды урожайности зерновых по большинству районов имеют положительный рост, исключение составляют несколько областей таежной зоны с бедными почвами, где снижение агротехнического уровня не компенсируется за счет потепления, а также регионы рискованного земледелия юго-востока ЕТР. В целом в нечерноземных регионах выбытие земель из сельскохозяйственного оборота представляется чрезмерным, за исключением заведомо непродуктивных земель. С учетом потепления климата необходимо возвращение в оборот не менее 40% заброшенных земель в регионах с относительно высоким плодородием почв. При возвращении сельскохозяйственных земель в оборот необходимо учитывать природные и социально-экономические факторы производства каждого региона, причем приоритетными являются качество земель и климатические изменения. Возвращение в оборот продуктивных земель представляется актуальной задачей устойчивого землепользования Нечерноземья, а климатические изменения являются для этого благоприятным фоном.

Ключевые слова: климатические изменения, посевные площади, агроландшафты, Нечерноземье, продуктивность земель

Современные глобальные климатические изменения по-разному проявляются на субрегиональном и региональном уровне Северной Евразии. На территории Европейской части России в пределах 50-60° с.ш. метеорологические данные подтверждают повышение среднегодовой температуры за 20-й век на 1,-1,5°С, в сочетании с повышением количества осадков в летний период. На этом общем вековом фоне проявлялись существенные различия динамики климатических показателей как по отдельным регионам, так и разнонаправленные климатические тренды в разные временные периоды. Так, в большинстве регионов центральной и северной части Европейской территории России с 70-х гг. прошлого века практически до настоящего времени отмечается устойчивый тренд потепления, которому предшествовал в 1950-

1970 гг. период относительного похолодания [4,6]. В период теплого тренда в предшествующих исследованиях автора показана несомненная связь между ростом температурных показателей и урожайностью зерновых культур. Коэффициенты корреляции между показателями среднегодовых температур по отдельным метеостанциям и нормальной урожайностью составляют 0,45-0,75 [2, 3, 5]. Коэффициенты корреляции между выровненной урожайностью и количеством осадков колеблются в интервале от 0,35 до 0,65 в зависимости от влагообеспеченности региона. Во второй половине теплого климатического тренда с 1970 по 2014 гг. произошли масштабные изменения в сельскохозяйственном землепользовании. В течение этого периода с началом рыночных реформ (1991-1992 гг.) и дефицитом финансовых ресурсов произошло незапланированное, обвальное сокращение площади обрабатываемых земель. Наиболее существенно этот процесс затронул нечерноземные регионы северной половины Европейской территории России. В целом на территории Европейской России посевные площади всех сельскохозяйственных культур сократились на 28,5 млн.га, или 33%. В Нечерноземной зоне – на 15,6 млн.га, или на 54%.

Территориальная дифференциация сокращения площади посевов по регионам, федеральным округам и природным зонам показана на рис.1.

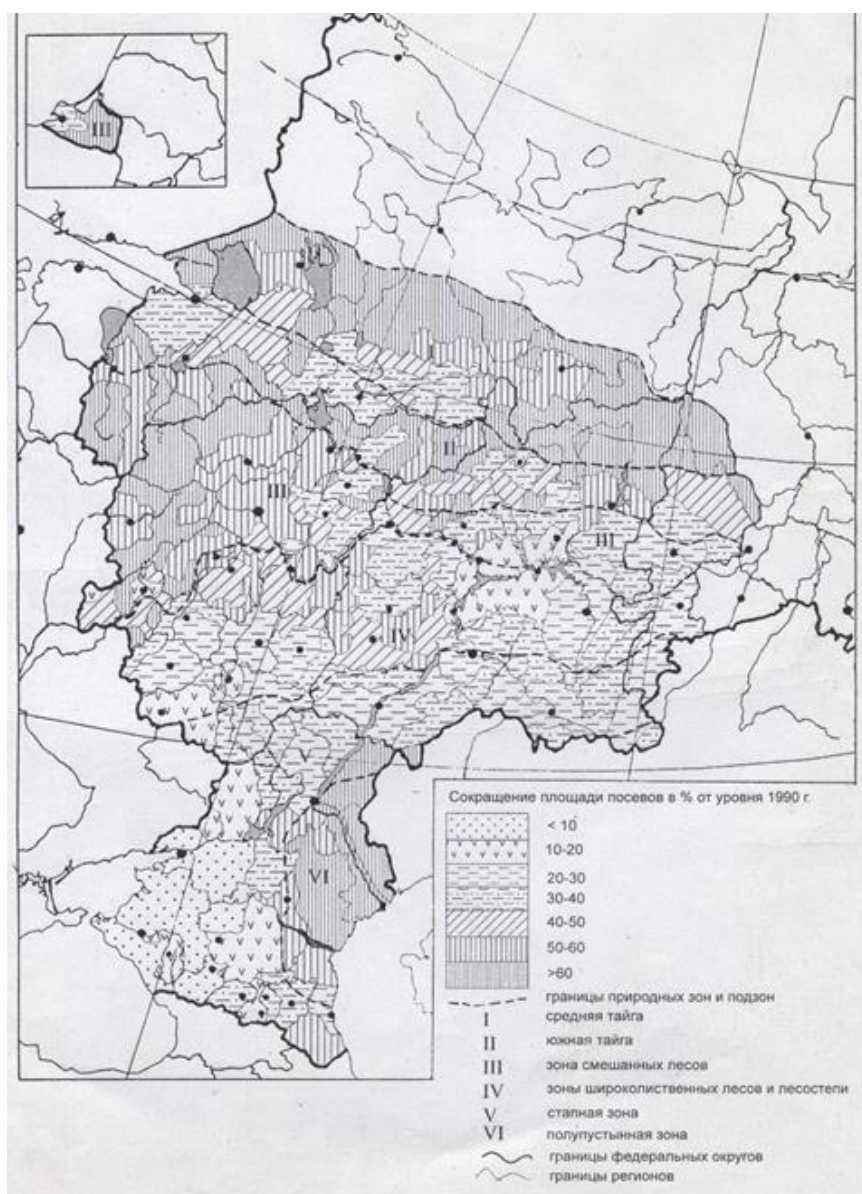


Рис.1. Динамика посевных площадей в Европейской России с 1990 по 2014 гг

Наибольшее относительное сокращение площади посевов (на 50%, 60% и более) произошло в агроландшафтах таежной зоны и зоны хвойно-широколиственных лесов с наименьшим почвенно-агроклиматическим потенциалом. Относительное сокращение площади посевов в агроландшафтах зоны широколиственных лесов и лесостепной зоны не превышает 30-40%. В степной зоне преобладают ареалы с сокращением площади посевов на 20-30%. В аридных агроландшафтах нижнего Поволжья сокращение площади посевов достигает 60% и более. В структуре посевов наибольшие изменения произошли в площади зерновых культур. Посевные площади зерновых культур, имеющих наибольшее товарное значение сократились в Нечерноземной зоне с 13,4 до 7,3 млн.га [1, 2, 7]. Наибольшие относительные потери посевных площадей зерновых культур произошли в регионах среднетаежной и южнотаежной зон. Так, в республиках Карелия, Коми, Архангельской области, в северных районах Кировской, Свердловской областей, Пермского края, в северо-западной части Вологодской области, восточной части Ленинградской области практически перестали возделывать зерновые. В половине и более районов Псковской, Новгородской, Тверской, Смоленской областей посевы зерновых сократились более, чем на 90% (рис.2).

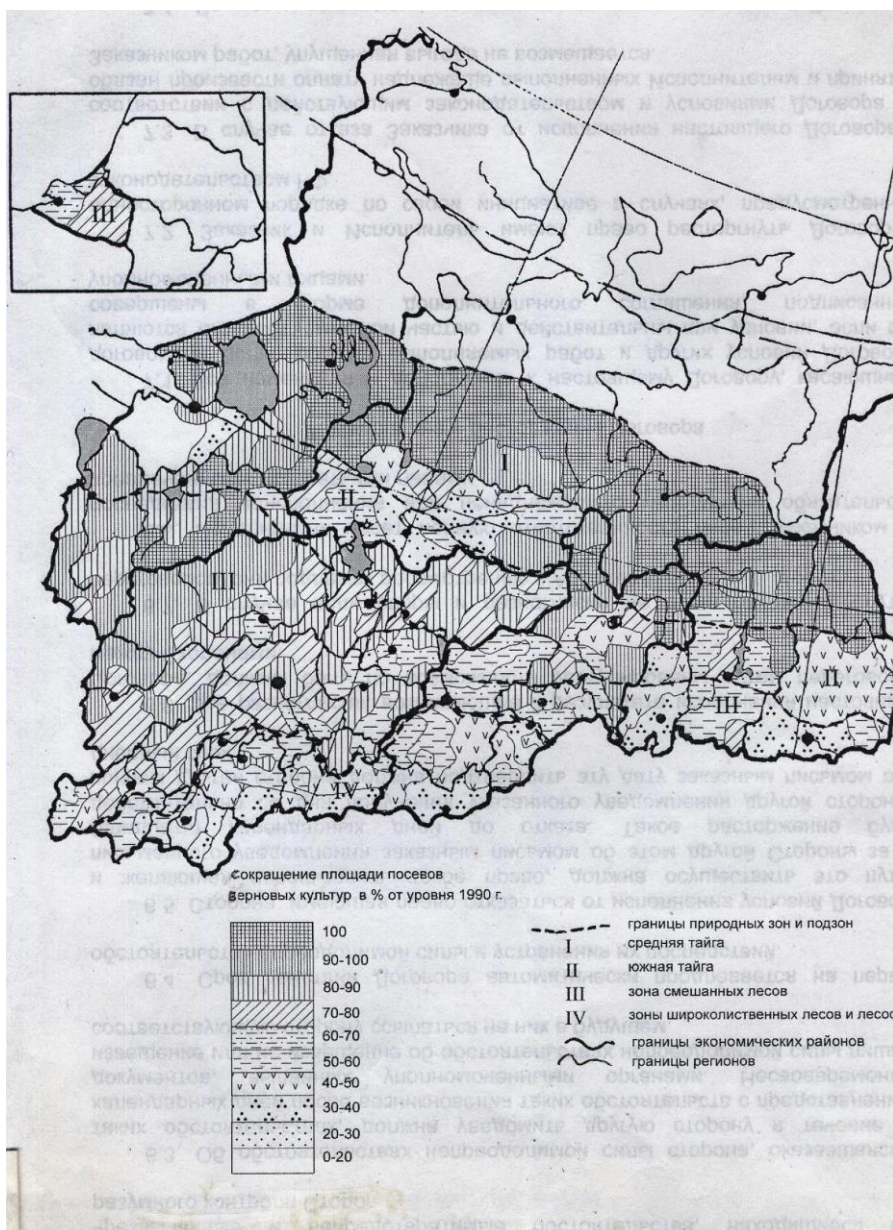
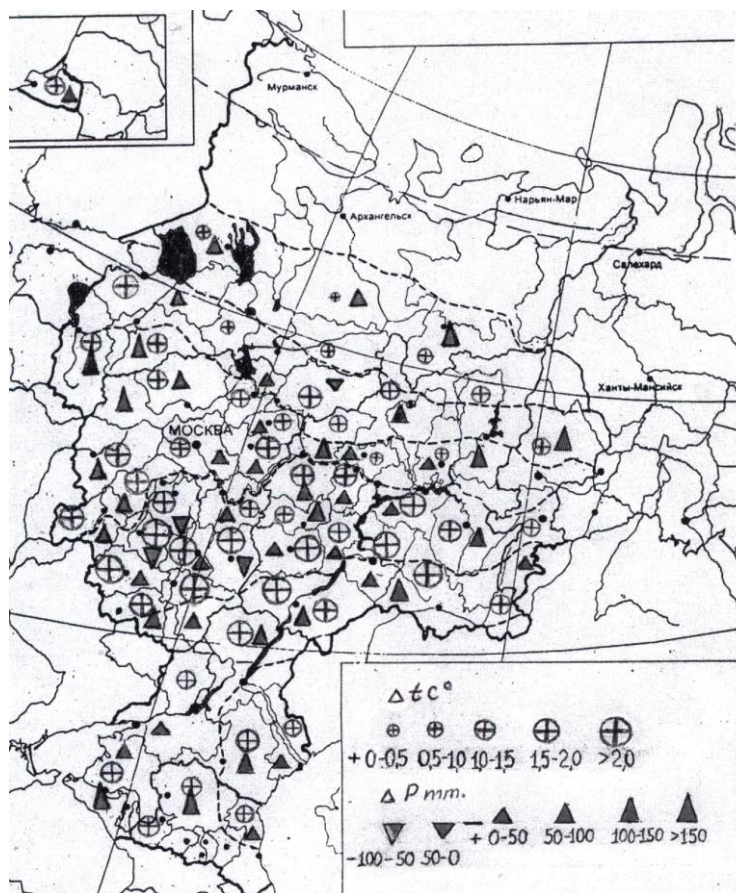


Рис.2 Динамика посевных площадей зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части России с 1990 по 2014 гг.

Относительное сокращение посевных площадей зерновых культур в зоне хвойно-широколиственных лесов (Брянская, Калужская, Московская, Орловская, Тульская, Рязанская, Владимирская области, республики Мордовия, Чувашия и Удмуртия, Пермский край) не столь значительно и составляет в среднем 50-60%. Однако в абсолютном выражении, ввиду их высокой земледельческой освоенности, выбытие посевных площадей зерновых культур за исследуемый период здесь наиболее значительно и составляет более 50% всей потери посевных площадей. Кроме того, оценочная продуктивность и кадастровая стоимость земель этих регионов достаточно высока. Средняя нормальная урожайность зерновых культур в этих регионах составляет не менее 15-20 ц/га. Более умеренные потери посевов зерновых произошли в агро ландшафтах зоны широколиственных лесов и лесостепи - не более 30-40%. В степной зоне сокращение площади посевов зерновых, как правило, не превышает 20-30%. В отдельных регионах и лесостепной и степной зоны (Краснодарский и Ставропольский край, Белгородская и Липецкая области, Республика Татарстан), площади посевов зерновых сохранились или даже увеличились, достигнув пределов агроэкологических возможностей. Масштабы выбытия сельскохозяйственных земель из оборота связаны, прежде всего, с экономическими, демографическими факторами, а также условиями местоположения, сыгравшими важную роль в деградации сельской местности регионов Нечерноземья. Эти факторы вступают в явное противоречие с факторами климатических изменений, в частности, с ростом среднегодовых и зимних температур воздуха, а также ростом или сохранением на прежнем уровне годовой суммы осадков за исследуемый период. В условиях дефицита тепла для выращивания зерновых культур в Нечерноземье и недостаточности увлажнения в юго-восточных районах этого



субрегиона изменения температурных показателей и количества осадков в «положительную» сторону для урожайности зерновых вступает в явное противоречие с экономически обусловленной тенденцией сокращения общих посевных площадей и посевов зерновых культур. В большинстве зернопроизводящих районов южной части Нечерноземья и лесостепной зоны в период 1970-2014 гг. отмечается прирост выровненных по линейному тренду среднегодовых температур в интервале 1,5-2,0 °C. Одновременно можно констатировать прирост, сохранение на прежнем уровне, либо уменьшение годового количества осадков в разных регионах Нечерноземья (рис.3).

Рис.3. Изменение среднегодовых температур и количества осадков в регионах европейской России за период с 1970 по 2012 гг.

Иллюстрация показывает максимальный рост среднегодовых температур в регионах зон хвойно-широколиственных лесов (Смоленская, Калужская, Владимирская области), широколиственно-

лесной и лесостепной (Орловская, Липецкая, Белгородская, Воронежская, Курская, Тамбовская, Пензенская, Самарская области), а также в приволжских районах степной зоны (Волгоградская, Саратовская, Оренбургская области).

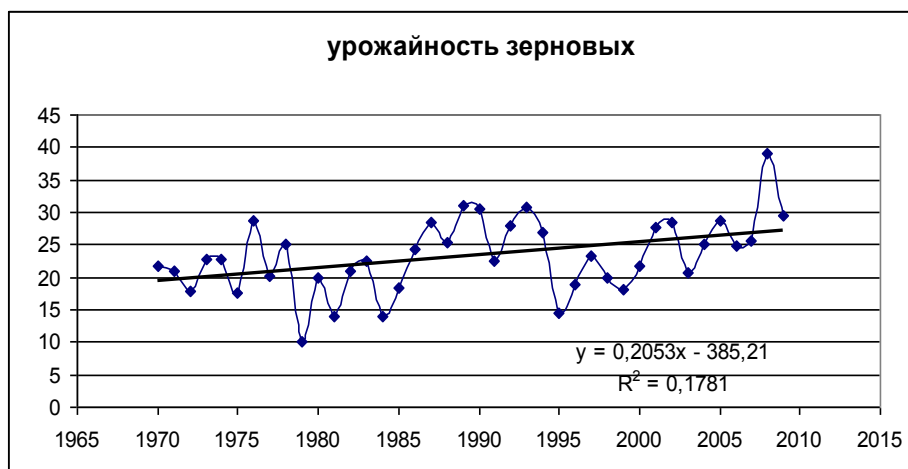
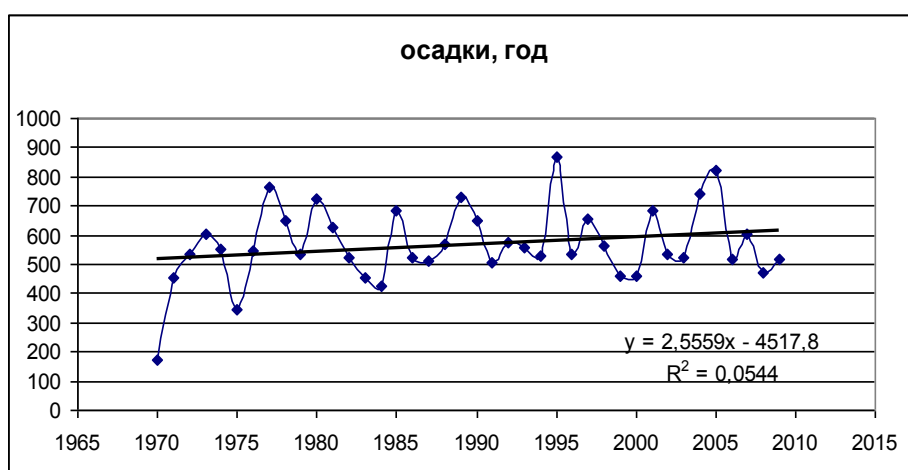


Рис.4. Тренды среднегодовых температур, годового количества осадков и урожайности зерновых за период 1970-2010 гг. по Белгородской области

Более разнородная картина динамики среднегодового количества осадков: устойчивый рост отмечается в северо-западных регионах южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, а также в восточной части Волжско-Уральского региона (Пермская, Свердловская области, республики Удмуртия и Татарстан). В лесостепной зоне устойчивый прирост среднегодового количества осадков наблюдается в западных и центральных регионах (Липецкая, Белгородская, Воронежская, Курская области, юг Нижегородской области, Республика Башкирия). В степной зоне значительный прирост осадков произошел в Волгоградской, Саратовской, Самарской и Оренбургской областях. Прирост среднегодового количества осадков отмечается также в предкавказских степных зернопроизводящих регионах (Краснодарский и Ставропольский край). Относительные приросты нормальной урожайности зерновых за исследуемый период свидетельствуют о несомненной их связи с динамикой климатических показателей – среднегодовых температур и годового количества осадков, на рис.4. представлены в качестве примера тренды показателей за исследуемый период для Белгородской области. На основе проведенного анализа по всем областям наглядно выделяется обширный ареал земель в хвойно-широколиственной и лесостепной и лесостепной зонах с параллельным ростом среднегодовых температур, количества осадков и нормальной урожайности зерновых (рис.5).

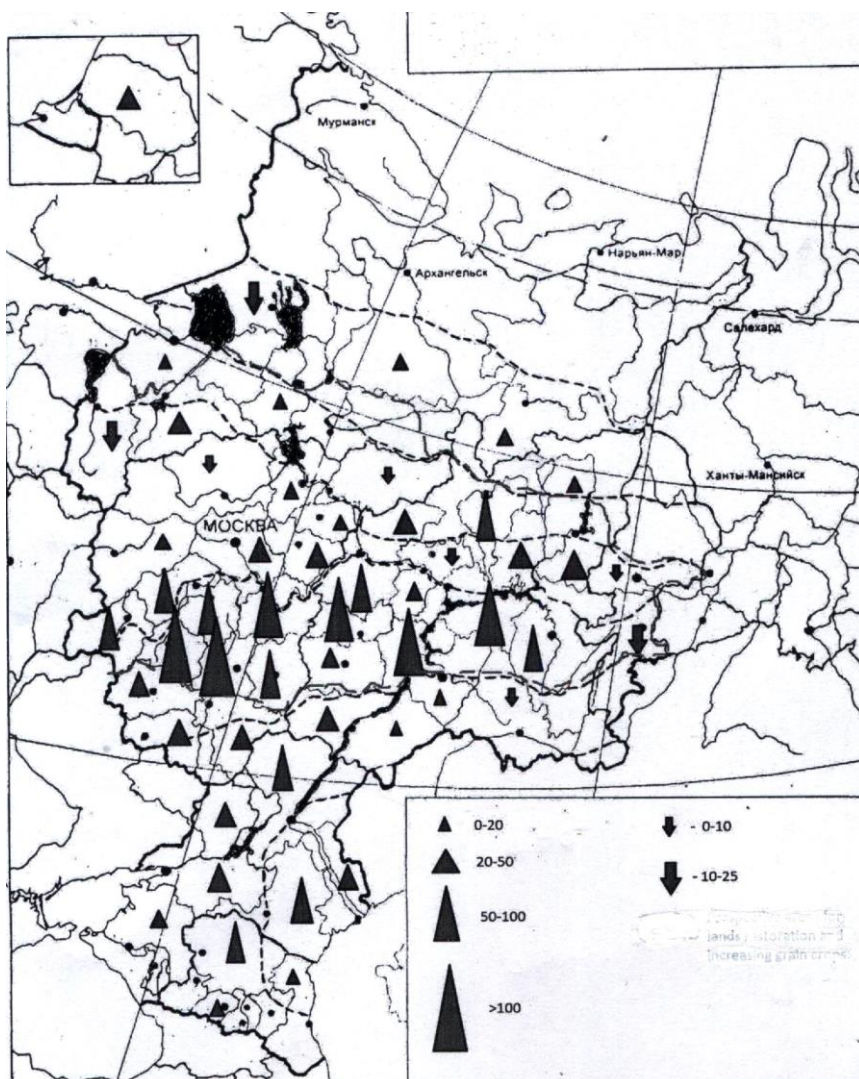


Рис. 5. Относительные приросты нормальной урожайности зерновых культур в регионах Европейской России за период с 1970 по 2012 гг. (%)

Сопряженный анализ всех трех показателей выявляет общие закономерности и перспективы возвращения в оборот заброшенных земель. Если в западных регионах (Псковская, Новгородская, Ленинградская, Калининградская, Смоленская области) прирост годового количества осадков при незначительном приросте температуры не способствует увеличению урожайности зерновых, то в южных и юго-восточных регионах Нечерноземья данный прирост имеет существенное значение, а убывание этого показателя негативно сказывается на величине прироста нормальной урожайности.

Анализ фактического распределения урожайности зерновых культур по регионам Нечерноземья свидетельствуют о заметном спаде урожайности в первые годы рыночных реформ (1992-1995 гг.). В большинстве регионов этот спад не сказался на общем положительном тренде прироста урожайности, т.к. резкое снижение доз вносимых удобрений на плодородных дерново-подзолистых со вторым гумусовым горизонтом, серых лесных и черноземных почвах компенсировалось благоприятной тенденцией роста температур и количества осадков. Линейные тренды урожайности зерновых культур по большинству регионов имеют положительный рост, выражающийся в абсолютном (ц/га) и относительном (%) приросте урожайности (см.рис.5). Исключение составляют Псковская, Тверская, Костромская области, республики Карелия и Марий Эл. В целом, в этих регионах с бедными почвами фактор резкого снижения доз вносимых удобрений оказался более значимым, чем положительные тренды температур и осадков.

С агроклиматической точки зрения неоправданными являются сокращения посевных площадей зерновых культур практически во всех регионах южной и центральной части Нечерноземной зоны. В то же время на современном этапе климатических изменений, на ближайшую перспективу приходится смириться с падением посевных площадей зерновых культур в регионах северной части Нечерноземья. Возделывание здесь преимущественно кормовых культур представляется наиболее эффективной формой использования пахотных угодий. В целом, в нечерноземных регионах выбытие земель из сельскохозяйственного оборота представляется чрезмерным, оправданными являются потери посевных площадей на заведомо непродуктивных землях.

Необходимо возвращение в оборот не менее 35-40% заброшенных земель в регионах с относительно высоким плодородием почв с учетом потепления климата. При возвращении сельскохозяйственных земель в оборот необходимо исходить из особенностей каждого региона с учетом всех факторов производства. При этом приоритетными факторами являются качество земель и климатические изменения, т.е. природные факторы. Никем не ставится под сомнение эффективность возделывания в Нечерноземной зоне кормовых культур и фуражного зерна. Сохранение и восстановление земледельческих ареалов товарного сельского хозяйства вокруг сохранившихся населенных пунктов представляется актуальной задачей возрождения сельской местности Нечерноземья, а климатические изменения являются для этого благоприятным фоном.

Прослежены также закономерности зависимости урожайности зерновых культур от климатических изменений в центральных и южных регионах Европейской части России. Так же как и в нечерноземных регионах, здесь на всей территории в период с 1970 по 2009 гг. отмечается прирост нормальных среднегодовых температур от 1 до 2,65⁰С. Наибольший прирост произошел в центрально-черноземных регионах (Белгородской, Курской, Воронежской, Липецкой, Тамбовской областях) от 1,83⁰С в Белгородской до 2,65⁰С в Тамбовской области. Рост среднегодовых температур здесь происходил на фоне умеренного устойчивого роста нормированного среднегодового количества осадков (20-70 мм/год). В целом, за 40 лет в Центрально-Черноземном районе нормальная урожайность выросла на 5,3-16,1 ц/га или на 30-50%. В Липецкой области она выросла на 128,9%, здесь не было существенного сокращения посевных площадей, т.е. смещения посевов на лучшие земли (в Белгородской и Курской

областях отмечается даже рост посевов зерновых). Вторую половину исследуемого периода, с 1990 по 2009 гг. количество вносимых минеральных удобрений не превышало 40-100 кг д.в./га, тогда как в первую половину периода вносилось 150-200 и более кг д.в./га. Сбалансированный прирост среднегодовой температуры и количества осадков, таким образом, привел к закономерному приросту нормальной урожайности. С учетом рассчитанной ранее тесноты связи на 70-75% прирост урожайности обеспечен благоприятными для данного региона изменениями температуры и количества осадков.

Более сложные закономерности прослежены в регионах центрального Поволжья. В Самарской, Саратовской, Ульяновской, Пензенской областях, республике Башкортостан повышение выровненной среднегодовой температуры на 1-2,5⁰С не компенсировалось значительным повышением количества осадков, поэтому приросты нормальной урожайности на общем невысоком агротехническом фоне - невысокие 0-4 ц/га. Исключением является республика Татарстан, где более существенно значение культуры и агротехнического уровня земледелия на общем фоне сбалансированного повышения температуры и осадков. Прирост нормальной урожайности здесь составляет 22,1 ц/га.

Выраженное снижение нормальной урожайности или отсутствие роста отмечается в Оренбургской и Челябинской, восточной части Саратовской и Волгоградской областей. Здесь значительное повышение среднегодовой температуры (1,0-2,2⁰С) в условиях рискованного земледелия не компенсировалось сколь-нибудь существенным повышением количества осадков. В условиях низкого агротехнического уровня произошло снижение нормальной урожайности и, в целом, устойчивости урожая.

В регионах Южного и Северокавказского федеральных округов также отмечается рост нормальных среднегодовых температур от 1 до 1,8⁰С. Рост количества осадков также существенен как в западной, так и в восточной части региона (Ставропольский край). Расширение посевов сахарной свеклы, кукурузы, сои (относительно влаголюбивых культур) в этих регионах, а также в областях Центрально-Черноземного района связано не только с рыночной конъюнктурой, но и с благоприятным климатическим трендом. Более сложная климатическая ситуация в северокавказских республиках. При достаточном количестве осадков и его росте в республиках Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, Северной Осетии наблюдается рост нормальной урожайности синхронно с ростом среднегодовой температуры. В республиках Дагестан, Калмыкия, в Астраханской области посевы зерновых культур сохранились преимущественно только на орошаемых землях, поэтому трудно интерпретировать их продуктивность в связи с изменениями климата. Есть и другие регионы, где требуется провести более углубленный анализ продуктивности сельскохозяйственных культур в связи с климатическими изменениями.

В целом подтверждается несомненная связь продуктивности земель и, в частности, урожайности зерновых культур с климатическими изменениями. При этом на большей части Европейской территории России динамика климатических показателей благоприятствует росту продуктивности земледелия.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- Начиная с 90-х гг. XX столетия на Европейской территории России по экономическим причинам произошло масштабное сокращение площади обрабатываемых земель. Посевные площади сократились в целом на 28 млн. га или 33%, в Нечерноземной зоне – на 15,6 млн. га, или 54 %.
- Забрасывание земель происходило на фоне выраженного тренда потепления, повышения среднегодовых температур и количества осадков.
- Наибольшие приросты среднегодовых, зимних и летних температур, среднегодового количества осадков отмечаются в центральных регионах, в зонах хвойно-широколиственных лесов, широколиственных лесов и лесостепи. Прирост среднегодовых

температур здесь составил до 1,5-2,0⁰С и более, количество осадков возросло на 50-100 мм в год.

- За исследуемый период максимальные приросты урожайности зерновых отмечаются также в регионах зон хвойно-широколиственных, широколиственных лесов и лесостепи, где одновременно произошло максимальное абсолютное сокращение площади посевов.
- В условиях невысокого уровня агротехники, недостаточного финансирования сельского хозяйства, рост урожайности зерновых обусловлен в основном благоприятными климатическими изменениями.
- Динамика климатических показателей наиболее благоприятна для возвращения в оборот заброшенных земель в центральных регионах Европейской территории России.
- В северной части Нечерноземной зоны целесообразно сохранение производства фуражного зерна и молочного скотоводства. В южных черноземных регионах резервы свободных земель уже исчерпаны. В регионах Южного Поволжья и Прикаспия с рискованным земледелием сокращение площади посевов следует считать экологически целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мухин Г.Д. (2012). Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России в 1990-2009 гг. /Вестник Московского ун-та, сер.5, география, №5. С.19-28.
- [2] Мухин Г.Д. (2013). Климатические изменения и сельскохозяйственное землепользование: проблемы и перспективы /Рациональное природопользование: традиции и инновации. М. Географический факультет МГУ. С.80-84.
- [3] Мухин Г.Д., Леонова Н.Б. (2012). Влияние климатических изменений на продуктивность сельскохозяйственных культур территории Кировской области /Региональные эффекты глобальных изменений климата. Воронеж: Научная книга. С.422-426.
- [4] Соловьев А.Н. (2005). Биота и климат в XX-м столетии. Региональная фенология / Российская академия сельскохозяйств.наук. Москва: Пасьева, 288 с.
- [5] Углов В.А. (2012). К методологии изучения динамических продукционных реакций агроэкосистем при современном потеплении климата на территории России /Региональные эффекты глобальных изменений климата. Воронеж: Научная книга. С.438-442.
- [6] Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири (2011). / Под ред. Н.С. Касимова, А.В. Кислова. М.: Макс-Пресс. 493 с.
- [7] Mukhin G.D., Boldanov T.A. (2016). Problems and perspectives of land use management in the European Russia in connection with climatic changes / Book of Abstracts of the 33rd International Geographical Congress, Beijing, China, August 21-25, 2016, Beijing, China, P. 1715-1715.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЛАНДШАФТНУЮ СРЕДУ ГОРОДСКИХ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

Самвелян Н.И., Мурадян Ю.А.* Геворгян Давид

*Кафедра географии и методики ее преподавания
Армянского государственного педагогического университета им. Х. Абовяна, Армения*

**e-mail: muradyan.yurik@mail.ru*

Аннотация

Проблема ландшафтно-экологического анализа и оценки воздействия техногенеза на природно-территориальные комплексы городских поселений приобретает особую актуальность в Республике Армения, территория которой характеризуется сравнительно высокой степенью урбанизации и динамически развивающейся сферой отраслей горнодобывающей промышленности. В этом отношении в РА можно выделить ряд экологически уязвимых промышленных территорий горнодобывающего производственного комплекса, в которых наиболее актуальны проблемы рационализации природопользования и охраны окружающей среды. В статье, на примере г. Ахтала Лорийской области РА с монофункциональной производственной специализацией по добыче и обогащению медных и полиметаллических руд, дана экологическая оценка ландшафтно-экологического состояния городской среды, обосновывается необходимость учета экологических основ устойчивого функционирования промышленных и коммунальных объектов в процессе использования естественных ресурсов.

Ключевые слова: экологически обоснованное природопользование, городские техногенные системы, ландшафтно-экологический анализ, ландшафтная геоурбанистика.

Современные тенденции экологизации взаимоотношений природы и общества с целью рационального и эффективного планирования природопользования вызваны негативными последствиями воздействия антропогенного фактора как на отдельные компоненты географической оболочки, так и на природные геосистемы в целом. На современном этапе воздействия техногенных факторов на ландшафтные геосистемы и резкого ухудшения их экологического состояния, проблема оптимизации взаимоотношений естественной среды и общества, территориальное планирование более эффективных форм природопользования в соответствии с производственным потенциалом геосистем приобретает особую актуальность. Разнообразие форм, масштабов и интенсивность проявления антропогенных факторов, а также осознание социально-экологических последствий влияния человека на окружающую среду, ведут к рассмотрению вопросов взаимодействия природы и общества в качестве важнейших в концепции устойчивого развития. В решении проблем рационализации природопользования и территориального планирования видов хозяйственной деятельности неоспоримо значение фундаментальных ландшафтных исследований.

Ландшафтные исследования направлены на исследование теоретических основ, принципов и нормативов рационального природопользования, устойчивого развития и оптимизации взаимодействия общества с окружающей средой. Именно результаты и теоретические выводы комплексных физико-географических исследований применительны к решению практических задач, связанных с рациональным использованием и охраной геосистем. Известно, что ландшафтные исследования являются составной частью информационного обеспечения природопользования, а ландшафты-носителями ресурсов и ценностных свойств территории. Геоэкологически оптимальная организация видов природопользования особенно

актуальна в горных геоконплексах, которые отличаются исключительным разнообразием физико-географических условий и наиболее уязвимы к антропогенному вмешательству.

В 1992 г. на международной конференции в Рио-де-Жанейро горные ландшафты были признаны наиболее уязвимыми в сфере природопользования геосистемами планеты, в связи с чем было подчеркнута важность их комплексного изучения: в этом контексте Организацией Объединенных Наций 2002 г. был объявлен Международным годом гор. В 2000 г. во Флоренции Советом Европы была принята «Европейская Конвенция Ландшафта»-международная стратегическая программа ландшафтной политики, территориального планирования и управления природно-техногенных систем. В 2004 г. к этой программе присоединилась Республика Армения. Рост социально-экономических потребностей общества, необходимость реализации на практике принципов рационального природопользования и ландшафтного планирования способствуют появлению новых научно-прикладных направлений комплексного исследования взаимоотношений общества и природы.

Мы считаем, что одним из таких научных направлений должна стать **ландшафтная геоурбанистика** – интегральная научно-прикладная географическая дисциплина, изучающая территориальные закономерности ландшафтно-экологического планирования, размещения и ландшафтного зонирования городских техногенных систем. Именно на урбанизированных территориях наиболее отчетливо проявляется негативное влияние техногенного фактора на геосистему городских поселений. Этим и определяется, с одной стороны, необходимость изучения средообразующих, природоохранных и социально-экономических функций городских природно-техногенных комплексов, с другой-важность экологизации городской среды. Существенные изменения природных комплексов городских селитебных ландшафтов, в первую очередь, связаны с функционированием горнодобывающих и перерабатывающих отраслей промышленного производства. При этом, основными техногенными загрязнителями ландшафтной среды городских поселений и прилегающих территорий являются промышленные и бытовые сточные воды, промышленные отходы, промышленная пыль, химические соединения в виде тяжелых металлов и газообразных выбросов [1,2].

В пределах городских производственных комплексов прямо или косвенно подвергается промышленному загрязнению вся совокупность естественных компонентов географической среды – литогенные элементы ландшафта, воздух, воды, почва и растительный покров. Сложившаяся ситуация обосновывает необходимость проведения комплексных ландшафтно-экологических исследований по изучению природно-техногенных геосистем и оценки результатов их взаимодействия с целью организации рационального природопользования ландшафтного планирования городской среды.

Проблема ландшафтно-экологического анализа и оценки воздействия техногенеза на природно-территориальные комплексы городских поселений приобретает особую актуальность в Республике Армения, территория которой характеризуется сравнительно высокой степенью урбанизации и динамически развивающейся сферой отраслей горнодобывающей промышленности. В этом отношении в РА можно выделить ряд экологически уязвимых промышленных территорий горнодобывающего производственного комплекса, в которых наиболее актуальны проблемы рационализации природопользования и охраны окружающей среды.

К таким территориальным единицам относится г.Ахтала Лорийской области с монофункциональной производственной специализацией по добыче и обогащению медных и полиметаллических руд. Город Ахтала расположен на северо-востоке Лорийской области в долине левобережного притока Дебед реки Ахтала. Территория городской общины занимает часть низкогорно-среднигорного плато. По численности населения (2300 чел.) и занимаемой площади (4,3 км²) г. Ахтала один из небольших городских поселений республики. Отметки высот колеблются от 740 м до 900 м над уровнем моря. Сравнительно большие различия высотных

отметок обуславливают некоторую контрастность физикогеографических условий. В геоморфологическом отношении город Ахтала расположен на вулканическом плато, к которому с севера и с севера-запада примыкают крутые склоны южной и юго-восточной экспозиции Вираайоцкого (Сомхетского) хребта.

Климат сравнительно мягкий и влажный, средняя температура воздуха в январе $-1,3^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -22°C , лето теплое и сравнительно влажное $22^{\circ}\text{--}23^{\circ}\text{C}$, макс. (37°C) среднегодовое количество осадков 600-700мм. Основной речной системой является река Дебед с притоком Ахтала. Геологические и гидро-геологические условия территории благоприятны для организации и проведения градостроительных работ.

Ландшафтная структура общины представлена природно-территориальными комплексами горностепных и горнолесных ландшафтов [3]. По особенностям градостроения в природно-ландшафтной среде города Ахтала можно выделить: 1) застроенные ландшафты и ландшафты, отведенные под строительство, 2) ландшафты рекреационного значения, 3) деградированные ландшафты.

Геоморфология территории и сложная морфометрия рельефа, гидротермический режим и особенности местной циркуляции воздушных масс ограничивают возможности расширения промышленных объектов, загрязняющих окружающую среду. Эксплуатация горнообогатительного комбината г. Ахтала была возобновлена в 2000 г. Комбинат является основным потребителем воды, используемой в технологических процессах. При этом, основным источником производственного водопотребления служат воды реки Дебет. Вода, потребляемая для коммунально-бытовых нужд населения г. Ахтала поступает по водопроводу Степанаван-Алаверди-Ноемберян. Следует отметить, что техническое состояние сети водоснабжения производства и городской общины крайне неудовлетворительно. Вместе с тем, отток дождевых и талых вод с территории комбината в р. Ахтала осуществляется посредством канав, что, в свою очередь, загрязняет окружающую среду.

С целью рационализации природопользования на территории комбината необходима разработка и внедрение схем сбора и очищения дождевых и талых вод, что во многом ограничит загрязнение окружающей среды. Воды р. Дебед и ее притоков загрязняются так же технически проблемным состоянием хвостохранилища р. Наатак и системы водосброса комбината. Согласно результатам исследований центра мониторинга по оценке влияния техногенного фактора, из химических соединений, превышающих ПДК в р. Ахтала обнаружены ионы нитрата 0.045мг/дм^3 (ПДК- 0.024мг/дм^3), ионы аммония 0.58мг/дм^3 (ПДК- 0.39мг/дм^3), ионы сульфата 305.0мг/дм^3 (ПДК- 3мг/дм^3). Данные мониторинга окружающей среды, свидетельствуют, что в водах р. Ахтала содержание меди превышает ПДК в 800 раз, а содержание алюминия от 400 до 500 раз [5]. Химический состав воды притока р. Дебед р.Назик характеризуется высоким содержанием сульфатов кальция, цинка, и кадмия. Река Дебед и ее притоки загрязняются так же коммунально-бытовыми водами г. Ахтала.

Надежным индикатором ландшафтно-экологического состояния естественной среды является так же почвенно-растительный покров. С ландшафтно-экологической точки зрения именно почвенно-растительный покров является наиболее «чувствительным» компонентом географической среды к воздействию техногенного фактора, характеризуя общее экологическое состояние природно-антропогенных систем. Территория г. Ахтала представлена большим разнообразием почвенно-растительного покрова, в структуре которого преобладают темно-каштановые почвы и черноземы горностепных комплексов, а так же буро-лесные почвы горнолесных геосистем. Негативное воздействие антропогенного фактора на почвенно-растительный покров города оказывают отрасли горнодобывающей промышленности и выбросы горно-обогатительного комбината, что подтверждается высокой концентрацией в почве ионов тяжелых металлов. Согласно результатам научных исследований проведенных сотрудниками Американского университета РА центра мониторинга окружающей среды, в структуре почвенных

образцов, взятых со двора церкви св. Богородицы г.Ахтала, содержание некоторых тяжелых металлов в несколько раз превышает предельно допустимую норму. Так, содержание мышьяка превышает норму в 12 раз, свинца - в 11 раз, кадмия - в 1,1 раз [6]. Почвенные пробы, взятые с территории детского сада г. Ахтала, загрязнены такими тяжелыми металлами: хром, свинец и кадмий, чья концентрация превышает ПДК в несколько раз. Большой вред почвенному покрову наносят эрозионные процессы, активизация которых обусловлена вырубкой лесных массивов и неурегулированным выпасом скота. В природоохранном отношении особую опасность представляют эксплуатация открытым способом месторождений цветных и полиметаллических руд, а так же работы по разведке новых месторождений. Важной составной частью национальной программы рационализации природопользования и охраны естественной среды г.Ахтала является проблема загрязнения воздушного бассейна выбросами горно-обогатительного комбината, а так же (в меньшей степени 1%-2%) выхлопными газами транспортных средств.

Научными исследованиями были установлены наиболее уязвимые к антропогенному воздействию, следовательно, и к загрязнению, компоненты ландшафтной среды города. Это главным образом поверхностные и подземные воды, воздушный бассейн, почвенно-растительный покров.

Необходимо отметить, что геоэкологически оптимальная организация и рациональное размещение хозяйственной деятельности в соответствии с ландшафтными особенностями территории является актуальной проблемой не только в г.Ахтала, но и в других городах соответственной специализации. Здесь наблюдаются негативные последствия воздействия техногенного фактора и нарушения экологического равновесия естественной среды. Поэтому учет ландшафтно-экологических особенностей городской среды и рациональная организация природопользования, в соответствии с этими особенностями, является надежным критерием обеспечения ландшафтного благоустройства жилых территорий городов. На наш взгляд, основными задачами и тенденциями прикладных ландшафтных исследований городских природно-техногенных геосистем в аспекте ландшафтной геоурбанистики являются: Сохранение экологического равновесия и естественного функционирования городских природно-техногенных геосистем, ландшафтные исследования, направленные на решение проблемы установления коэволюции географической среды и общества в развитии и территориальном планировании геоурбанизационных систем.

Исследования, направленные на развитие теории и методологии ландшафтной геоурбанистики: изучение комплексных свойств и признаков городских техногенно-территориальных геосистем, их ландшафтно-экологической классификации, усовершенствование методологии крупномасштабных исследований и территориального планирования городских ландшафтов. Ландшафтно-экологическая оценка степени и результатов воздействия антропогенных факторов, предсказание возможных изменений структуры и формирование экологического каркаса городских геосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калыгин В. Г. Промышленная экология, Изд-во Академия, Москва, 2008, 432 с.
2. Тетиор А. Н. Городская экология, Изд-во Академия, Москва, 2008, 336 с.
3. Самвелян Н. И. Погосян В. Х. Ландшафтная структура территории как основа территориального планирования хозяйственной деятельности, Мат-лы 54-ой научной конф. АГПУ, т.3, Ереван, 2010 г. с. 221-223,
4. Геворгян Д. Л. К проблеме эколого-ландшафтного анализа техногенного фактора на городскую среду, Мат-лы научной конф. ВГПИ, Ванадзор, 2013 г. с. 23-26,
5. <http://www.ecolur.org/hy/news/mining/akhtala-v-town-on-industrial-wastes/4770/>
6. www.akhtala.am

SUMMARY

LANDSCAPE-ECOLOGICAL ANALYSIS AND EVALUATION OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE LANDSCAPE ENVIRONMENT OF URBAN TECHNOGENIC SYSTEMS

Samvelyan Nerses, Muradyan Yurik, Gevorgyan David

Armenian State Pedagogical University, Armenia

e-mail: aspu.am@aspu.am

The problem of landscape-ecological analysis and assessment of the impact of technogenesis on the natural-territorial complexes of urban settlements acquires particular relevance in the Republic of Armenia, the territory of which is characterized by a relatively high degree of urbanization and dynamically developing sphere of mining industry branches. In this respect, a number of ecologically vulnerable industrial territories of the mining industrial complex can be identified in the Republic of Armenia, in which the problems of rationalizing nature management and environmental protection are most relevant. To such territorial units is the city of Akhtala, Lori region, with a monofunctional production specialization for the extraction and enrichment of copper and polymetallic ores. According to the peculiarities of urban planning in the natural and landscape environment of the city of Akhtala, it is possible to single out: 1) built-up landscapes and landscapes allocated for construction, 2) landscapes of recreational significance, and 3) degraded landscapes. The analysis and assessment of the landscape-ecological state of the urban environment of Akhtala justifies the need to take into account the ecological foundations for the sustainable functioning of industrial and communal facilities in the process of using natural resources.

БАНК ДАННЫХ И ГИС КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

Beruchashvili Levan

*PhD-ст., Тбилисский государственный университет им. Иване Джавахишвили
ГИС-офицер, Международный комитет Красного Креста, Грузия*

e-mail: beruchashvili@gmail.com

Абстракт

Как известно, в охране растительного и животного мира каждой страны большое значение имеет Красная книга. Целью издания Красных книг является привлечение всеобщего внимания к редким и исчезающим видам животных и растений, для сохранения которых должны быть приняты особые меры. В реализации стратегии Целей устойчивого развития важную роль играет ряд организаций. Их перечень включает, среди прочего, следующую организацию: Международный союз охраны природы (IUCN-МСОП), который является ключевым партнером в этой стратегии. IUCN – международная организация, работающая в области защиты и сохранения биоразнообразия, была основана в 1948г. – в Фонтенбло (Франция) и, впервые в 1963 г., Международным союзом охраны природы был разработан Красный список видов, находящихся под угрозой исчезновения. Красный список Международного союза охраны природы является важным коммуникационным инструментом, показывающим статус выполнения целевых задач по сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия. По некоторым задачам и сегодня не существует глобального консенсуса, и они все еще требуют обсуждения, поэтому целенаправленные усилия по описанию и мониторингу биологического разнообразия, сбору данных, обработке данных с использованием новых географических информационных систем, дистанционного зондирования, будут иметь важное значение. Основной целью нашей работы является создание ГИС, Банка Данных и компьютерной карты краснокнижных видов, с указанием статуса, местообитания, распространения, количества и т.д., в пределах единого экорегиона. Таким экорегионом является Кавказ.

Ключевые слова: Банк данных, ГИС, Красная книга, Кавказ

Введение

Управление биологическим разнообразием и экосистемами, разработка успешных стратегий и сохранения экосистем представляет собой непростую задачу. Мировое сообщество и в настоящее время не имеет представления о действительном состоянии многих экосистем. Эти регулирующие системы важны для всего человечества, независимо от того, где проживает конкретный человек. Поэтому так важны целенаправленные усилия по описанию и мониторингу биологического разнообразия, основных эко системных функций, прежде всего на национальном уровне. Эти положения требуют создания целевых и согласованных международных управленческих стратегий при участии всех заинтересованных стран.

В сентябре 2015 года мировые лидеры (в Нью-Йорке) разработали исторический документ в области устойчивого развития. Как известно, Устойчивое развитие определяется как развитие, которое обеспечивает удовлетворение сегодняшних потребностей, не подрывая способность будущих поколений удовлетворять свои собственные нужды [1]. 193 государства - члена Организации Объединенных Наций достигли консенсуса в отношении итогового документа, под названием «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [2], сформулированных в Декларации тысячелетия, и других согласованных на международном уровне обязательств - Парижское соглашение в соответствии

с Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата, Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы и конкретные стратегии и действия, перечисленные в Аддис-Абебской программе действий – итоговом документе третьей Международной конференции по финансированию развития. Основу Повестки дня до 2030 года составляют 17 целей в области устойчивого развития, где 15 целью является - «защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия» [2]. Вместе с целями были заявлены 169 задач [2], [3]. Новые цели предусматривают меры, ориентированные на обеспечение взаимосвязанных компонентов устойчивого развития: 1. экономическое развитие (в том числе искоренение крайней нищеты); 2. Социальную интеграцию; 3. Экологическая устойчивость (сохранение и защита окружающей среды); 4. Управление, включая мир и безопасность. Можно сказать, что Цели Развития Тысячелетия рассмаиривают четыре измерения устойчивого развития [2, 3] и показывают значимость глобальных целей, для создания импульса для национальных и глобальных действий.

Когда страны приступят к реализации Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и реализации Целей устойчивого развития, а также к выполнению ключевых национальных приоритетов [4] в области устойчивого развития, сохранение биоразнообразия и экосистем будет играть ключевую роль.

Материалы и методы

В настоящее время Красный список МСОП (IUCN), в мировом масштабе, является наиболее полным в мире кадастром глобального состояния и сохранения видов растений и животных. Категории Красных списков следующие [5]: исчезнувший (EX), исчезнувший в дикой природе (EW), находящийся в критическом состоянии (Critically Endangered, CR), находящийся в опасном состоянии (Endangered, EN), уязвимые (Vulnerable, VU), зависимы от усилий по сохранению (Conservation Dependent, CD), близки к уязвимому положению (Near Threatened, NT), находятся под наименьшей угрозой (Least Concern, LC), вызывающие меньшие опасения (LR), недостаток данных (DD), неоцененные (NE).

Материалами для нашей работы служили Красные книги: Грузии [6], Азербайджана [7], Армении [8], Российской Федерации (Северный Кавказ) [9, 9а, 10], вследствие того, что, как таковой единой Красной книги региона Кавказ пока еще нет. В Красных книгах: **Грузии**, советский период, 1982 г. - 161 растений, 65 животных - редких и исчезающих видов, 77 неорганических памятников природы. После развала Советского Союза на основе этой книги был создан т.к. Красный лист Грузии, куда вошли животные и растения, которые находятся под угрозой исчезновения. В «Красный список», который является аналогом «Красной книги» из флоры Грузии внесено 56 видов. Из них 36-ти видам присвоен статус «близких к уязвимому положению», 18 –ти видам статус «находящихся под угрозой», а двум видам «под критической угрозой». Из фауны Грузии в «Красный список» внесено 141 видов. Из них 11-ти видам присвоен статус «под критической угрозой», 32 видам статус «под угрозой», пять видов находятся на грани исчезновения на национальном уровне, а 93 вида «близки к уязвимому положению», из которых особо следует отметить: восточно-кавказского тура (*Capra cylindricornis Bl.*), серну (*Rupicapra rupicapra L.*), безоарового козла (*Capra aegagrus L.*), благородного оленя (*Cervus elaphus L.*), бурого медведя (*Ursus arctos L.*), рысь обыкновенную (*Lynx lynx L.*), выдру обыкновенную (*Lutra lutra L.*), речную форель (*Salmo fario Linnaeus*), кавказскую саламандру (*Mertensiella caucasica W.*), кавказскую гадюку (*Vipera kaznakovi*), длинноухую ночницу/ ночную мышь (*Myotis bechsteinii Kuhl.*), кавказскую белку (*Sciurus anomalus Güld.*) и др. В настоящее время существует закон о Красном листе Грузии. Он обязывает защищать все, вошедшие в него виды. Однако в этом Красном Листе на сегодняшний день есть множество недочетов. Наряду с этим, Министерство

образования и науки Грузии на основе официального издания «Красной Книги» Грузии по согласованию с Академией наук Грузии и Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Грузии, разработали адаптированный вариант «Красной Книги» Грузии для детей раннего, дошкольного возраста и начального школьного возраста, которую планируется ввести в действие с 1 октября 2017 года.

В первое издание "Красной книги" **Азербайджана**, 1989 г., было занесено 140 видов растений, 108 видов животных. В новом издании, к 2016 г. число растений достигло 300, в том числе это 14 видов грибов, 20 простейших и 266 высших растений, а также 206 видов редких и вымирающих животных, в том числе это 75 видов насекомых, 9 видов рыб, 14 видов пресмыкающихся, 62 вида птиц, 32 вида млекопитающих, относящимся к двум категориям «редкие» или «находящихся под угрозой исчезновения».

В Красной книге **Армении**, выпуска 1989 г., растений 367 видов, животных 99 видов. В новую Красную Книгу Армении, 2011 г., включены 452 вида растений и 153 вида животных. К ним прибавилось 40 видов грибов и 155 видов беспозвоночных. В Красной книге **Советского Союза** [10], 223 вида растений для Кавказа и т.д.

Главной спецификой нашей работы являлось то, что при картографической привязке точек мы использовали так называемый **ландшафтный подход**. Ландшафтный подход подразумевает изучение территории, рассматриваемой, как состоящей из элементарных структурно-функциональных частей (геомасс), с определенной вертикальной и горизонтальной структурой, имеющей определенный набор состояний, сменяющий друг друга во времени (Беручашвили Н.Л., 1980, 1995) [11]. При этом мы анализировали местонахождение внесенных в Красную книгу видов, т.е. где распространен вид - в лесу или в высокогорных лугах, в степи или пустыне. Для этого использовалась карта и ГИС ландшафтной основы Кавказа и Грузии (Беручашвили Н.Л., 1979, 1995, 2000, 2002) [12].

Результаты и обсуждения

Обычно в красных книгах имеются картосхемы ареалов, однако, во-первых они мелкомасштабны, во-вторых не учитывают характер географического распространения видов и в третьих часто содержат ошибки. О каждом виде должна содержаться полная информация в банках данных, которые связаны с компьютерной картографической основой.

Учитывая эти положения, еще в 2001/2002 году нами впервые в Грузии была составлена компьютерная карта краснокнижных видов Грузии, (Беручашвили Л., 2002, 2004, 2007, 2014, 2015) [13, 14, 15]. В геоинформационную систему краснокнижных видов Грузии вошли данные о 304 видах растений и животных и памятниках природы, поскольку отдельные виды встречаются в нескольких местах, нами были отмечены около 2000 данных (рис. 1., 1а).

В результате проведения дальнейших работ была составлена ГИС и компьютерная карта для выбранных краснокнижных видов Кавказа. Всего в Банке Данных (DATA BASE) по Кавказу – более 1000 видов и памятников природы. Поскольку отдельные виды найдены в нескольких местах, имеется приблизительно 6000 данных, с указанием статуса, место-обитания, распространения, количества и д.р.

На основе этой карты подсчитано количество краснокнижных видов по административным и физико-географическим регионам Кавказа. Проведен их количественно-качественный анализ.

В результате анализа карты выявлены участки с повышенным количеством краснокнижных видов, то есть участки с повышенным биоразнообразием.

Распространение краснокнижных видов тесно связано с разнообразием ландшафтов. Чем больше разнообразие ландшафтов, тем большее количество краснокнижных видов. Это положение было ожидаемо, но впервые на основе ГИС-анализа было выявлено нами. Анализ полученных данных еще раз показал, что распространение краснокнижных видов необходимо рассматривать в пределах единого экорегиона.

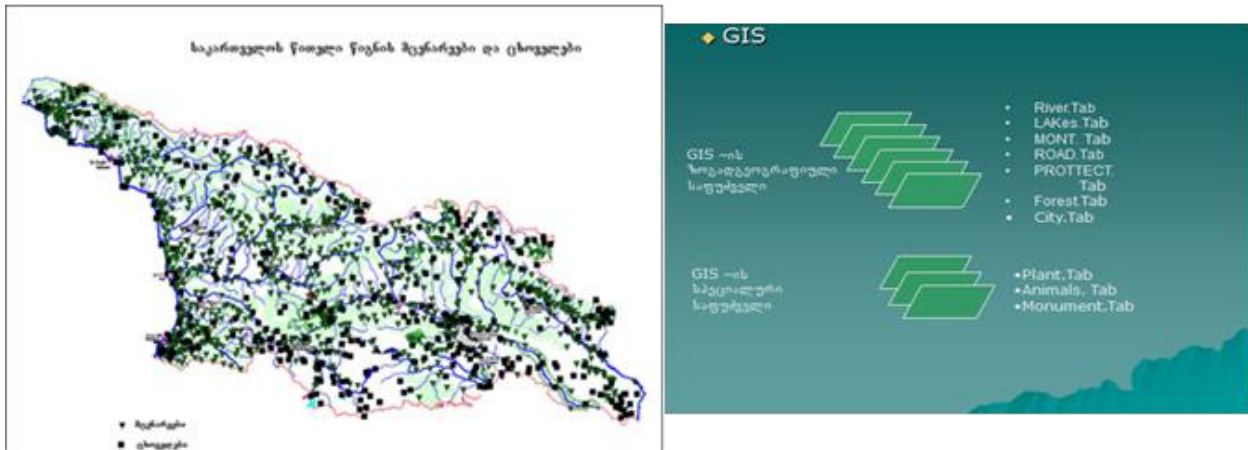


Рис.1. ГИС и Карта краснокнижных видов Грузии (растения, животные), автор, Л. Беручашвили

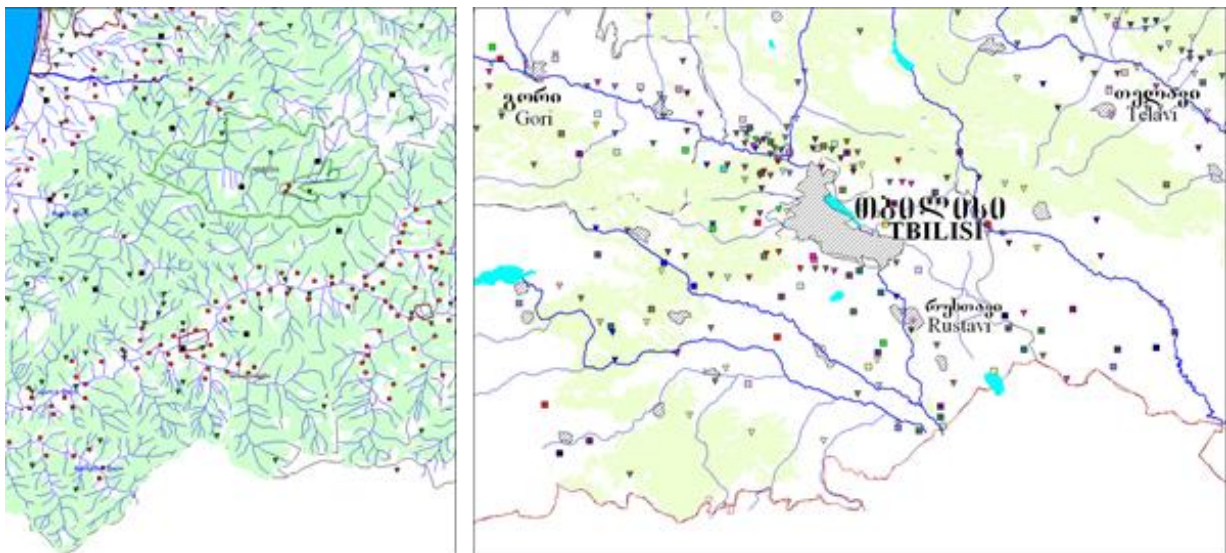


Рис.1а. ГИС и Карта красно- книжных видов Грузии (растения, животные) - фрагменты карты

При составлении нашей карты мы широко использовали не только данные топографической карты, но и данные последних космических снимков и, что главное данные Ландшафтной карты Кавказа [12]. Как мы знаем Кавказ очень разнообразен по ландшафтам. Одной из основных ГИС, разработанных проф. Н. Л. Беручашвили, на основе исследований проведенных в течение более 25 лет на территории Кавказа, является ГИС ландшафтов Кавказа. Она включает в себя сведения о распространении 2 классов, 20 типов, 40 подтипов, 152 родов и более чем 700 видов ландшафта. Всего на карте имеется 6445 выделов, которые соответствуют различающимся отдельным ареалам видов ландшафтов. В Банке Данных содержится информация не только о таксономическом уровне ландшафтов, но и о их геологическом строении, характере рельефа, растительности и почвы, а также степени и типе антропогенной трансформации. Все это позволяет составлять целый ряд детальнейших тематических карт для территории Кавказа. Например, карт растительности, почв, типов вертикальной структуры и т.п. Проведя ГИС анализ распространения краснокнижных видов мы получили следующие данные распределения видов, приведем, как пример, распространение животных по ландшафтам:

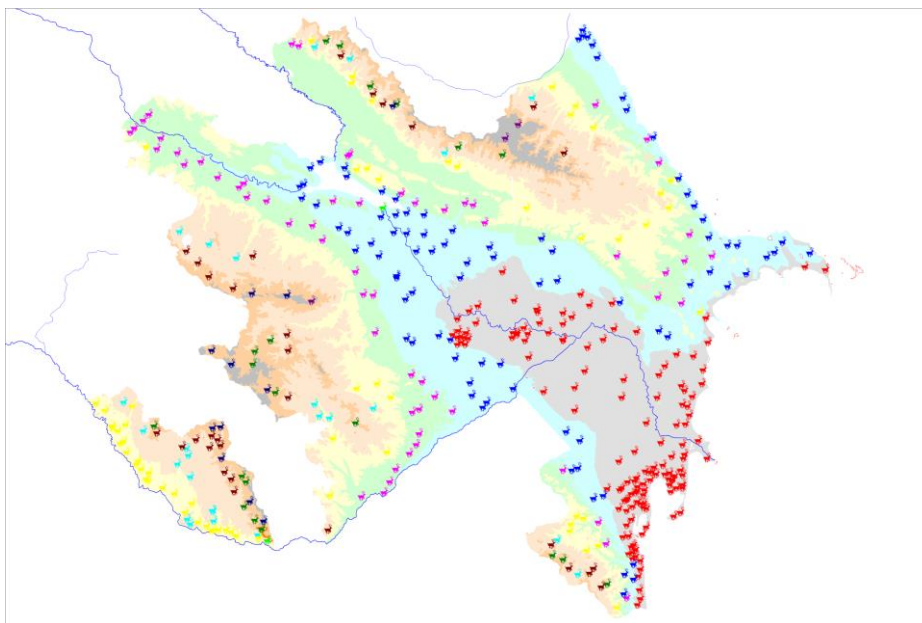


Рис. 2а.
Фрагмент карты
краснокнижные
животные
Азербайджана на
гипсометрической
основе

О биоразнообразии можно судить по ареалам краснокнижных, эндемичных, уникальных и ценных растений. Нами был составлен специальный слой, на котором было показано распространение видов растений, которые занесены в Красную книгу Грузии, Армении, Азербайджана, России - северного Кавказа.

Также, мы связали распространение краснокнижных видов с существующей сетью охраняемых территорий. Некоторые охраняемые территории созданы для защиты последней, локальной и уникальной среды обитания редких, находящихся на грани исчезновения местных растений. Среди которых следует выделить: имеретинский дуб (*Quercus imeretina*) и длинночерешковый дуб (*Quercus pedunculipholia*), дзельква граболистная (*Zelcova carpinifolia*), тис (*Taxus baccata*), самшит колхидский (*Buxus colchica*), ладанное дерево, стирак (*Pistace amutica*), высокогорный клен (*Acer trautvetteri*), каштан посевной (*Castanea sativa*), каркас кавказский (*Celtis caucasica*), груша Сахокия/Беркена Сахокия (*Pyrus sachokiana*), тополь евфратский (*Populus euphratica*) и другие.

Особого внимания заслуживает экологическая система реликта дендрофлоры третичного периода, представленная в Государственном заповеднике Бацара, в виде тиса (*Taxus baccata*). В мировом масштабе, где возраст тиса (*Taxus baccata*) колеблется в пределах 1500 лет, представляет огромную редкость и требует особой защиты.

Природные памятники Кавказа и в частности Грузии еще сравнительно слабо исследованы. Для их выявления и картографирования необходимо провести специальные полевые исследования. Важным источником информации может стать опрос населения. Например, большой интерес представляет памятник природы, который внесен в Красную книгу Грузии - глыбы Глола, которые расположены в окрестностях села Глола, около впадения Бокосцкали в Чанчахи (Онский район). Размер 2-х глыб превышает 10 метров как по длине, так и по ширине и высоте. Глыбы были перемещены во время последнего оледенения и состоят из гранита. Проф. Л.Маруашвили (1983, 1985) предложил во второе издание Красной книги внести еще несколько природных памятников. Это глыбы Квасихура и Квабдатана в верховьях Риони. Из пещер рекомендована – Ушолта, находящаяся в окрестностях Шкмери.

На карте памятники природы показаны в виде отдельного значкового слоя. На нем, кроме вышеперечисленных памятников показаны пещеры, перемещенные и качающиеся глыбы, природные мосты, природные ледяные пещеры и др.

Выводы

Разработаны и составлены ГИС, Карта и Банк Данных для выбранных краснокнижных видов в пределах единого экорегиона Кавказа. Для многих из них проведена верификация на местности. Произведен анализ связи биоразнообразия – краснокнижных видов Кавказа с существующей сетью охраняемых территорий Кавказа. Это в будущем позволит разработать рекомендации для улучшения сети охраняемых территорий и их связи в единое целое путем экологических коридоров. Выявлены территории с большим количеством краснокнижных видов, но не имеющих статус охраняемых территорий. Составлены ГИС и карты краснокнижных видов по административным и физико-географическим регионам Кавказа. Проведен их количественно-качественный анализ. Работа имеет теоретическую и практическую значимость. Работа выполнена по различным материалам, имеющимся для Кавказа, связанная с вопросами консервации и охраны краснокнижных видов, сконцентрированных в регионе Кавказ, позволяет проводить их инвентаризацию. Работа несет в себе также когнитивный характер, и полученные данные могут быть использованы, в учебном процессе. Работа актуальна и принесет пользу, как для биологических, географических, так и экологических наук.

Благодарности

Автор выражает свою благодарность профессору Николаю Левановичу Беручашвили, который оказал огромное влияние на наше научное мышление и другим коллегам, с которыми он был в экспедициях и имел возможность многому научиться.

Литература

- [1] Rifkin Jeremy. Biosphere Politics: A New Consciousness for a New Century. — N. Y.: Crown Publishing Group, 1991. — XI, 388 p. — ISBN 0-517-57746-1.
- [2] <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- [3] <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- [4] Грузия, реализация Национальных целей. <https://www.cbd.int/nbsap/targets/default.shtml>
- [5] UN. Environmental Indicators and Indicators-Based Assessment Reports: Eastern Europe, Caucasus and Central Asia. Publ. United Nations Publications, 2007, 120 p. ISBN 9214160260, 9789214160267
- [6] Красная книга Грузинской ССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Тбилиси, 1982. 256 с.
- [7] Красная книга Азербайджанской Республики. Первое издание, Баку, 1989
- [8] Красная книга Армянской ССР. Исчезающие и редкие виды растений. Ереван: Айастан, 1989, 270 с.
- [9] Красная книга России (растения). М., 1988. 590 с.
- [9 а] Красная книга Республики Северная Осетия Алания. Владикавказ, 1999. 244 с.
- [10] Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Изд. 2-е. М.: Лесная пром-сть, 1984. Т. 2. 478 с.
- [11] Беручашвили Н.Л. Кавказ, Ландшафты, Модели, Эксперименты. Тб, 1995
- [12] Беручашвили Н. Ландшафтная карта Кавказа, Изд-во ТГУ, Тб. 1979.
- [13] L. Beruchashvili. Possible trans-border protected areas in Caucasus. Caucasian Geographical Review #4, 2004, pp, 119-121 (Russian)
- [14] Jamaspashvili N., L. Matchavariani, Levan Beruchashvili, N.N. Beruchashvili, N. Paichadze. ECOLOGICAL CORRIDORS AND SPATIAL ORGANIZATION FOR PROTECTED AREAS OF THE SMALL CAUCASUS, GEORGIA. SGEM 2014 Conference Proceedings, Book 5, Volum I. Ecology and Environmental Protection, 2014, p. 221-228, ISBN 978-619-7105-17-9 / ISSN 1314- 2704, doi:10.5593/SGEM2014/B51/S20.031
- [15] N.Jamaspashvili, D. Nikolaishvili, N. Beruchashvili, Levan Beruchashvili, M. Sharashenidze. CLIMAT CHANGE IMPACTS ON THE FOREST LANDSCAPES OF CENTRAL PART OF SMALL CAUCASUS. SGEM2014 Conference Proceedings, Book 3, Volum 2, Sools, Forest Ecosystems, Marine and Ocean Ecosystems, 2014, p. 331-339, ISBN 978-619-7105-14-8/ISSN1314-2704, doi:10.5593/SGEM2014/B32/S14.045

SUMMARY

DATA BANK AND GIS OF THE RED BOOK SPECIES OF THE CAUCASUS REGION

Beruchashvili Levan

*GIS Officer, International Committee of the Red Cross, PhD st., Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia
e-mail: beruchashvili@gmail.com*

Developed and compiled GIS, Map and Data Bank for selected species from the Red Book for a unified Caucasus Ecoregion.

For many of them, verification was carried out on the terrain. Conducted Analysis of the relationship between Biodiversity - species of red book for the Caucasus and the existing network of protected areas in the Caucasus

In the future, this will allow developing recommendations for improving the network of protected areas and their connection in a single whole through ecological corridors.

Identified Areas with a large number of Red Data Book species are, but do not have the status of protected areas.

Compiled GIS and maps the species of Red Data Book on the administrative and physico-geographical regions of the Caucasus. Their quantitative and qualitative analysis was carried out.

The work has theoretical and practical significance.

შობადობის გლობალური ტენდენციები და მეორე დემოგრაფიული გადასვლის ასპექტები საქართველოში

მელაძე გაია

ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, გეოგრაფიის დეპარტამენტი,
თსუ ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, საქართველო

e-mail: meladzeg@gmail.com

შობადობის საყოველთაო კლება ისტორიულად გარდაუვალი მოვლენაა, რომელიც საზოგადოების მოდერნიზაციის თანმდევი პროცესია. თანამედროვე დემოგრაფიულ გამოწვევათა შორის, დაბალი შობადობა მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების სოციალურ-ეკონომიკური სისტემების უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს.

გლობალური მასშტაბით შობადობის კლების მრავალ მიზეზთა შორის, უმნიშვნელოვანესია მოკვდაობის დონის მკვეთრი შემცირება, ოჯახის როლის ცვლილება საზოგადოებაში და მშობლების ფასეულობათა სისტემაში ბავშვების როლის დევალირება. საგულისხმო ფაქტია, რომ ინდუსტრიალიზაცია და ურბანიზაცია საზოგადოების მოდერნიზაციის იმ უმნიშვნელოვანეს კატეგორიებს წარმოადგენენ, რომლებიც მრავალშილიანობის შემზღვეველ ფაქტორებად გვევლინებიან. თუკი 1800 წელს ქალაქებში მსოფლიოს მთელი მოსახლეობის 3% [23] ცხოვრობდა, 2015 წელს ეს მაჩვენებელი 53%-ის ტოლი იყო. ურბანიზაციული პროცესები მომავალშიაც გაგრძელდება და საუკუნის შუა პერიოდისათვის (2050 წ.) მსოფლიო მოსახლეობის 67.2% [14] ქალაქებში იცხოვრებს. იდენტური მაჩვენებელი საქართველოში 66.4%-ის ტოლი იქნება. გაეროს სპეციალისტების პროგნოზის საშუალო ვარიანტის მიხედვით, 233 ქვეყნიდან 2015-2050 წწ. მოსახლეობა შემცირდება 48 ქვეყანაში. მ.შ. 10%-მდე კლება დაფიქსირდება 28 ქვეყანაში, 10-დან 20%-მდე 16 ქვეყანაში, ხოლო 20%-ზე მეტი ოთხ ქვეყანაში. აღნიშნული დროის მონაკვეთში საქართველოს მოსახლეობა 12.9%-ით შემცირდება.

დემოგრაფიულ პროცესებზე უმნიშვნელოვანეს ზეგავლენას ახდენს ადამიანთა ინდივიდუალიზმის ზრდა. წარსულში, ტრადიციულ საზოგადოებას არჩევითობის თვალსაზრისით, შეზღუდული საშუალებები გააჩნდა საქორწინო პარტნიორის არჩევისას, სამსახურის, იმასთან დაკავშირებით თუ სად იცხოვრებდნენ და რას ირწმუნებდნენ – ადამიანები ხშირად შევიწროებულნი იყვნენ ოჯახის, ტომის, რელიგიის, კასტის, ფეოდალური მოვალეობებით და ა.შ. [2]. თანამედროვე საზოგადოებაში არჩევითობის ხარისხი მნიშვნელოვნად გაიზარდა, სოციალური ვალდებულებების სისტემასთან დაკავშირებული ყველა კავშირი შესუსტდა. არსებობს მრავალფაქტორული კავშირი ტრადიციული ოჯახის საფუძვლების შერყევას, საბაზრო ეკონომიკურ ურთიერთობებს, ინდუსტრიულ წარმოებას, კულტურულ, ინდივიდუალურ განწყობებს, ფემინიზმსა და შობადობის კლებას შორის.

დღესდღეობით მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში ურთულეს პრობლემას წარმოადგენს, შობადობის თუნდაც მოსახლეობის მარტივი აღწარმოების დონემდე გაზრდა და მისი შენარჩუნება. ცნობილია, რომ შობადობის მაღალი ნორმები ტრადიციული კულტურის განუყოფელი ნაწილია, იგი ინტეგრირებულია მასში. ის, რაც მიმართულია ტრადიციული კულტურისა და ურთიერთობების შესანარჩუნებლად, გულისხმობს მისი ერთ-ერთი ინგრედიენტის – მაღალი შობადობის შენარჩუნებასაც. შესაძლებელია ითქვას, რომ ტრადიციული კულტურა წარმოუდგენელია შობადობის მაღალი ნორმების გარეშე. თანამედროვე მოდერნიზებულ სამყაროში, მიმდინარეობს დაპირისპირება ახალ და

ტრადიციულ ფასეულობათა სისტემებს შორის, მიუხედავად ამ უკანასკნელის დიდი მდგრადობისა, მისი გავრცელების არეალი მსოფლიოში კლებულობს.

გასული საუკუნის 60-იანი წლების მეორე ნახევრიდან დასავლეთ ევროპაში (სკანდინავიის ქვეყნები), შობადობის ჯამობრივი კოეფიციენტი ვეღარ უზრუნველყოფდა მოსახლეობის მარტივ აღწარმოებას (ნაკლები იყო 2.1-ზე). აღნიშნული პროცესის გლობალური მასშტაბებიდან გამომდინარე, შემდგომ ათწლეულებში მისი გეოგრაფია გაფართოვდა და პრაქტიულად მთელი განვითარებული სამყარო მოიცვა. XXI საუკუნის დასაწყისში გაჩნდა ახალი ტერმინი „ძალიან დაბალი შობადობა“. ამ უკანასკნელით აღნიშნავენ ქვეყნებს, რომლებშიც შობადობის ჯამობრივი კოეფიციენტი 1.5-ზე დაბალია.

მოვლენათა ასეთი განვითარების ფონზე, სპეციალისტთა მიერ გამოთქმულ იქნა მოსაზრება, მეორე დემოგრაფიული გადასვლის შესახებ [6]. რომლის ირიბ დეტერმინანტებს - პირველი დემოგრაფიული გადასვლისაგან განსხვავებით - შეადგენდნენ: ინდუსტრიალიზაცია, ურბანიზაცია და სეკულარიზაცია [7], მეორე დემოგრაფიული გადასვლა დაკავშირებულია პოსტინდუსტრიულ, სწრაფად ცვლად საზოგადოებაში პიროვნების ინდივიდუალურ მოქმედებასთან [11].

როგორც აღვნიშნეთ მეორე დემოგრაფიული გადასვლის პრინციპული თვისებაა, შობადობის კლება მოსახლეობის მარტივი აღწარმოების ზღვარზე დაბლა. გარდა ამისა, მისი მნიშვნელოვანი დეტერმინანტებია: პირველი ქორწინების საშუალო ასაკის მატება, ქორწინებათა და ბავშვთაშობის დროში გადავადება, რეგისტრირებული ქორწინებების კლება, განცალკევებით მცხოვრები მეუღლეების წილისა და თანაცხოვრებათა მატება, თანამედროვე ჩასახვისსაწინააღმდეგო საშუალებების ფართოდ გავრცელება, დაბადებულთა საერთო რაოდენობაში-რეგისტრირებული ქორწინების გარეშე დაბადებული ბავშვების რაოდენობრივი ზრდა, ნებაყოფლობითი უშვილობის მატება და სხვა [12].

დემოგრაფიული პროცესების განვითარებაში უმნიშვნელოვანეს მოვლენას წარმოადგენდა კონტრაცეფციული რევოლუცია, რომელმაც 1960-იანი წლების მეორე ნახევრიდან მოიწვია დასავლეთის ქვეყნები. აღნიშნული მოვლენა მჭიდროდ უკავშირდება მასობრივი ჩასახვისსაწინააღმდეგო ეფექტური საშუალებების დანერგვას, რომელმაც სოციალური ნორმების ცვლილებებთან ერთად რეალობად აქცია შობადობაზე მასობრივი კონტროლი. შესაძლებელია ითქვას, რომ მეორე დემოგრაფიული გადასვლა წარმოადგენს ოჯახის დაგეგმვის ახალ ეტაპს.

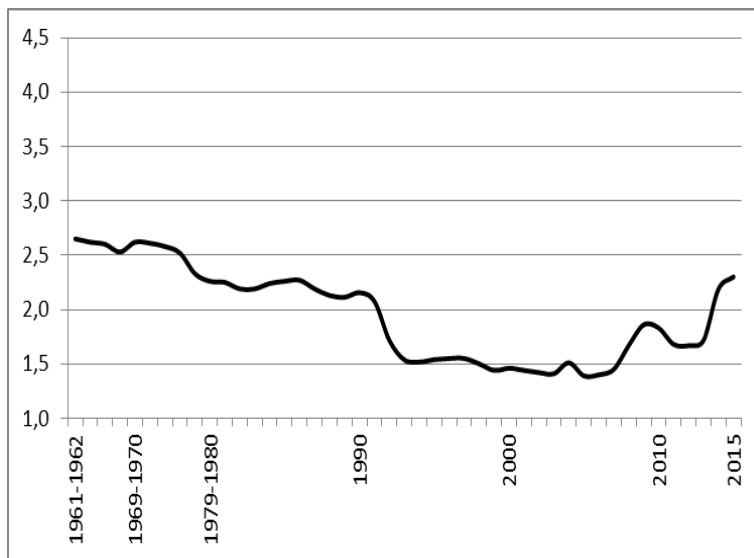
მეორე დემოგრაფიული გადასვლის უმთავრესი არსი, დემოგრაფიულ და ოჯახის მოდერნიზაციაში მდგომარეობს, რაც გულისხმობს ადამიანების დემოგრაფიული და ოჯახური ქცევის სოციალური კონტროლის სიმძიმის ცენტრის – ინსტიტუციონალურ-კოლექტიურიდან, ინდივიდუალურ დონეზე გადატანას: სახელმწიფოს, ეკლესიის, სოფლის თემის მხრიდან „შინაგანი“ კონტროლი, ადგილს უთმობს „გარედას“ კონტროლს, ანუ თვითკონტროლს და ერთდროულად მკვეთრად ფართოვდება ინდივიდუალური თავისუფლება ყველაფერში, რაც ადამიანის პირად ცხოვრებას შეეხება [22]. მეორე დემოგრაფიული გადასვლის ერთ-ერთი ავტორის – ვ. დე კაას აზრით, აღნიშნული გადასვლა საზოგადოებრივი ცნობიერების მიმართულების ვექტორის ცვლილების შედეგია, კონსერვატიზმიდან-პროგრესულისაკენ. ადამიანის ყველა განზრახვები თვითრეალიზაციის, არჩევითობის თავისუფლების, პირადი განვითარების, ცხოვრების ინდივიდუალური სტილისა და ემანსიპაციის ირგვლივ იყრის თავს, რაც ასახვას - ოჯახის ფორმირებაში, მშობლობის მოტივების და შობადობის რეგულირების მიმართებაში, შესაბამის განწყობებში პოულობს [10].

თანამედროვე მეცნიერებაში სულ უფრო მტკიცდება აზრი, რომ მოსახლეობის დემოგრაფიული ქცევის მოდელის ტრანსფორმაციის მიზეზია ოჯახის მიმართ მოსახლეობის სოციალური განწყობების, ფასეულობების ნორმათა მოდერნიზაცია. დღესდღეობით რეგისტრირებულ ქორწინებაში არ მყოფი ადამიანების რაოდენობის მნიშვნელოვანი მატება, მათი ინტიმური ურთიერთობები და მარტოხელა დედის მიერ გაჩენილი ბავშვი, საზოგადოების

მიერ ნაკლებად აღიქმება სოციალურ დევიაციად. მიუხედავად იმისა, რომ მსოფლიოში ადამიანთა უმრავლესობის ფასეულობათა სისტემაში, ოჯახს უმნიშვნელოვანესი ადგილი უკავია, თანდათანობით იცვლება ადამიანთა დამოკიდებულება მშობლობის ინსტიტუტისადმი და ოჯახისადმი. მშობლობის ინსტიტუტი ნაკლებად წარმოადგენს თანამედროვე ადამიანის სასიცოცხლო პრიორიტეტს. შვილის დაბადება სულ უფრო ნაკლებად აღიქმება როგორც აუცილებლობა ან საზოგადოებრივი მოვალეობა. წყვილები იღებენ რა გადაწყვეტილებას შვილის ყოლის შესახებ, ხელმძღვანელობენ თუ რა დადებით და უარყოფით ზეგავლენას მოახდენს შვილის დაბადება მათ ცხოვრებაზე, პირად ურთიერთობებზე, მატერიალურ უზრუნველყოფაზე.

როგორც აღვნიშნეთ გასული საუკუნის 60-იანი წლების მეორე ნახევრიდან, ჩრდილოეთ ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაში დაწყებული შობადობის კლების პროცესი, ფართოდ გავრცელდა XX საუკუნის 70-იან და 80-იან წლებში. მისი შემდგომი დიფუზიის შედეგად, 1990 წლისათვის დასავლეთის ქვეყნების უმრავლესობაში შობადობის ჯამობრივი კოეფიციენტი მოსახლეობის მარტივი აღწარმოების დონეზე (2.1) დაბლა იმყოფებოდა.

საქსტატის მონაცემებით საქართველოში შობადობის ჯამობრივი კოეფიციენტი 1992 წლიდან ვეღარ უზრუნველყოფდა მოსახლეობის მარტივ აღწარმოებას (იხ. ნახ. 1). 2014 წელს შობადობის ჯამობრივმა კოეფიციენტმა 2.19, ხოლო 2015 წელს 2.3 შეადგინა. რაც ეჭვის საფუძველს ქმნის - მისი მნიშვნელობა შედარებით დაბალი უნდა იყოს.



წყარო: [20]

ნახაზი 1. შობადობის ჯამობრივი კოეფიციენტის დინამიკა საქართველოში 1961-2015 წწ.

მეორე დემოგრაფიული გადასვლის ერთ-ერთ დეტერმინანტს, პირველი ქორწინების საშუალო ასაკის მატება წარმოადგენს. 2014 წელს აღნიშნულმა მაჩვენებელმა 30 წელს გადააჭარბა: დანიაში, ესპანეთში, იტალიაში, ნიდერლანდებში, ნორვეგიაში, შვედეთში. ამ უკანასკნელში მან ძალიან მაღალი მნიშვნელობა 33.3 წელი შეადგინა. აღსანიშნავია, რომ 1970-იანი წლების შუა პერიოდში განხილული მაჩვენებელი საქართველოში, ახლოს იდგა მის დასავლურ ანალოგებთან. თუმცა როგორც სტატისტიკური ინფორმაციის ანალიზმა გვიჩვენა 1970-2011 წწ., დასავლეთის ქვეყნებში ქალების პირველი ქორწინების საშუალო ასაკი მნიშვნელოვნად (6-9 წლით) გაიზარდა, საქართველოში კი მხოლოდ 2.3 წლით (1974-2014 წწ.) მატება დაფიქსირდა (იხ. ცხრილი 1).

ზემოაღნიშნულიდან ლოგიკურია, რომ საქართველოში ჯერჯერობით დაბალია ქალების საშუალო ასაკი პირველი ბავშვის დაბადებისას. ჩვენს ხელთ არსებული 2014 წლის მონაცემების

თანახმად, პირველი ბავშვის გაჩენის ასაკი ძალიან მაღალი იყო იტალიაში, ესპანეთში. განხილულმა მაჩვენებელმა საქართველოში 25.2 წელი შეადგინა (იხ. ნახაზი 2).

ცხრილი 1.

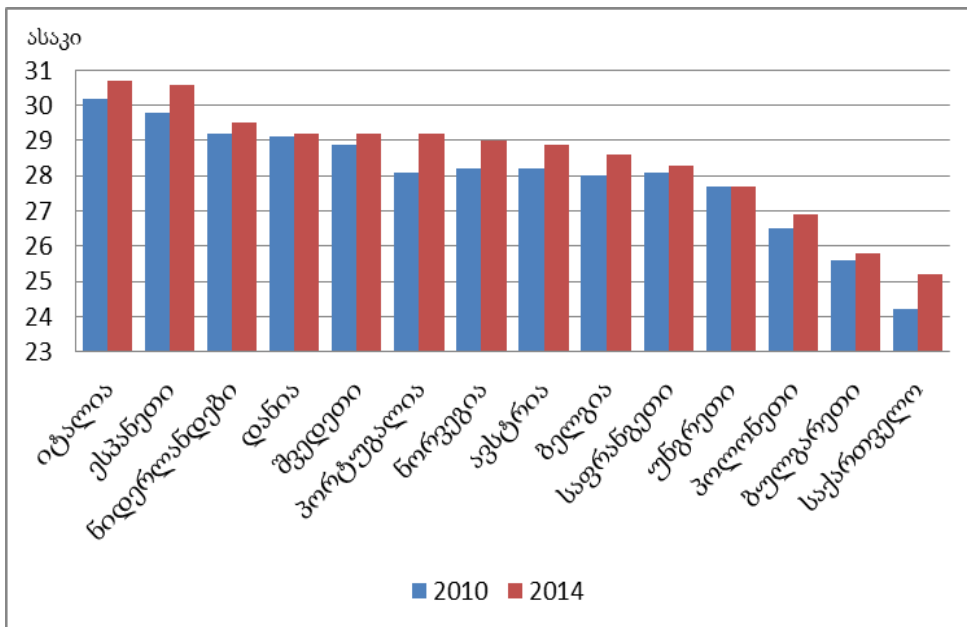
ქალების პირველი ქორწინების საშუალო ასაკის დინამიკა მსოფლიოს ზოგიერთ ქვეყანაში და საქართველოში 1970 - 2014 წლებში

ქვეყანა	წლები			
	1970	1990	2010	2014
ავსტრია	22.9	25.2	29.3	29.8*
ბელგია	22.4	24.4	28.8	29.6*
ბულგარეთი	21.4	21.5	26.9	26.9
დანია	22.8	27.8	31.6	31.9
ესპანეთი	24.9	25.6	31.0	32.3
იტალია	23.9	25.9	30.4	31.3
ნიდერლანდები	22.9	26.1	30.1	30.4
ნორვეგია	22.8	26.4	31.0	31.6
პოლონეთი	24.1	22.6	25.6	26.7
პორტუგალია	24.1	24.6	29.2	29.8
საფრანგეთი	22.6	25.6	30.7	30.8**
უნგრეთი	21.5	22	28.7	29.3
შვედეთი	23.9	27.7	32.9	33.3
საქართველო	24.0***	24.1	25.8	26.3

• 2012 ** 2011 *** 1974

წყარო:

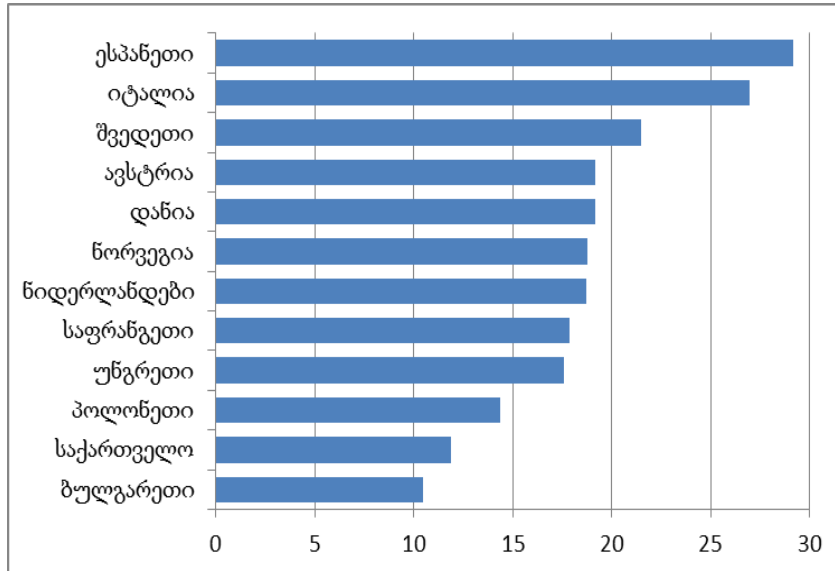
საქართველოს მოსახლეობის კვლევის ცენტრი; [3; 8; 15; 16; 21].



წყარო: [17]

ნახაზი 2. დედის საშუალო ასაკი პირველი ბავშვის დაბადებისას

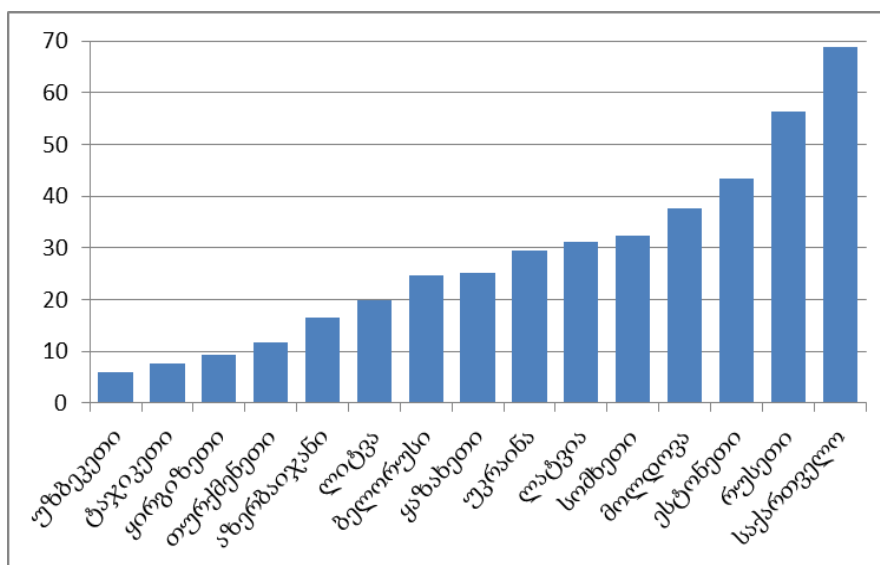
მეორე დემოგრაფიული გადასვლის ერთ-ერთ ინგრედიენტს დაბადებულთა საერთო რაოდენობაში, 35 წლის და უფროსი ასაკის ქალების მიერ გაჩენილი ბავშვების მაღალი წილი წარმოადგენს. საქართველო ამ თვალსაზრისითაც მნიშვნელოვნად ჩამორჩება დასავლეთში არსებულ მაჩვენებლებს (იხ. ნახაზი 3).



წყარო: [15]

ნახაზი 3. 35 წლის და უფროსი ასაკის ქალების წილი შობადობის ჯამობრივ კოეფიციენტში 2015 წელი

1990-იან წლებში საქართველო დასახელდა ერთ-ერთ ქვეყანად, სადაც ყველაზე ხშირია ხელოვნური აბორტები. რეპროდუქციული ჯანმრთელობის 2000 კვლევის შეფასებით, ერთ ქალზე 3.7 აბორტი მოდიოდა, იმ დროს როდესაც შობადობის მაჩვენებელი დაახლოებით 1.5 ბავშვი იყო ერთ ქალზე [4]. 2012 წლის მონაცემებით პოსტსაბჭოთა ქვეყნებს შორის, საქართველოში აბორტების რაოდენობა ყოველ 100 ცოცხლადდაბადებულზე ყველაზე მაღალი იყო (იხ. ნახაზი 4).



წყარო: [19]

ნახაზი 4. აბორტების რაოდენობა ყოველ 100 ცოცხლადდაბადებულზე საქართველოში და პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში 2012 წელი

საქართველოში ძალიან მაღალია აბორტების დონე. 2000-2014 წწ. 2.6-ჯერ გაიზარდა რეგისტრირებული აბორტების აბსოლუტური რაოდენობა, რომელმაც 2014 წელს 33.5 ათასი შეადგინა [5]. ეს უკანასკნელი ყოველ 100 ცოცხლადდაბადებულ ახალშობილზე 55 აბორტის ტოლფასია, რაც საგრძნობლად აღემატება მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების მაჩვენებლებს. განსაკუთრებით საყურადღებო ფაქტია, აბორტების მნიშვნელოვანი მატება 20 წლამდე ასაკის დედებში. 2013 წელს, ყოფილ პოსტსაბჭოთა რესპუბლიკებს შორის აბორტების რაოდენობა საქართველოში ყოველ 100 ცოცხლადდაბადებულზე, ყველაზე მაღალი იყო [19].

აბორტების მაღალი მაჩვენებლები საქართველოში გამოწვეულია: პროფილაქტიკური გასინჯვების კულტურის არქონითა და სექსუალური კულტურისა და განათლების სიმცირით. აქედან გამომდინარე, საქართველოში დაბალია თანამედროვე კონტრაცეპტივების გამოყენების დონე. უახლოესი წლების მონაცემებით, საქართველოში დაქორწინებული ქალების 34.7% იყენებდა თანამედროვე ჩასახვისსაწინააღმდეგო საშუალებებს. დასავლეთის ქვეყნებში აღნიშნული მაჩვენებელი საშუალოდ 60%-ს შეადგენდა, ცალკეულ ქვეყნებში იგი უფრო მაღალ მნიშვნელობებსაც აღწევს. [13].

1990-იანი წლებიდან, ნიშანდობლივ დემოგრაფიულ მოვლენას საქართველოში, რეგისტრირებული ქორწინების გარეშე შობადობის მატება წარმოადგენდა. 2006 წელს აღნიშნული კატეგორიის ბავშვების წილი (დაბადებულთა საერთო რაოდენობაში) 54.4%-ს შეადგენდა [3], რაც ევროპული მასშტაბით ერთ-ერთი ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი იყო ესტონეთისა და შვედეთის შემდგომ. უკანასკნელ წლებში განხილული მაჩვენებლის წილი, დაბადებულთა საერთო რაოდენობაში შედარებით შემცირდა და 2014 წელს 30.8%-ი შეადგინა (იხ. ცხრილი 2). მაგრამ თუ აღნიშნული მაჩვენებლის დიფერენცირებულ ანალიზს მოვახდენთ მოვახდენთ, სიტუაცია მნიშვნელოვნად იცვლება.

ცხრილი 2.

რეგისტრირებული ქორწინების გარეშე დაბადებული ბავშვების წილი დაბადებულთა საერთო რაოდენობაში მსოფლიოს ზოგიერთ ქვეყანაში და საქართველოში 1970 - 2014 წლებში (პროცენტი)

	წლები					
	1970	1980	1990	2000	2010	2014
ბულგარეთი	8.5	10.9	12.4	38.4	54.1	58.8
უნგრეთი	5.4	7.1	13.1	29	40.8	47.3
დანია	11	33.2	46.4	44.6	47.3	52.5
ესპანეთი	1.4	3.9	9.6	17.7	35.5	42.5
იტალია	2.2	4.3	6.5	9.7	21.5	28.8
ნიდერლანდები	2.1	4.1	11.4	24.9	44.3	48.7
ნორვეგია	6.9	14.5	38.6	49.6	54.8	56.8
პოლონეთი	5	4.8	6.2	12.1	20.6	24.2
პორტუგალია	7.3	9.2	14.7	22.2	41.3	49.3
ფინეთი	5.8	13.1	25.2	39.2	44.1	42.8
შვედეთი	18.6	39.7	47	55.3	54.2	54.6
საქართველო	0.2	4.7	18.2	41.1	36.6	30.8

წყარო: [9; 18; 19].

კერძოდ, ოფიციალური სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, საქართველოში მხოლოდ დედის განცხადებით დაბადებული ბავშვების პროცენტული წილის ამპლიტუდა 1990-2014 წწ. 2.5-8.0%-ს შორის მერყეობდა, რაც საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ მარტოხელა დედების მიერ დაბადებული ბავშვების წილი (დაბადებულთა საერთო

რაოდენობაში) არ განიცდიდა მნიშვნელოვან ცვლილებებს. ამ მაჩვენებელზე ყურადღებას იმიტომ ვამახვილებთ, რომ სწორედ აღნიშნული კატეგორიის მშობლების მიერ დაბადებული ბავშვები შეადგენენ რეგისტრირებული ქორწინების გარეშე დაბადებული ბავშვების უმთავრეს წყაროს. საქართველოში ჩვენს მიერ, 1997 წელს ჩატარებული სოციოლოგიური გამოკვლევის შედეგად [1] გაირკვა, რომ რეგისტრირებული ქორწინების გარეშე დაბადებული ბავშვების მშობელთა მნიშვნელოვან ნაწილს (განსაკუთრებით კი ახალგაზრდა მშობლებს) მხოლოდ ჯვარი აქვთ დაწერილი ეკლესიაში. ვინაიდან - მიუხედავად ეკლესიასა და სახელმწიფოს შორის 2002 წელს დადებული კონსტიტუციური ხელშეკრულებისა, აღნიშნული ქორწინებების რეგისტრაცია რიგი მიზეზების გამო ვერ ხერხდება, რის გამოც ამგვარ ოჯახებში დაბადებული ბავშვები ოფიციალურ სტატისტიკურ მონაცემებში აღირიცხებიან როგორც რეგისტრირებული ქორწინების გარეშე დაბადებულები, რაც საბოლოოდ არასრულ წარმოდგენას იძლევა აღნიშნულ სფეროში მიმდინარე პროცესებზე.

განხილული დემოგრაფიულ-სტატისტიკური მასალების საფუძველზე შესაძლებელია აღინიშნოს, რომ მეორე დემოგრაფიული გადასვლა სულ უფრო ვრცელდება ქვეყნის მასშტაბით და არც თუ შორეულ მომავალში უფრო საგრძნობი გახდება.

ლიტერატურა

1. წულაძე გ., მელაძე გ. დემოგრაფიული ვითარება საქართველოში 1997. თბილისი, 1998: 32-37; 51-59.
2. Dahrendorf R. Life Chances: Approaches to Social and Political Theory. Chicago: university of Chicago Press. 1979.
3. Demographic Yearbook of Georgia. 2013;
4. Guilimoto Ch. Gender-biased Sex Selection in Georgia. Tbilisi, 2015.
5. Historical abortion statistics, Georgia. Compiled by Wm. Robert Johnston
6. <http://www.johnstonsarchive.net/policy/abortion/ab-georgia.html>
7. Lesthaeghe R., D. van de Kaa. "Twee demografische transitities?" (Two demographic transitions?) in Lesthaeghe & van de Kaa (eds): Bevolking - Groei en Krimp, Mens en Maatschappij, Van Loghum Slaterus, Deventer, 1986 : 9-24.
8. Leastaeghe R., Wilson C. Modes of Production , Secularisation, and the Pace of the Fertility Decline in Western Europe, 1870-1930, Working Paper, Bussels, 1978.
9. Population of Georgia. Tbilisi, 2003.
10. Recent Demographic Development in Europe, 2004. Coucil of Europe Publishing, 2005.
11. Van de Kaa D.J. Anchored Narratives: The Story and Findings of Half a Century of Research into Determinants of Fertility // Population Studies. 1996. Vol. 50. N3: 425.
12. Van de Kaa D.J. Europe's Second Demographic Transition // Population Bulletin. Vol. 42, No. 1, March, 1987.
13. Van de Kaa D.J. Options and Sequences: Europe's Demographic Patterns // Journal of the Australian Population Association. 1997. 14 (1): 1-30.
14. World Contraceptive Patterns 2013.
15. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. March, 2012 // <http://www.esa.un.org>
16. www.appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do
17. www.demoscope.ru/weekly/app/app4019.php
18. www.demoscope.ru/weekly/app/app40acb1.php
19. www.demoscope.ru/weekly/app/app4013.php
20. [www//demoscope.ru/weekly/ssp/sng_abo.php](http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/sng_abo.php)
21. www.geostat.ge
22. www.w3.unece.org/PXWeb/en/Charts?IndicatorCode=303&CountryCode=442
23. Демографическая модернизация России. Гл. ред. А.Вишневский. Москва, 2006: 60, 83, 150.
24. Джаошвили В.Ш. Урбанизация Грузии. Тбилиси, 1978:26.

SUMMARY

THE ASPECTS OF SECOND DEMOGRAPHIC TRANSITION IN GEORGIA AND GLOBAL FERTILITY TRENDS

Meladze Giorgi

I.Javakhishvili Tbilisi State University, Vakhushti Bagrationi Institute of Geography of the TSU, Georgia
e-mail: giorgi.meladze@tsu.ge

General fall in fertility is a historically inevitable process following the modernization of the society. Of the modern demographic challenges, low fertility is an important problem of the social-economic systems in the developed countries of the world.

From the second half of the 1960s, in Western Europe (Scandinavian countries), the total fertility rate could not reach the replacement level fertility (it was less than 2.1). Following the global scales of this process, its geography expanded in the following decades and virtually, covered the entire world. At the beginning of the XXI century, there appeared a new term - extremely low fertility. It is used to describe the countries with the total fertility rate of less than 1.5.

On the background of such a course of events, the specialists doubted about the second demographic transition which is associated with the individual actions of the persons of the society in the post-industrial and rapidly changing world. As the medium variant of the UN's specialists' forecast suggests, out of 233 countries, by 2015-2050, the population in 48 countries will reduce, including about 10%-reduction in 28 countries, 10 to 26% decline in 16 countries and over 20% decline in four countries. During this period, the population of Georgia will decline by 12.9%

ქუთაისის ცენტრალურ ქუჩებზე ზოგიერთ მერქნიან მცენარეთა ბიო-ეკოლოგიური თავისებურებანი

გუბელაძე ე.

ასოც. პროფესორი, ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, აგრარული ფაკულტეტის,
ტურიზმის და ლანდშაფტური არქიტექტურის დეპარტამენტი, ქ.ქუთაისი, საქართველო

e-mail: eka-gubeladze@mail.ru

ლანდშაფტური არქიტექტურის ობიექტებს შორის ქალაქის ტერიტორიაზე განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ქუჩების გამწვანებას, რომლებიც უდიდეს როლს ასრულებენ როგორც ქალაქის იერ-სახის ფორმირებაში, ისე მოქალაქეთა ცხოვრების კომფორტული პირობების შექმნაში. ჩვენი ქალაქის ქუჩების გამწვანების და კეთილმოწყობის საკითხი არც თუ ისე მაღალ დონეზე დგას, გარდა ამისა ჩვენი ქალაქის ქუჩების გამწვანების დროს დაბალ დონეზე დგას მცენარეთა ასორტიმენტის საკითხი. გარემო ფაქტორები გადამწყვეტ როლს ასრულებენ მცენარეული ორგანიზმების ზრდის ხასიათის, ყვავილობის და გარეგნული იერ-სახის ჩამოყალიბების საქმეში და ხელს უწყობენ მათი დეკორაციული ნიშანთვისებების სრულყოფას.

მეთოდის საფუძველზე შესწავლილი იქნა ქუთაისის ცენტრალურ ქუჩებზე გავრცელებული ზოგიერთი მერქნოვანი მცენარეების გვერდითი ტოტების ხაზური ზრდა და ყვავილობა 2015-2016 წლებში. შესწავლილ იქნა 3 სახეობის გვერდითი ტოტების ხაზური ზრდა.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა, მშვენიერი კატალპა (*Catalpa speciosa* W.), ინდური იასამანი ანუ ირმის რქა (*Lagerstroemia indica* L.) და ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი (*Aesculus hippocastanum* L.). ფენოლოგიური დაკვირვება ტარდებოდა ადრე გაზაფხულიდან 5 დღეში ერთხელ. ნაზარდის გაზომვის შედეგები, რომელიც შეპირისპირებულია ჰაერის ტემპერატურისა და შეფარდებით ტენიანობასთან, საშუალებას იძლევა დაზუსტებული იქნას მცენარის ზრდის დამოკიდებულება და ყვავილობა კლიმატურ პირობებთან.

კვლევის პერიოდის პირველ წელს ზრდა საკვლევა მცენარეებმა აპრილში საშუალოდ 10-12°C ტემპერატურაზე დაიწყო. მშვენიერი კატალპა სამშობლოში – ჩრდილოეთ ამერიკა, სწრაფი ზრდით ხასიათდება. წლიური ნაზარდი თითქმის 1 მ აღწევს. როგორც ექსპერიმენტმა გვიჩვენა, ჩვენს პირობებში, წლიური ნაზარდი ნაკლები ჰქონდა (იხ. ცხრ. 1) 2015 წელს მცენარემ ვეგეტაცია აპრილის დასაწყისში (1.04) დაიწყო და ივლისის დასაწყისში (5.07) დაამთავრა. ზრდის ხანგრძლივობა იყო 96 დღე, ხოლო ნაზარდის შემატება 41,0 სმ. 2016 წელს ზრდა მარტის პირველი დეკადის ბოლოს დაიწყო და 77 დღიანი ვეგეტაციის შემდეგ შემატება ჰქონდა გასულ წელთან შედარებით ნაკლები (35.5 სმ.). ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი ახალგაზრდობაში ნელა მზარდია. მისი სამშობლო ევროპისა და აზიის ქვეყნებია.

კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ 2015 წელს ზრდა (იხ. ცხრ. 1.) აპრილში (5.04) დაიწყო და ივლისში (30.07) დაამთავრა, ზრდის ხანგრძლივობამ შეადგინა 87 დღე, ხოლო ნაზარდის შემატებამ 1 მ. 5 სმ. 2016 წელს ადრე გაზაფხულზე ტემპერატურის მატებამ გამოიწვია ვეგეტაციის თვენახევით ადრე დაწყება (10.02), ზრდა გაგრძელდა 72 დღე, წინა წელთან შედარებით ზრდის ნაადრევი ვეგეტაციის დაწყებამ და ადრე დასრულებამ მაინც მოგვცა სრული ნაზარდი და გაიზარდა 95 სმ-ით.

ინდური იასამანი ანუ ირმის რქა სამშობლოში საკმაოდ ნელა მზარდია (ინდოეთი, ჩინეთი). ჩვენთანაც იგივე ზრდის ტემპით ხასიათდება, რაც იმის მანიშნებელია რომ, კარგად ეგუება ჩვენს პირობებს. 2015 წელს აღნიშნულმა მცენარემ ვეგეტაცია აპრილიდან (25.04) დაიწყო და ოქტომბერში (25.10) დაამთავრა. ზრდის ხანგრძლივობამ შეადგინა 184 დღე, ნაზარდის შემატებამ კი 20,0 სმ. კვლევის პერიოდში მცენარე აპრილის ბოლოდან ოქტომბრის ბოლომდე უწყვეტი ზრდით ხასიათდებოდა, რაც გამოწვეულ იყო დაბალი ტემპერატურით 2016 წელთან შედარებით. ხოლო 2016 წელს ერთი თვით ადრე დაიწყო (25.03) და 67 დღიანი ზრდის შემდეგ ნაზარდმა 15.5 სმ შეადგინა, ვეგეტაცია 30 მაისს დამთავრდა.

ცხრილი 1.

ზოგიერთ მერქნიან მცენარეთა ზრდისა და განვითარების რიტმი

სახეობა	დაკვირვების წელი	ყლორტების ზრდა								ნაზარდის შემატება სულ (სმ)	ვეგეტაციის ხანგრძლივობა დღეებში
		I				II ვეგეტაცია					
		დასაწყისი	დასასრული	ზრდის ხანგრძლივობა (დღეებში)	ნაზარდის შემატება (სმ)	დასაწყისი	დასასრული	ზრდის ხანგრძლივობა (დღეებში)	ნაზარდის შემატება (სმ)		
მშვენიერი კატალპა	2015	1.04	5.07	96	41.0	-	-	-	-	41.0	96
	2016	10.03	5.05	77	35.5	-	-	-	-	35.5	77
ინდური იასამანი ანუ ირმის რქა	2015	25.04	25.10	184	20.0	-	-	-	-	20.0	184
	2016	25.03	30.05	67	15.5	-	-	-	-	15.5	67
ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი	2015	5.04	30.07	87	100.5	-	-	-	-	100.5	87
	2016	10.02	25.04	72	95.0	-	-	-	-	95.0	72

კვლევის პირველ წელს მცენარეების წვენთა მოძრაობა დაიწყო აპრილის დასაწყისში (1-5.04), ხოლო ინდური იასამანის აპრილის ბოლოს (25.04), ზრდის ხანგრძლივობამ კი შეადგინა 96 და 87 დღე, და ზრდის ხანგრძლივობა კი შემოიფარგლა 184 დღით.

აღნიშნული სამი მცენარიდან ყველაზე დიდი შემატებით გამოირჩეოდა ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი(95-100სმ.), ხოლო ხანგრძლივი ზრდით (184 დღე) და მცირე ნაზარდით (20 სმ) გამოირჩეოდა ინდური იასამანი. საკვლევი პერიოდის მეორე წელს, ვეგეტაციის დასაწყებად ტემპერატურის მაჩვენებელმა თებერვლის თვეში მოიმატა 1⁰C,-ით და შეადგინა 10⁰C, რამაც გავლენა მოახდინა სამივე მცენარეზე და ვეგეტაცია 1 თვით ადრე დაიწყო.

რაც შეეხება ყვავილობას, (ცხრ.2.) ფენოფაზების ვადების სიმყარე ინტროდუცირებული მცენარეების ახალ გარემო პირობებთან შემგუებლობის გამომხატველია. მყარი ყვავილობის ტიპი კარგად აქვს გამოხატული სამივე მცენარეს, ამიტომ ყვავილობის ხანგრძლივობის მიხედვით ჩვენს მიერ შესწავლილი მცენარეები შეიძლება დავყოთ 2 ჯგუფად:

1. მცენარეები რომლებიც ყვავილობენ საშუალო ხანგრძლივობით: ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი, მშვენიერი კატალპა (34-36 დღე)
2. მცენარეები რომლებიც ყვავილობენ ხანგრძლივი ყვავილობით: ინდური იასამანი (50 დღე).

აგრეთვე გამოვლინდა, რომ ყვავილობის დაწყებასა და მის ხანგრძლივობას აკონტროლებს ტემპერატურა და ნალექები, რაც ნათლად აისახა საკვლევი მცენარეებზე. 2016 წელს 2015 წელთან შედარებით ყვავილობა ერთი თვით ადრე დაფიქსირდა, აგრეთვე საკვლევი მცენარეების უმრავლესობას მასიური ყვავილობა გაუხანგრძლივდა 3 დან 10 დღემდე.

ცხრილი 2.

ზოგიერთ მერქნიან მცენარეთა ყვავილობა

№	სახეობა	დაკვირვების წელი	დაკოკრება		ყვავილობა				
			პერიოდი (თარიღი)	დღეთა ხანგრძლივობა	დასაწყისი (თარიღი)	მასიური		დასასრული (თარიღი)	ხანგრძლივობა დღეებში სულ
						ყვავილობის პერიოდი	ხანგრძლივობა დღეებში		
1	მშვენიერი კატალპა	2015	15.04 1.05	17	1.05 7.05	7.05 25.05	19	25.05 8.06	36
		2016	20.04 25.04	6	25.04 29.04	29.04 20.05	22	20.05 28.05	34
2	ინდური იასამანი	2015	5.06 12.06	8	12.06 22.06	22.06 18.07	27	18.07 31.07	50
		2016	1.06. 5.05	5	5.06 15.06	15.06 17.07	33	17.07 10.08	57
3	ჩვეულებრივი ცხენისწაბლი	2015	25.03 29.03	5	16.04 22.04	22.04 4.05	13	4.05 15.05	30
		2016	28.02 3.03	6	3.03 10.03	10.03 30.03	20	30.03 5.04	34

ლიტერატურა

1. ტყავაძე მ., კილაძე რ., გუბელაძე ე. დეკორაციული დენდროლოგია. წიგნი 2, ნაწილი 1. ქ. ქუთაისი, აწსუ-ის გამომცემლობა, 2014 წ. 210 გვ.
2. გუბელაძე ე. იმერეთში გავრცელებული ზოგიერთი ფოთლოვანი მერქნიანი პარკოსანი მცენარეების ბიო-ეკოლოგია და გამოყენება მწვანე მშენებლობაში. სადისერტაციო ნაშრომი. ქუთაისი, 2006 წ. 145 გვ.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Ясовеев М.Г. *, Таликадзе Д.Д.

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Белоруссия

** e-mail: jasoveev.marat2016@yandex.ru*

Значение малой гидроэнергетики в современных условиях возросло в связи с положительным экологическим и экономическим эффектом мини гидроэлектростанций. Особую актуальность во многих странах мира строительства малых гидроэлектростанций обретают при решении проблем энергоснабжения сельских населенных пунктов, малых предприятий, фермерских хозяйств.

Гидроэнергетический потенциал реки определяется скоростью течения. В Грузии где преобладает горный рельеф, реки имеют высокую скорость течения, что способствует наличию высокого гидроэнергетического потенциала. Реки Беларуси в силу равнинного рельефа страны не имеют большой гидроэнергетический потенциал, так как уклон и падение рек невелики следовательно и скорость течения воды небольшой, однако средний уклон водной поверхности некоторых малых рек берущих начало на возвышенностях высок [5], что способствует высокой скорости течения. Исходя из этого, следует проводить оценку возможности постройки мини гидроэлектростанций на реках с высокой скоростью течения.

Вопросы, касающиеся использования гидроэнергетических ресурсов малых рек, рассматриваются, как правило, с позиции комплексного и рационального освоения потенциала водотоков. Малые гидроэлектростанции, как и любой другой способ производства электрической энергии, имеют определенные преимущества и недостатки. Среди экономических, экологических и социальных преимуществ малой гидроэнергетики можно выделить экономию органического топлива и строительных материалов, минимальное влияние на окружающую среду и сравнительно небольшой срок окупаемости. Мини ГЭС эффективны в малом и среднем бизнесе, в сфере услуг и туризма, сельского хозяйства и промышленности. К недостаткам малой гидроэнергетики, способным оказать влияние на ее эффективность, можно отнести неустойчивость выработки электроэнергии, вызванную гидрологическим режимом малых рек, вероятность аварий на малых гидроузлах в случае паводков, быстрое заиливание водохранилищ при плотинах мини ГЭС. Общими проблемами малой гидроэнергетики стран СНГ следует считать недостаточную изученность гидрологического режима и стока малых водотоков; отсутствие серийного производства оборудования и сервисной службы по его обслуживанию, относительно высокую во многих случаях удельную стоимость установленной мощности. Недостаточно разработана нормативно-методическая документация, а также технические условия по проектированию, строительству сооружений, монтажу оборудования.

В этой связи требуется создать экономические условия по организации высокотехнологичного производства по выпуску и техническому обслуживанию оборудования для мини ГЭС. Необходимо дальнейшее совершенствование и унификация законодательной базы в сфере использования возобновляемых источников энергии. На основе лучшей между народной практики следует разработать новые технические регламенты в части доступа к энергосистемам для мини ГЭС. Представляется целесообразным введение специальных гарантированных тарифов на покупку электроэнергии мини ГЭС, а также обязательств для энергосетей покупать эту электроэнергию или ее излишки после потребления непосредственным владельцем МГЭС. Необходимо обеспечить финансирование научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, привлечение частных инвестиций в развитие малой гидроэнергетики и использования

других возобновляемых источников, подготовку высококвалифицированных кадров для этой сферы энергетики.

В Беларуси насчитывается более 20.8 тыс. рек и ручьев общей протяженностью 90.8 тыс. км, их суммарный среднегодовой сток составляет 58 км³. Потенциальная мощность всех водотоков достигает 850 МВт, в том числе технически доступная – 520 МВт, экономически целесообразная – 250 МВт. Наибольший потенциал гидроэнергетики сосредоточен в Гродненской, Витебской и Могилевской областях на участках бассейнов рек Неман, Западная Двина и Днепр. Выполнена оценка экономической целесообразности строительства каскадов ГЭС на этих реках.

Методика оценки гидроэнергетического потенциала. Согласно методике оценки гидроэнергетического потенциала водного потока изложенной в работах [1, 4] силой, осуществляющей работу водяного потока, является вес воды. Работа потока определяется напором (Н) водотока, т.е. разностью уровней воды в начале и конце рассматриваемого участка, и величиной расхода (Q) протекающей воды. Если падение участка реки длиной L метров составляет Н метров, то при расходе воды Q, м³/с, равном его среднему значению в начале и конце участка, работа текущей воды в 1 секунду, т.е. мощность водотока N, Вт, на рассматриваемом участке составит: $N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$, где ρ – плотность воды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м³/с.

Так как вся кинетическая энергия водного потока не может быть преобразована в электрическую энергию, то необходимо дополнить вышеописанную формулу механическим КПД гидроагрегата η (находится в диапазоне от 0,6 до 0,95 в зависимости от типа гидроагрегата). Таким образом, в случае минимального КПД гидроагрегата η составит 0,6 следовательно ориентировочная мощность, выдаваемая мини гидроэлектростанцией в Ваттах, составит: $N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta$ [1]. Напор – давление жидкости, выражаемое высотой столба жидкости над выбранным уровнем отсчёта, или разница уровней от забора воды в систему до гидроагрегата; измеряется в метрах. Расход – объём воды, протекающей через поперечное сечение трубы (русла) в единицу времени, измеряется в м³/с.

Согласно методике, изложенной в работах [3, 6] измеряется скорость течения с помощью поверхностных поплавков и секундомера следующим образом: на реке выбирается участок с ровным руслом и на нем намечают четыре створа на одинаковом расстоянии один от другого. Первый створ пусковой, следующие – верхний, главный и нижний соответственно. Скорость течения определяли по времени прохождения поплавков от верхнего до нижнего створов. Поплавки пускали на разных расстояниях от берега.

Расставив наблюдателей по створам, приступаем к забрасыванию поплавков. Наблюдатель с секундомером находился на главном створе. Он, по сигналу наблюдателя верхнего створа, засекает время прохождения поплавка через его створ, по сигналу наблюдателя нижнего створа – через нижний створ. Полученное время прохождения поплавка от верхнего до нижнего створа записывается в таблицу (см. таблицу). Путь поплавка делится на время его движения и определяем скорость движения поплавка.

Таблица 1.

Гидрологические характеристики реки

Фаза режима реки	Ширина водного потока, м	Глубина в середине водного потока, м	Площадь первого треугольника S, м ²	Площадь второго треугольника S, м ²	Площадь живого сечения S, м ²	Средняя скорость течения, v, м/с	Расход воды Q, м ³ /с
Весеннее половодье	n	n	n	n	n	n	n
Летняя межень	n	n	n	n	n	n	n
Осенний паводок	n	n	n	n	n	n	n

Для определения расхода реки с помощью поплавков на главном створе определяем площадь ее живого сечения. Для этого измеряем глубину в середине потока воды палкой,

погрузив палку вертикально в воду, затем измерив длину ее мокрой части. На основании полученных данных строим поперечный профиль живого сечения реки. На профиле получаем 2 треугольника. Вычисляем их площади по формуле: $S\Delta = (d \cdot h) : 2$, где d – один катет, h – второй. Сложив площади между промерными вертикалями, получим площадь живого сечения S . Расход воды Q (м³) получаем умножив площадь живого сечения на среднюю скорость: $Q = S \cdot v$. Чтоб определить годовой сток реки необходимо провести измерения в разные фазы режима реки. С учетом полученных результатов можно выявить возможности работы мини ГЭС.

Литература

1. Гашинский, Ю.П. Методика расчёта, обзор конструкций и компоновка микро ГЭС / Тезисы докладов республиканского совещания: Проблемы энергоресурсов малых рек. КиргизНИИЭ. Ф. КиргНИОЭ, 2015.
2. Доклад Президента Беларуси А.Г. Лукашенко на пятом Всебелорусском народном собрании / [Электронный ресурс]. Режим доступа : www.president.gov.by/ru/news_ru/view/uchastie-v-pjatom-vsebeloruskom-narodnom-sobranii-13867/
3. Методика полевых физико-географических исследований / Москва : 1972. С. 5 – 200.
4. Потапов В.М., Ткаченко П.Е., Юшманов О.Л. Использование водной энергии / Колос, М. : 1972. 305 с.
5. Природа Белоруссии. Климат и воды : энциклопедия / Мн. : 2010. – С. 300.
6. Таликадзе, Д.Д. Исследовательская работа по географии : гидрологический аспект / Д.Д. Таликадзе – Народная асвета №12, 2015. С. 79-82.

ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СИБИРИ

Семенов Ю. М.¹, Шмаудер Г.², Хоппенштедт А.³

¹Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, *Россия*, ²Федеральное ведомство охраны природы, Бонн, *ФРГ*, ³Технический университет, Берлин, *ФРГ*

*e-mail: heinrich.schmauder@bfn.de; hoppenstedt@hhp-raumentwicklung.de
yumsemenov@mail.ru;*

Начало ландшафтному планированию в России было положено в 1994 г., когда в рамках Соглашения о сотрудничестве в области охраны окружающей среды между РФ и ФРГ был заключен договор о выполнении совместного российско-германского проекта «Экологически ориентированное планирование землепользования в Прибайкалье» между Администрацией Иркутской области и Немецким обществом технического сотрудничества (ГТЦ).

В течение 1994-1998 гг. Институтом географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения РАН (ИГ СО РАН) при участии Института географии РАН (ИГ РАН, Москва), администрации Иркутской области, Немецкого общества по техническому сотрудничеству (Эшборн) и группы планирования «Экология + окружающая среда» (Ганновер) были созданы ландшафтные рамочные планы бассейна р. Голоустной [Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Бассейн реки Голоустной, 1997] и Ольхонского административного района [Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район, 1998]. Затем ИГ СО РАН при активной консультативной поддержке Федерального ведомства охраны природы Германии продолжил развитие методического аппарата, прежде всего за счет широкого применения методов ландшафтного планирования в различных направлениях охраны природы на территории Прибайкалья. Впервые в России была разработана схема экологического зонирования Байкальской природной территории, составлены ландшафтные рамочные планы Слюдянского и южной части Иркутского районов, бассейна р. Селенги и Забайкальского национального парка, крупномасштабные ландшафтные планы пос. Листвянка и г. Байкальска.

На основе этих исследований разработаны принципы ландшафтного планирования и концепция его развития в России [Дроздов, 1996; Антипов, Кравченко, Семенов, 1997; Antipov, Hoppenstedt, Kravtschenko, Semenov, 1997; Антипов, Семенов, 2006, 2009; Семенов, 2014], составлены методические рекомендации по ландшафтному планированию [Руководство по ландшафтному планированию, 2001; Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт, 2002; Landscape Planning, 2006], подготовлена серия монографий [Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район, 2002; Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район, 2004; и др.].

Реализация принципов и основных методических представлений ландшафтного планирования в ИГ СО РАН не является прямым копированием международных подходов, так как специфика природных и социально-экономических условий требует поиска более адекватных подходов к применению таких инструментов, а российские географы имеют солидный опыт в решении прикладных задач природопользования. Он основывается на достижениях и традициях российской школы комплексной физической географии, которая, начиная с работ ее основоположников В. В. Докучаева, А. И. Воейкова, А. Н. Краснова, Г. Н. Высоцкого, К. Д. Глинки, Г. Ф. Морозова и Г. И. Танфильева, всегда выполняла ряд прикладных функций.

Комплексная физическая география – это наука, которая базируется на основных положениях учения о геосистемах [Сочава, 1978], используя сведения о компонентах геосистем,

полученные геологами, геоморфологами, климатологами, гидрологами, почвоведомы, ботаниками, зоологами и т.д., для ландшафтного синтеза [Семенов, 2010]. На современном этапе развития одним из основных ее приложений к практике является ландшафтное планирование. Оно представляет собой, с одной стороны, совокупность подходов и методов построения территориальной организации взаимодействия общества с конкретными ландшафтами, обеспечивающей устойчивое природопользование и сохранение основных функций этих ландшафтов, а с другой – процесс коммуникации всех субъектов природоохранной и хозяйственной деятельности на территории планирования для выявления и согласования интересов, решения конфликтов природопользования и разработки согласованного плана действий и мероприятий [Антипов, Семенов, 2006].

Процедура ландшафтного планирования обычно включает 5 основных этапов: 1) инвентаризацию (сбор и обобщение) информации о природной среде, социально-экономических условиях, структуре и особенностях землепользования территории, а также выявление конфликтов природопользования; 2) оценку природных условий, потенциала и характера использования земель территории; 3) определение отраслевых целей использования природных компонентов; 4) создание интегрированной целевой концепции использования территории; 5) разработку программы основных направлений действий и мероприятий [Руководство по ландшафтному планированию, 2001].

В ИГ СО РАН работы по ландшафтному планированию ведутся с применением методики, разработанной при активной консультативной поддержке Федерального ведомства охраны природы ФРГ. Из-за принципиально иных, чем в Германии, природных и социально-экономических условий методологические и методические подходы ландшафтного планирования, созданные на базе адаптации методических разработок немецких коллег, видоизменялись с использованием опыта российской комплексной физической географии и путем более широкого привлечения в планирование социально-экономических факторов территориального развития. Если в европейских странах работы инвентаризационного этапа в самом деле сводятся только к сбору и обобщению имеющейся информации о природе и социально-экономических условиях, структуре, особенностях землепользования территории, то в Российской Федерации и странах бывшего Советского Союза часто приходится проводить картографирование компонентов геосистем заново, поскольку значительные территории до сих пор не имеют карт почвенного покрова, растительности и т.д.

Вместе с тем ландшафтно-экологические исследования, проводимые в СССР, часто включали оценку земель и ландшафтов, а так как многие оцениваемые природные функции уже отражены в легендах ландшафтных карт, то определение ценности и устойчивости, прогноз возможных изменений геосистем, определение целей развития территорий и выбор мероприятий по их реализации проводились вполне квалифицированно.

Плодотворность ландшафтно-оценочного подхода прекрасно показал А.Г. Исаченко [1980а, 1980б], предложивший оценивать на ландшафтной основе пригодность земель для того или иного вида использования, когда объектом оценки выступает природный комплекс (ландшафт, геосистема), а субъектом – вид использования. К настоящему времени накоплен значительный опыт картографирования с позиций использования земель в сельском хозяйстве, промышленном строительстве и рекреации. Максимальный учет природной обстановки в ландшафтно-оценочных работах достигается созданием серий карт оценки геосистем [Семенов, 1991].

Наряду с работами по ландшафтно-оценочному картографированию возникновению ландшафтно-планировочных работ в странах бывшего СССР во многом способствовали проводимые под руководством Н. Л. Беручашвили работы по планированию устойчивого лесопользования с созданием карт устойчивости (уязвимости) ландшафтов («семафорных карт») и карт ландшафтного разнообразия («зеленых карт») [Беручашвили, Джамаспашвили, 2002;

Беручашвили, 2005; Беручашвили, Гордезиани, Джамаспашвили, Маглакелидзе, Николаишвили, 2007].

В ландшафтном планировании существует, по крайней мере, 3 основных направления: 1) «классическое», распространенное в Западной Европе (в наиболее разработанном виде – в Германии), которое выполняется ландшафтными планировщиками (инженерами-ландшафтоведами) [Jessel, Tobias, 2002; v. Naaren, 2004; v. Naaren, Galler, Ott, 2008; и др.]; 2) российское «ландшафтное», развиваемое в МГУ и ряде других ВУЗов, которое базируется на принципах и методах ландшафтоведения и выполняется ландшафтоведами [Колбовский, 2008, 2013; Хорошев, 2007, 2010; и др.]; 3) российское «экологическое» (экологически ориентированное планирование землепользования), основанное на подходах комплексной физической географии и выполняемое коллективом специалистов под руководством ландшафтоведа [Антипов, Семенов, 2006, 2009; Семенов, Суворов, 2010б; Экологически ориентированное планирование землепользования, 2002, 2004, 2013; Antipov, Hoppenstedt, Kravtschenko, Semenov, 1997; Landscape Planning, 2006; и др.].

В европейском ландшафтном планировании ландшафтные карты обычно не применяются, являясь лишь вспомогательным инструментом оценки облика ландшафта и возможностей его рекреационного использования. В российском «ландшафтном» они являются главнейшим инструментом и источником сведений о природных свойствах территории. В российском экологически ориентированном планировании землепользования ландшафтные карты служат картографической основой и инструментом оценки именно ландшафтов (геосистем).

При планировании по единой контурной сетке ландшафтных выделов возможны 3 варианта использования ландшафтной основы: 1) работы ведутся по контурам ландшафтной карты, составленной ранее одним из авторов ландшафтного плана; 2) для исследований адаптируется карта стороннего автора, адаптированная под задачи планирования; 3) ландшафтная основа составляется непосредственно в ходе проекта. В любом случае оценка значения и чувствительности, определение целей развития природных компонентов проводятся на основе контурной сетки ландшафтной карты, адаптированной именно к задачам ландшафтного планирования. Это дает возможность использовать весь объем информации, накопленный в базах данных, на всех этапах работы и в полной мере учитывать вплоть до принятия планировочных решений, что делает описанную схему очень гибкой и применимой для решения других задач в любых природных условиях и социально-экономических ситуациях.

Подход с использованием имеющейся собственной карты впервые был применен при работе над ландшафтным рамочным планом Слюдянского района Иркутской области [Экологически ориентированное планирование землепользования, 2002], где основой послужила составленная ранее карта Е.Г. Суворова [Суворов, Титаев, 1999]. Для ландшафтного плана природного парка «Зона покоя «Укок» [Бабин, Семенов, Шитов и др., 2011] использовалась ландшафтная карта Кош-Агачского района Республики Алтай, составленная Г.С. Самойловой [2005], которая была адаптирована к требованиям ландшафтного планирования и конкретного проекта.

Для обеспечения точности и достоверности ландшафтной основы каждый выдел согласовывался с содержанием имеющихся тематических карт; все множество характеристик компонентов геосистем упорядочивалось в факторную систему и кодировалось; для каждой типологической единицы был составлен паспорт с подробным описанием компонентов, включая показатели их использования, степени и характера нарушенности, значения, чувствительности и т.д.

В итоге была создана ландшафтная ГИС, визуализация базы данных которой позволяет строить новые карты разного тематического содержания, а весь накопленный объем информации использовать на всех этапах работы вплоть до принятия планировочных решений. В дальнейшем

эта ГИС была доработана и использована при разработке ландшафтного рамочного плана Кош-Агачского района [Экологически ориентированное планирование землепользования, 2013].

При ландшафтном планировании территории Майминского и Чемальского районов Республики Алтай в целях усовершенствования и отработки методики оценки и определения целей развития природных компонентов была подготовлена специальная ландшафтная основа [Семенов, Лысанова, 2016]. При ее составлении и разработке легенды наряду с собственными материалами маршрутных исследований, детального картографирования ключевых участков были использованы опубликованные материалы – карта Д.В. Черных и Г.С. Самойловой «Ландшафты Алтая (Республика Алтай и Алтайский край)» [2011] и коллективная монография сотрудников Горно-Алтайского государственного университета под редакцией А.В. Шитова «Природные комплексы Майминского района Республики Алтай» [2006], интерпретированные с учетом авторского опыта составления карт геосистем смежных регионов [Лысанова, Семенов, Сороковой, 2011, 2016; Лысанова, Семенов и др., 2013; Семенов, Суворов, Лысанова и др., 2013] для удобства типизации оценок и целей при ландшафтном планировании. Методика картографирования базировалась на учении о геосистемах В.Б. Сочавы [1978] и принципах построения иерархической структуры геомеров путем интеграции структурных и структурно-динамических показателей.

Комплексный физико-географический подход, предполагающий совместные работы специалистов в области изучения отдельных компонентов геосистем, способен плодотворно работать при ландшафтном планировании, позволяя более корректно и детально учитывать природные особенности территории, чем это делалось бы ландшафтоведами-планировщиками без участия (помощи) специалистов-отраслевиков. Используемая ландшафтными планировщиками ФРГ процедура оценки природных компонентов в категориях «значение» и «чувствительность» с последующим определением целей территориального развития, была адаптирована к условиям РФ, изменена и дополнена. Поскольку в нашей методике оценивание природных компонентов проводится по единой контурной сетке ландшафтных выделов с использованием ГИС, то особое внимание при этом, естественно, должно уделяться выбору или построению корректной основы для оценки природных компонентов и определения целей территориального развития – карты геосистем.

Необходимость рациональности реализации документов ландшафтного планирования горных территорий привела к пониманию важности показа на нижних уровнях ландшафтной структуры не только типологических единиц, но и их конкретных сочетаний. Поскольку выделение, рисовка контуров и построение легенд карт геосистем проводятся для последующих операций их оценки и оптимальной «привязки» проектов природопользования, строгая классификационная принадлежность конкретных геосистем к соответствующим классам фаций и геомам не всегда является основополагающим критерием при определении места конкретных выделов в легенде картографической ландшафтной основы.

Ландшафтное планирование осуществляется на трех масштабных уровнях, поэтому, естественно, ландшафтная основа также имеет дело с тремя уровнями организации геосистем: для ландшафтного крупномасштабного плана базовой единицей картографирования и оценки служит фация, а основной ячейкой детальной проработки – микрогеохора (урочище); для ландшафтного рамочного плана – соответственно группа фаций и мезогеозора (местность), для ландшафтной программы – геом и ландшафт. Поэтому, несмотря на типологические легенды карт, используемых в качестве основы для ландшафтного планирования, оценка часто ведется фактически по конкретным местоположениям, особенно в геохорах со сложным рельефом, где из-за мелкоконтурности (дробности), мозаичности и серийности геомеров приходится на нижних уровнях ландшафтной структуры прибегать к показу не только типологических единиц, но и их конкретных хронологических сочетаний с учетом геохимической латеральной сопряженности, то есть используется совмещение типологического и регионального подходов [Семенов, Лысанова,

2016]. Традиции российской и советской физической географии предполагают обязательное детальное обоснование работ с позиций ландшафтоведения.

Известно, что благодаря эмерджентности системе по сравнению с простой суммой ее компонентов свойственно большее число характеристик, возможностей и неопределенностей, поэтому оценка, определение целей развития природных компонентов и их интегрирование как суммирование контуров не могут дать полной картины возможностей использования территории. Отсюда «ландшафтоведческий» подход к планированию имеет определенное преимущество перед традиционным европейским ландшафтно-экологическим, но само по себе ландшафтоведение (как и его продукт – ландшафтная карта) не может претендовать на всеобщий охват сложной картины компонентного многообразия ландшафтов: отраслевика все равно знают свои компоненты лучше. Поэтому уже при выборе или построении основы для карт оценки значения и чувствительности компонентов геосистем, для карт целевых концепций их территориального развития, необходимы консультации со специалистами-отраслевиками. По-видимому, в условиях, когда в так называемом «территориальном планировании» нет деления на специализированные сектора, практически все другие секторальные планирования отсутствуют, решить проблему внедрения ландшафтного планирования в России с позиций чисто «ландшафтоведческого» подхода невозможно.

Комплексная физическая география, построенная на постоянном сотрудничестве со специалистами-отраслевиками, позволяет управленцам обойтись на определенный период без многих секторальных планирований, используя «экологически ориентированное территориальное планирование». К сожалению, в России, несмотря на непрекращающиеся попытки ряда географов внедрить ландшафтное планирование как инструмент обоснования путей землепользования [Антипов, Семенов, 2006, 2009; Дроздов, 1996; Колбовский, 2008, 2013; Ландшафтное планирование, 2002; Семенов, 2014, 2015; Хорошев, 2007, 2010; Экологически ориентированное планирование землепользования, 2002, 2004, 2013; Landscape Planning, 2006; и др.], оно так и не смогло стать сектором или хотя бы средством экологизации территориального планирования, и спроса на его документы не наблюдается. Поэтому имеет смысл создавать пока не полноценные ландшафтные программы и планы, а использовать возможности ландшафтного планирования при разработке других справочных и плановых документов, к числу которых относятся и ландшафтно-оценочные карты, которые предлагается составлять для субъектов РФ и муниципальных образований.

Ландшафтное планирование призвано играть важную роль в экологическом сопровождении инвестиционной деятельности, в российской процедуре которого сложились некоторые дефициты: реализация процедуры множеством ведомств, разбросанность описания элементов процедуры по множеству нормативных документов, отсутствие четкой регламентации прав и обязанностей участников инвестиционного процесса, отсутствие конструктивного сопровождения прохождения инвестиционного процесса органом власти, отсутствие правил составления и согласования технических заданий на содержание и объемы ОВОС, неопределенность требований к содержанию представленной на экспертизу природоохранной документации, неопределенность порядка учета мнения местных жителей, отсутствие критериев формирования экспертной комиссии для конкретного проекта, разрыв между экологической экспертизой обосновывающей документации и контролем практической реализации намечаемой деятельности [Landscape Planning, 2006].

Разработка ОВОС в России осложняется недостатком внимания к предварительной оценке воздействия, неопределенностью содержания ОВОС в зависимости от характера планируемой деятельности (в частности, отсутствием классификации видов деятельности, их масштабов и связанных с ними видов воздействий на те или иные природные среды, критериев оценки воздействия на природные среды в зависимости от вида воздействия, критериев оценки

кумулятивного воздействия и интегральных характеристик воздействия), а также отсутствием разделения методик ОВОС на обязательные для выполнения и рекомендуемые.

При создании ОВОС результаты ландшафтного планирования используются для решения таких задач, как отраслевая и интегральная оценка современного состояния природной среды территории размещения объекта; выбор оптимальной с экологической точки зрения стратегии освоения территории; выбор места размещения объекта и сравнительная оценка различных вариантов размещения; сравнительная и интегральная оценка конкретного вида воздействия (или последствий реализации проектных решений в целом) на отдельные (или все) компоненты природной среды; сравнительная оценка результатов эксплуатации объекта в течение различных интервалов времени и ряда других. В этом контексте ландшафтные планы служат, прежде всего, для принятия значимых и обоснованных решений на стадии обоснования инвестиций [Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза, 2008].

Освоение крупных месторождений в Сибири охватывает значительные территории. Перспективы развития нефтяной и газовой промышленности в Восточной Сибири связываются с Сибирской платформой, охватывающей большую часть Красноярского края, Иркутской области и Якутии, где выявлены крупные запасы нефти и газа. В настоящее время на юге Сибирской платформы на крупнейших месторождениях нефти и газа продолжаются геологоразведочные работы, осуществляется подготовка к полномасштабному освоению ресурсов газа. Воздействие человека при газопромысловом освоении имеет многоаспектный характер, затрагивает все природные среды, ведет к преобразованиям социально-экономических условий, меняет инфраструктуру транспорта и хозяйства. На всех этапах такое освоение связано с политикой землепользования, которое по современным стандартам должно быть экологически ориентированным и сбалансированно учитывать интересы как человека, так природы. Именно реализации подхода с такой направленностью отвечает ландшафтное планирование.

В ИГ СО РАН накоплен значительный опыт использования методов ландшафтного планирования в решении отраслевых задач природопользования: землеустройства, водоохранного и функционального зонирования, градостроительного проектирования, географической экспертизы и оценки воздействия создаваемых хозяйственных объектов на окружающую среду. Так, сотрудниками ИГ СО РАН создан план экологически обоснованной стратегии освоения территории обустройства Ковыктинского газоконденсатного месторождения [Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе.

Ковыктинское газоконденсатное месторождение, 2004], разработана вариантная схема интегральной оценки уровня конфликтности размещения трассы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» [Антипов, Макаров, Семенов, 2006], инструменты ландшафтного планирования применяются при разработке ОВОС и инженерно-экологических обоснований создания объектов добычи и транспорта углеводородов в Восточной Сибири. Кроме того, в ИГ СО РАН ведется создание ландшафтно-оценочной карты азиатской части России, оценочная функция которой реализуется с использованием инструментов ЛП [Суворов, Семенов, Новицкая, 2009; Семенов, Суворов, 2010а].

Таким образом, в результате германо-российского сотрудничества в Прибайкалье были созданы предпосылки для широкого внедрения инструментов ландшафтного планирования как основы устойчивого территориального развития, а затем накопленный опыт был использован для решения задач планирования землепользования в других регионах России и странах СНГ. В настоящее время уже вполне очевидно, что ландшафтное планирование представляет значительный потенциал для экологизации планирования устойчивого территориального развития, причем при наличии соответствующей нормативно-правовой базы его результаты могут быть и непосредственно внедрены в территориальное планирование.

Литература

1. Антипов А. Н., Кравченко В. В., Семенов Ю. М. Ландшафтное планирование в Прибайкалье // География и природные ресурсы. – 1997. – № 4. – С. 6-21.
2. Антипов А. Н., Макаров С. А., Семенов Ю. М. Экологические риски и проблемы реализации проекта нефтепровода: вариантный подход // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. – Иркутск: Изд. ИЗК СО РАН, 2006. – Вып. 5. – С. 21-29.
3. Антипов А. Н., Семенов Ю. М. Ландшафтное планирование как инструмент управления природопользованием (на примере Байкальского региона) // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 5. – С. 82-91.
4. Антипов А. Н., Семенов Ю. М. Опыт использования аппарата ландшафтного планирования в России при решении задач территориального развития // Український географічний журнал. – 2009. – № 3. – С. 10-17.
5. Антипов А. Н., Семенов Ю. М., Элизбарашвили Н. К., Саядян О. Я., Мамедов Р. М. Ландшафтное планирование в Закавказье // География и природ. ресурсы. – 2009. – № 3. – С. 135-143.
6. Бабин В. Г., Семенов Ю. М., Шитов А. В., Сухова М. Г., Кочеева Н. А., Журавлева О. В., Минаев А. И., Каранин А. В. Ландшафтное планирование природного парка «Зона покоя Укок» (Республика Алтай) // География и природные ресурсы. – 2011. – № 3. – С. 38-45.
7. Беручашвили Н. Л. Ландшафтные исследования в Боржомском районе и их значение для лесоустроительных работ // Кавказский географический журнал. – 2005. – № 5. – С. 15-22.
8. Беручашвили Н. Л., Гордезиани Т. П., Джамаспашвили Н. Ш., Маглакелидзе Р. В., Николаишвили Д. А. Критические территории в ландшафте (опыт ландшафтных исследований в Грузии) // Известия РГО. – 2007. – Т. 139, вып. 1. – С. 22-30.
9. Беручашвили Н. Л., Джамаспашвили Н. Ш. Лесоустроительные работы и «зеленая карта» // Кавказский географический журнал. – 2002. – № 1. – С. 74-82.
10. Дроздов А. В. Перспективы развития ландшафтного планирования в России // Известия РАН. Серия географическая. – 1996. – № 1. – С. 21-32.
11. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1980а. – 264 с.
12. Исаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. – Л.: Наука, 1980б. – 222 с.
13. Колбовский Е. Ю. Ландшафтное планирование: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 562 с.
14. Колбовский Е. Ю. Нерешенные вопросы ландшафтоведения и ландшафтного планирование // Известия РАН. Серия географическая. – 2013. – № 5. – С. 19-29.
15. Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт / Антипов А. Н., Дроздов А. В., Кравченко В. В. и др. – Бонн – Москва – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 141 с.
16. Лысанова Г. И., Семенов Ю. М., Сороковой А. А. Геосистемы бассейна верхнего Енисея // География и природные ресурсы. – 2011. – № 4. – С. 92-99.
17. Лысанова Г. И., Семенов Ю. М., Сороковой А. А. Ландшафтное картографирование Республики Хакасия // Геодезия и картография. – 2016. – № 12. – С. 16–23.
18. Лысанова Г. И., Семенов Ю. М., Шеховцов А. И., Сороковой А. А. Геосистемы Республики Тыва // География и природные ресурсы. – 2013. – № 3. – С. 181-184.
19. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: российско-германское методическое пособие / Кравченко В. В., Игнатов А. В., Венчикова В. Р., Май А., Венде В., Хоппенштедт А. – Иркутск: Изд. ИГ СО РАН, 2008. – 199 с.
20. Природные комплексы Майминского района Республики Алтай / Шитов А. В., Минаев А. И., Федоткина Н. В. и др. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. – 200 с.
21. Руководство по ландшафтному планированию. – Т. II. Методические рекомендации по ландшафтному планированию / Антипов А. Н., Дроздов А. В., Князева Т. Ф. и др. – М.: Гос. центр экол. программ, 2001. – 73 с.
22. Самойлова Г. С. Ландшафтная карта Кош-Агачского района Республики Алтай // Оценка местообитаний некоторых ключевых видов млекопитающих в Алтае-Хангае-Саянском регионе с помощью специализированной геоинформационной системы. – М.: Российское представительство WWF, 2005. – Электронная версия.
23. Семенов Ю. М. Ландшафтно-геохимический синтез и организация геосистем. – Новосибирск: Наука, 1991. – 145 с.

24. Семенов Ю.М. Ландшафтно-географическое обеспечение экологической политики природопользования в регионах Сибири // География и природные ресурсы. 2014. – № 3. – С. 16-21.
25. Семенов Ю. М. Ландшафтное планирование как инструмент выявления и идентификации рисков природопользования // Проблемы анализа риска. – 2015. – Т. 12, № 5. – С. 86-93.
26. Семенов Ю. М., Лысанова Г. И. Картографирование геосистем для ландшафтного планирования районов Республики Алтай // География и природные ресурсы. – 2016. – № 4. – С. 66-75.
27. Семенов Ю. М., Суворов Е. Г. Ландшафтная карта Азиатской России как картографическая основа трансрегионального полигона ГКСФ // Кавказский географический журнал. –2010а. - № 11. - С. 11-14.
28. Семенов Ю. М., Суворов Е. Г. Комплексная физическая география и ландшафтное планирование // XIV съезд Русского географического общества (11-14 декабря 2010 г., Санкт-Петербург): Сборник научных работ. – СПб.: Изд. РГО, 2010б. – Кн. 2. Естественная география в решении проблем природопользования и пространственной организации общества. – С. 50-54.
29. Семенов Ю. М., Суворов Е. Г., Лысанова Г. И., Семенова Л. Н., Шитов А. В. Опыт ландшафтного планирования и ландшафтно-оценочного картографирования горных территорий // Экологическое планирование и управление. – 2013. – № 2 (15). – С. 23-30, 98-100.
30. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
31. Суворов Е. Г., Семенов Ю. М., Новицкая Н. И. Ландшафтно-оценочная карта Азиатской части России: принципы и методические аспекты составления // География и природные ресурсы. – 2009. - № 4. – С. 5-10.
32. Суворов Е. Г., Титаев Д. Б. Структура ландшафтов Южного Прибайкалья // География и природные ресурсы. – 1999. – № 4. – С. 20-30.
33. Хорошев А. В. Географическая концепция ландшафтного планирования // Известия РАН. Серия географическая. – 2012. – № 4. – С. 103-112.
34. Хорошев А. В. Полимасштабность ландшафтной организации как основание для ландшафтно-планировочных решений // Структурно-динамические особенности, современное состояние и проблемы оптимизации ландшафтов: Мат. 5-й межд. конф., посв. 95-летию со дня рожд. Ф.Н. Милькова (Воронеж, 15-17 мая 2013 г.). – Воронеж: Истоки, 2013. – С. 421-426.
35. Черных Д. В., Самойлова Г. С. Ландшафты Алтая (Республика Алтай и Алтайский край). Карта. М 1:500 000. – Новосибирск: ФГУП Новосибирская картографическая фабрика, 2011.
36. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Бассейн реки Голоустной: Рамочный план экологически ориентированного землепользования в масштабе 1:200 000 / Кравченко В. В., Волкова В. Г., Давыдова Н. Д. и др. – Иркутск – Ганновер: Изд. ИГ СО РАН, 1997. – 234 с.
37. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район: Рамочный план экологически ориентированного землепользования в масштабе 1:200 000 / Семенов Ю. М., Буфал В. В., Выркин В. Б. и др. – Иркутск: Изд. ИГ СО РАН, 1998. – 216 с.
38. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район / Суворов Е. Г., Антипов А. Н., Семенов Ю. М. и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 141 с.
39. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район / Семенов Ю. М., Антипов А. Н., Буфал В. В. и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004. - 147 с.
40. Экологически ориентированное планирование землепользования в Алтайском регионе. Кош-Агачский район / Семенов Ю. М., Бабин В. Г., Кочеева Н. А. и др. – Новосибирск: Гео, 2013. – 132 с.
41. Antipov A., Hoppenstedt A., Kravtschenko V., Semenov Yu. Oekologisch orientierte Landnutzungsplanung in der Baikal-Region // Garten und Landschaft. - 1997. – Н. 9. - S. 40-42.
42. Antipov A. N., Semenov Yu. M. Russian School of Landscape Planning // Annals of Agrarian Science. - 2005. – Vol. 3, No. 2. – Pp. 30-37.
43. Haaren von C. Landschaftsplanung. - Stuttgart: Ulmer, 2004. - 527 S.
44. Haaren von C., Galler C., Ott S. Landschaftsplanung: Grundlage nachhaltiger Landschaftsentwicklung. – Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 2008. – 52 S.
45. Jessel B., Tobias K. Ökologisch orientierte Planung. - Stuttgart: Ulmer, 2002. – 470 S.
46. Landscape Planning: Tools and Experience in Implementation / Antipov A. N., Kravchenko V. V., Semenov Yu. M. et al. – Bonn – Irkutsk: V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2006. – 149 p.

SUMMARY

LANDSCAPE PLANNING IN SIBERIA

Semenov Yu.M^{*}, Shmauder H., Hoppenstedt A.

^{}V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia*

^{}e-mail: yumsemenov@mail.ru*

During 1994-1998, the staff members of Institute of Geography of SB RAS together with colleagues from Germany implemented a joint Russian-German project of landscape planning in the Baikal region for Irkutsk and Olkhon districts. In subsequent years the IG continued a development of LP methodological apparatus, using the landscape planning methods for various purposes of nature conservation on the territory of the Baikal region with active advisory support from the German Federal Agency for Nature Conservation. Thus the Program of ecological zoning for the Baikal Natural Territory, the landscape framework plans of several districts of Baikal Natural Territory were developed. The IG SB RAS has accumulated a wealth of experience from using landscape planning in solving sectoral problems, such as land organization, water-protective zoning, urban development design, and environmental impact assessment with regards to industrial projects under construction. Those studies formed a basis for elaborating the principles of landscape planning and the concept of its promotion and implementation in Russia, methodological recommendations for landscape planning were prepared, and the experience of landscape planning gained in the Baikal Natural Territory, has been multiplied to other regions.

Key words: landscape planning, Russian-German cooperation, Siberia, methods, mapping

ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ОПТИМИЗАЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕМИАРИДНЫХ РЕГИОНАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Макаров В.З. *, Пичугина Н.В. **

*ФГОУ НИУ Географический факультет Саратовского государственного университета
имени Н.Г. Чернышевского, Россия*

*e-mail: *makarovvz@rambler.ru, **pichuginan@mail.ru*

Аннотация. Для решения задач ландшафтного планирования и оптимизации природопользования в разных сферах хозяйственной деятельности (сельское хозяйство, рекреация, градостроительство, территориальное планирование) используются концептуальные модели ландшафтоведения и ландшафтной экологии. В семиаридных регионах Евразии сложился, преимущественно, сельскохозяйственный тип природопользования. Опыт сельскохозяйственного районирования, выполненный на основе ландшафтной структуры и биоклиматического потенциала, рассматривается на примере степных и полупустынных ландшафтов Саратовской области Российской Федерации.

Ключевые слова: ландшафтное планирование, природный потенциал семиаридных ландшафтов, экологически ориентированное природопользование, Россия, Саратовская область.

Вводные замечания.

Ландшафтное планирование, как научно-деятельностная форма практического использования идей и методов ландшафтной географии, становится всё более востребованным в России. Ландшафтный план в территориальном планировании является, по-сути, основой рационального и экологически сбалансированного, то есть устойчивого развития территории. В центре методологии ландшафтного планирования лежит требование учёта специфики ландшафтного устройства территории, её морфологического, компонентного и функционально-ресурсного своеобразия для удовлетворения основных и вторичных потребностей общества в его материальном и духовном развитии. Цель сообщения: рассмотреть природные условия, ландшафтную структуру и сельскохозяйственное районирование; историю освоения земель в южной лесостепи, степи и северной полупустыне Нижнего Поволжья; среднемасштабные районно-планировочные решения для Саратовской области, принятые на основе ландшафтной идеологии во второй половине XX и начале XXI веков.

Методы и привлечённые материалы. При подготовке сообщения использованы данные многолетних ландшафтных и территориально-планировочных исследований сотрудников географического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, а также опубликованные и фондовые материалы по Саратовской области.

Особенности географического положения. Саратовская область находится на юго-востоке Русской равнины (49°48' и 52°49' с.ш., 42°30' и 50°50' в.д.). Она расположена на тех же широтах, что и Харьковская и Львовская области Украины, южная Польша, центральная Германия, Голландия, южная Англия и южная Канада. Саратовская область входит в состав Приволжского федерального округа (ПФО) Российской Федерации. Её площадь – 100,2 тыс. км² (9,7% от площади ПФО [5]). Протяжённость территории с запада на восток достигает 570 км, с севера на юг 124 км в западной части и 319 км – в восточной части. Численность населения области на 01.01.2016 года составила 2487,5 тыс. человек, при этом 75,3% населения проживает в городах, средняя плотность населения

по области – 24,6 человека на 1 км² [5]. Саратовская область издавна является своеобразными «воротами» России в Казахстан и Среднюю Азию. Её территория представляет межрегиональный экотон между лесостепями и смешанными лесами Центральной России и полупустынями и пустынями Казахстана и Средней Азии.

Своеобразие природы и ландшафты. Долина Волги делит территорию области почти поровну на две части – Правобережную и Левобережную (или Заволжскую). В пределах Саратовской области представлены пять геоморфологических и семь ландшафтных провинций [9] (таблица 1), различающихся историей геологического развития, рельефом, характером горных пород, климатическими условиями. На западе области в бассейне реки Хопер находится юго-восточная окраина Окско-Донской низменной равнины, на остальной территории Саратовского Правобережья – Приволжская возвышенность. Практически всё Саратовское Заволжье занимает Низкая Сыртовая равнина (с волжскими террасами на западе), на юго-востоке она граничит с отрогами возвышенности Общий Сырт, а на юге – с Прикаспийской низменностью. Поверхности равнин расчленены долинами рек, балками и оврагами.

Таблица 1.

Геоморфологические и ландшафтные подразделения на территории Саратовской области

Геоморфологическое подразделение	Площадь, км ²	Доля от площади области, %	Высота, м над у.м.	Ландшафтная провинция
Окско-Донская (Донская) равнина	11 268,9	11,1	60–190	Окско-Донская низменно-равнинная лесостепная; Донская низменно-равнинная степная
Приволжская возвышенность	34 324,8	33,9	16–350	Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная; Приволжская возвышенно-равнинная степная
Низкая Сыртовая равнина	49 260,5	48,7	16–150	Сыртового низменно-равнинного степного Заволжья (Низкое Заволжье)
Возвышенность Общий Сырт	612,4	0,6	100–200	Сыртового возвышенно-равнинного степного Заволжья (Высокое Заволжье)
Прикаспийская низменность	3 547,7	3,5	19–40	Северо-Волго-Уральская полупустынная
Река Волга с водохранилищами	2 185,7	2,2	16 (урез воды)	Интразональные ландшафты речных долин
Всего	101 200	100	–	–

Разнообразие ландшафтов Саратовской области обусловлено, прежде всего, тремя причинами: 1) сменой климатических условий и увеличением общей засушливости и континентальности климата с северо-запада на юго-восток; 2) рельефом, формы которого определяются различной устойчивостью горных пород к разрушению и интенсивностью вертикальных движений земной коры в новейшее время; 3) разнообразием горных пород, сформировавшихся в различные геологические периоды в континентальных, морских и лагунных условиях. Указанные факторы: климат (обеспеченность теплом и влагой; континентальность климата); физико-химические свойства горных пород и неотектоническая активность; степень расчлененности рельефа, перераспределяющего тепло и влагу, – создают разнообразные экологические условия для формирования растительных сообществ и почвенных разностей. Кроме этого, свойства современных ландшафтов определяются спецификой палеогеографического развития территории за последние десятки миллионов лет и характером природопользования в различные исторические периоды.

В соответствии с систематикой ландшафтов А.Г. Исаченко [1, с. 6–9], на территории Саратовской области представлены суббореальные восточно-европейские ландшафты умеренного пояса: а) семигумидные умеренно-континентальные низменные и возвышенные равнинные лесостепные

ландшафты; б) семиаридные умеренно-континентальные низменные и возвышенные равнинные степные ландшафты; в) аридные континентальные низменные равнинные полупустынные ландшафты (рисунок 1.).

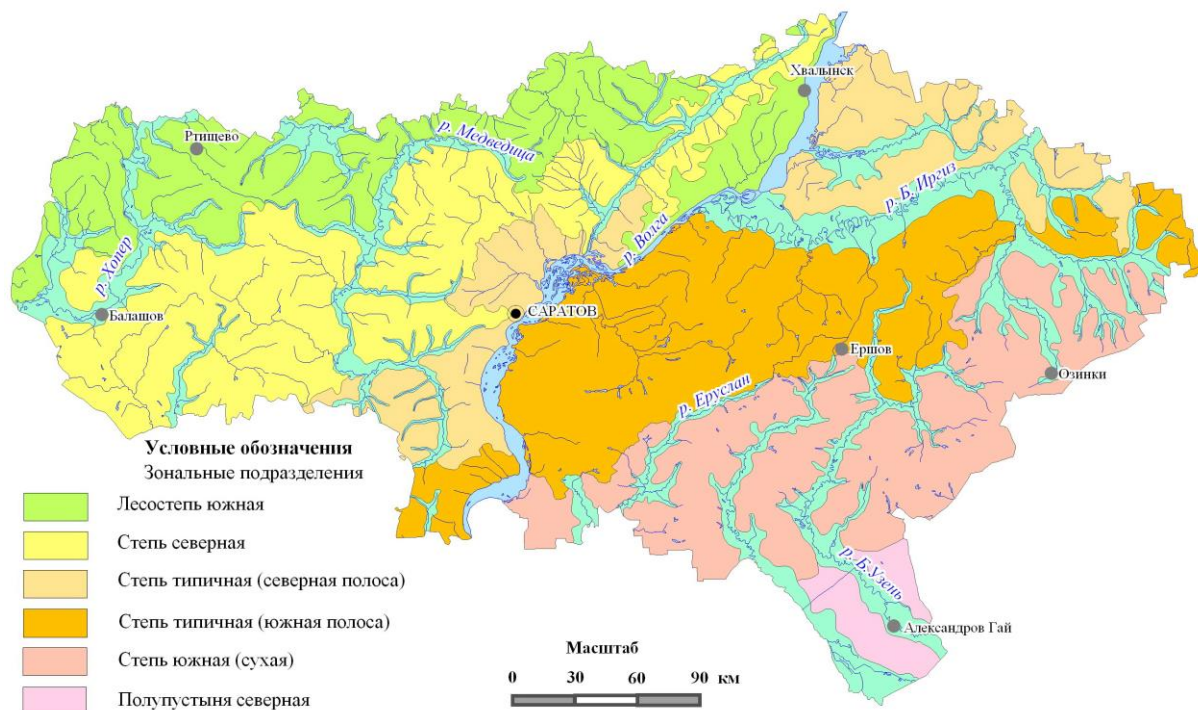


Рисунок 1. Зональные подразделения ландшафтов Саратовской области

Согласно расчетам (таблица 2), примерно 64,3% территории Саратовской области расположено в степной зоне, 13,6% – в южной лесостепи и 1,9% – в северной полупустыне, около 17,5% занимают речные долины (в том числе, пойменные и надпойменные террасы), 2,7% – водные объекты. В пределах ландшафтных зон и подзон выделено 32 ландшафтные района [9], а также интразональные ландшафты речных долин, отличающиеся характером горных пород и рельефа, почвенно-растительными группировками, гидрологическими особенностями и климатом.

Таблица 2.

Структура зональных подразделений ландшафтов Саратовской области

Ландшафтные подразделения	Почвы	Площадь, км ²	Доля от площади области, %
Лесостепь южная	Серая лесная почва, чернозём выщелоченный и оподзоленный, чернозём типичный	13 734,3	13,6
Степь северная	Чернозём обыкновенный	18 663,7	18,4
Степь типичная (северная полоса)	Чернозём южный	10 990,9	10,9
Степь типичная (южная полоса)	Тёмно-каштановая почва	19 825,0	19,6
Степь южная	Каштановая почва	15 590,2	15,4
Полупустыня северная	Светло-каштановая почва	1 977,7	1,9
Ландшафты речных долин	Аллювиальная почва	17 735,7	17,5
Водные объекты	–	2 682,5	2,7
Всего		101 200	100

Саратовское Правобережье.

Западная часть Саратовского Правобережья, приуроченная к бассейну Хопра, представляет юго-восточную часть Окско-Донской низменности (иногда называемой Донской равниной). Это низменная моренно-эрозионная равнина, находившаяся в четвертичное время в области покровного оледенения [1, с. 229]. В настоящее время равнина характеризуется довольно плоской, слабо и неглубоко расчлененной поверхностью, сложенной, главным образом, меловыми породами, перекрытыми валунными суглинками, глинами и песками. В северной части равнины, находящейся в лесостепи, распространены в правобережье Хопра черноземы типичные, в левобережье Хопра и на крайнем севере равнины – черноземы выщелоченные и оподзоленные. На юге равнины в пределах северной степи господствуют черноземы обыкновенные. В долине среднего течения Хопра на супесях встречаются черноземы обыкновенные слабодифференцированные [7]. Активное хозяйственное освоение Донской равнины началось с конца XVII века. Заселялись, прежде всего, долины Хопра и других рек Донского бассейна. Водоснабжение, строительные ресурсы, а также рыболовство, хлебопашество, животноводство, пчеловодство сосредотачивались в речных долинах. К концу XX века значительная часть поверхности равнины была занята сельскохозяйственными землями. Относительная малолюдность, ограниченность минеральных ресурсов, низкая плотность железных и автомобильных дорог, относительная удаленность от областного центра и от Волги – главной расселенческой оси Саратовской области, являются сдерживающими факторами в развитии Хоперского субрегиона. В последние годы возрос интерес к летнему активному отдыху на Хопре и других реках. Ландшафтно-планировочные предложения для Хоперского субрегиона направлены на уменьшение площади пашни за счёт увеличения доли древесных насаждений и организации культурных пастбищ, а также развитие сети особо охраняемых территорий.

Большую часть Саратовского Правобережья занимает Приволжская возвышенность, которая относится к возвышенным эрозионным пластовым равнинам, сформировавшимся на кайнозойских и мезозойских отложениях [1, с. 231]. Рельеф имеет пластово-ярусный характер с глубоким эрозионным расчленением. Западный склон возвышенности пологий, восточный, обращенный к Волге, – крутой, местами обрывистый, осложнен оползнями и осыпями. Западная часть равнины, охватывающая правобережье субмеридионального отрезка долины Медведицы, а также междуречье Медведицы и Хопра, в четвертичное время находилась в области покровного оледенения. Эта часть равнины сложена меловыми и палеогеновыми породами, частично перекрыта валунными суглинками, глинами и песками. Восточная часть Приволжской возвышенности, приуроченная к междуречью Медведицы и Волги, является наиболее высокой и сильно расчлененной поверхностью. Она сформирована юрскими, меловыми (глины, пески, песчаники, опоки, мел, мергель) и палеогеновыми (опоки, пески, песчаники) породами.

В основе своеобразия ландшафтов Приволжской возвышенности лежит значительная контрастность рельефа и горных пород. Замечательная особенность возвышенности – ступенчатое, ярусное строение рельефа, определяет вертикальную дифференциацию ландшафтов. Сильная расчлененность рельефа, разнообразие горных пород создают контрастность гидроклиматических условий, способствуют возникновению разнообразных почвенно-растительных группировок.

В лесостепи Приволжской возвышенности под лесными массивами (дуб, липа, сосна, береза, осина, клен и др.) встречаются серые лесные почвы, под степными сообществами – черноземы выщелоченные и оподзоленные, черноземы типичные [7]. Леса приурочены к верхней и средней ступеням Приволжской возвышенности («нагорные леса»), её склонам и днищам балок («байрачные леса»). Почвы под лесами, как правило, имеют легкий и грубый механический состав, сформированы на различных породах – песках, мелу, мергеле, опоках или песчаниках. Степные формации развиты, преимущественно, на черноземах с укороченным профилем. В северной степи распространение получили черноземы обыкновенные, в северной полосе типичной степи – черноземы южные, на крайнем юге Приволжской возвышенности в южной полосе типичной

степи – тёмно-каштановые почвы [7]. Осложняют структуру почвенного покрова почвы, сформировавшиеся на опоках, песчаниках, известняках, мергеле и песках. Среди них распространены черноземы слабодифференцированные, черноземы неполноразвитые в разной степени щебнистые [7]. На нижних частях склонов и на речных террасах встречаются комплексы зональных почв с солонцами.

С XVII века в Саратовском Правобережье строились «засечные» сооружения, сторожевые городки, крепости, рвы и валы. Затем крепости превращались в города, леса вырубались для расширения площади пашни и пастбищ. Активно осваивались речные поймы и террасы под селитьбу, сенокосы, транспортную инфраструктуру. Лесостепное и степное правобережье было краем классического развития помещичьего и крестьянского общинного землевладения. На рубеже XIX и XX веков здесь заметно обострились проблемы, связанные с малоземельем крестьян, что ускорило вырубку лесов под пашню, усилило эрозионные процессы и деградацию малых и средних рек. Географическим фокусом и главной осью расселения Саратовской области является долина Волги. Здесь в прибрежных котловинах на правом берегу огромной реки возникли Саратов, Вольск, ряд крупных сёл. За годы советской власти был создан мощный промышленный комплекс, включающий нефтехимическую, химическую, строительную и машиностроительную промышленность. В настоящее время значительная часть земель Приволжской возвышенности занята под сельскохозяйственные угодья.

Ресурсы Приволжской возвышенности разнообразны: благоприятные климатические и лесорастительные условия, особо охраняемые природные территории (ООПТ), плодородные чернозёмные почвы (на которых выращивают зерновые культуры, подсолнечник, гречиху и др.), леса, луга, реки и ручьи, запасы строительного сырья (особенно для цементной промышленности), относительно небольшие месторождения углеводородного сырья. Вместе с тем, требуется модернизация сети автодорог, активизация пассажирских и грузовых перевозок по Волге.

В соответствии с природно-ресурсным потенциалом, с социально-экономическими и демографическими условиями, можно ориентировать Приволжский субрегион на развитие туристского сектора. До середины 1990-х годов Волга активно использовалась как транспортный общероссийский и международный речной путь. В это время на берегах и волжских островах функционировала сеть ведомственных баз отдыха, возникли дачные посёлки. Ныне транспортное значение Волги резко снизилось, уменьшилась и её рекреационная функция, включая круизный туризм. Перспективность туристско-рекреационной отрасли экономики сегодня успешно демонстрирует Хвалынский район, где создан горнолыжный курорт, организован природный национальный парк.

Ландшафтно-планировочные предложения по Приволжскому субрегиону направлены на развитие транспортной инфраструктуры, строительство автомобильных дорог, на модернизацию железных дорог, на развитие авиасообщения, благоустройство городских и сельских территорий, оживление внутреннего и въездного туризма. Актуальна задача оптимального лесоустройства, строительства очистных сооружений в городах и рабочих посёлках на Волге и других реках, внедрение систем экологически ориентированного земледелия.

Саратовское Заволжье.

Вдоль левого берега Волги вытянулась низменная аллювиально-аккумулятивная суглинистая равнина. В её пределах находятся пойма (частично затоплена водами Саратовского и Волгоградского водохранилищ) и четыре надпойменные террасы Волги (сарпинская, хвалынская, хазарская и бакинская). Четвертая и третья надпойменные террасы Волги по почвенно-растительным группировкам слабо отличаются от зональных почв, в том числе в связи с активным использованием этих территорий в сельском хозяйстве и под селитебную застройку. На второй надпойменной террасе, как правило, развиваются разновидности зональных почв, сохраняющие признаки луговатости (например, черноземы южные остаточнo-луговатые, каштановые почвы остаточнo-луговатые и т.п.) [7]. На первой надпойменной террасе представлены лугово-

черноземные, лугово-каштановые почвы, которые нередко образуют комплексы с солонцами [7]. Здесь же сохраняются остатки староречий с луговыми и лугово-болотными почвами. На надпойменных террасах, как правило, присутствуют солонцы. Пойма сформирована песчано-глинистыми отложениями, на которых развиваются луговые, лугово-степные и степные сообщества. На отдельных участках встречаются пойменные леса и лугово-болотные ассоциации.

Волжские террасы были и остаются основной зоной расселения и хозяйствования в Заволжье. Здесь изначально возникли крупные очаги расселения, ставшие впоследствии городами – Балаково, Энгельс, Маркс. К сожалению, после постройки Саратовского и Волгоградского водохранилищ на территории, прилегающей к ним, повысился уровень грунтовых вод, активизировались процессы абразии. Была затоплена волжская пойма с кормовыми угодьями, устьевые части волжских притоков, нанесён ущерб рыбному хозяйству и рекреационному потенциалу долины Волги. Вместе с тем, улучшились условия для судоходства, после постройки крупных ГЭС расширились возможности электроснабжения региона. Ландшафтно-планировочные решения для левобережного Приволжья направлены на развитие рекреационного комплекса, интенсивных секторов сельского хозяйства с использованием орошения, на благоустройство населённых пунктов и создание лесных полос.

Низкая Сыртовая равнина относится к эрозионно-аккумулятивным равнинам, сложенным пылеватыми сыртовыми глинами (мощность отложений – 70–80 м [1, с. 228]), перекрытыми с поверхности лёссовидными суглинками. Равнина характеризуется увалистым рельефом со слабым и неглубоким эрозионным расчленением. С севера на юг в пределах равнины представлены типичные и южные степные ландшафты. К северу от реки Большой Иргиз, а также в правобережье реки Камелик распространение получили ландшафты северной полосы типичной степи на черноземах южных. Центральную часть Сыртовой равнины от Большого Иргиза до верховьев рек Еруслан, Малый Узень и Большой Узень, а также крайний восток Заволжья занимает южная полоса типичной степи с тёмно-каштановыми почвами. Южную часть Сыртовой равнины характеризуют южные (сухие) степи на каштановых почвах. На нижних частях склонов и на речных террасах зональные почвы образуют комплексы с солонцами [7]. Территория Низкой Сыртовой равнины характеризуется очень высокой долей сельскохозяйственных угодий в структуре землепользования, в том числе пашня может составлять 80% и более. Засушливость климата, отсутствие лесов (встречаются только пойменные леса), нехватка качественной питьевой воды – главные проблемы Низкого Сыртового Заволжья, особенно на юге и юго-востоке. Ландшафтно-планировочные предложения для Низкой Сыртовой равнины связаны, главным образом, с благоустройством населённых пунктов, их озеленением и строительством прудов и малых водохранилищ на малых реках, со снабжением волжской водой путем строительства водоводов.

К группе возвышенных эрозионных пластовых равнин, сформировавшихся на кайнозойских и мезозойских песчано-глинистых отложениях, относится возвышенность Общий Сырт [1, с. 231]. Высокое Сыртовое Заволжье находится в пределах южной степи с каштановыми почвами, образующими комплексы с солонцами. На участках выхода коренных пород юры, мела и палеогена встречаются каштановые неполноразвитые почвы в разной степени каменистые [7]. На юрских и меловых глинах обычно развиваются каштановые солонцеватые почвы. Эта территория Саратовского Заволжья требует создания хороших автодорог, благоустройства сёл и освоения нефтяных месторождений.

Прикаспийская низменность – это низменная аккумулятивно-морская равнина, в северной части сложенная засоленными глинами. Поверхность крайне слабо расчленена линейными эрозионными формами, но осложнена микро- и наноформами рельефа (лиманы, падины, западины, микроповышения). Территория характеризуется наиболее пестрой структурой почвенного покрова. Зональными почвами глинистой северной полупустыни являются светло-каштановые почвы, но они чаще всего образуют двух- или трехчленные комплексы с солонцами и лугово-каштановыми почвами [2]. Для лиманов характерны лугово-лиманские, лугово-болотные и

луговые почвы, для западин и падин – лугово-каштановые почвы, для микроповышений – солонцы [2]. До середины XX века пахотные угодья были приурочены к падинам с лугово-каштановыми почвами («падинное земледелие»), где получали устойчивые урожаи, как зерновых, так и бахчевых культур. Во второй половине XX века распашка затронула земли, в почвенном покрове которых солонцы занимали 25% и более, а растениеводство вышло на приоритетные позиции. Игнорирование климатического и почвенного факторов, лимитирующих развитие здесь земледелия, привело к переходу от падинного земледелия очагового типа к массовой распашке земель. Равнинность территории и преодоление недостатка воды за счет орошения позволили на время забыть о специфике почвенного покрова. К 1990-м годам многие земли вышли из оборота в связи с вторичным засолением и развитием ветровой эрозии. В настоящее время на залежах выпасается скот. Ландшафтно-планировочные предложения связаны с необходимостью устройства культурных пастбищ и организации оптимального пастбищеоборота, перевода малопродуктивной пашни в пастбища и другие категории земель, возврата к очаговому падинному земледелию, создания особо охраняемых природных территорий.

Сельскохозяйственное районирование

В структуре земельного фонда Саратовской области на сельскохозяйственные угодья (пашни, пастбища, сенокосы, лесополосы, сады) приходится 84,4% от площади области, в том числе 59,2% занимают пахотные угодья [5]. Для успешного ведения сельскохозяйственного производства необходимо опираться, прежде всего, на исходный природно-ресурсный потенциал (ПРП) ландшафтов. Косвенным образом он отражается в существующих схемах ландшафтного районирования [2, 4, 9], на котором должно базироваться сельскохозяйственное районирование. Вместе с тем, до сих пор работники сельского хозяйства руководствуются районированием Саратовской области 1982 года, в рамках которого в пределах области было выделено семь экономических сельскохозяйственных микрзон [6]. К сожалению, в этом районировании [6] мало учитывается природная дифференциация территории, когда, например, в Юго-восточную микрзону включается, как Александрово-Гайский район со светло-каштановыми почвами, так и Перелюбский район с южными черноземами и темно-каштановыми почвами.

Подобный подход ведет к искусственному нивелированию различий между ландшафтами, находящимися в разных природных зонах и подзонах, и обладающими разным природным потенциалом для земледельческого использования. Для развития растениеводства особое значение имеют плодородие почв, уклоны поверхности, количество тепла и влаги, необходимое для выращивания различных сельскохозяйственных культур. Э.Ш. Шамсутдинов с соавторами [10] провели деление засушливых территорий России на биоклиматические зоны с различной степенью аридности. Согласно этому делению [10], зональные подразделения Саратовской области относятся: к субаридной зоне – южная лесостепь, северная степь; коэффициент аридности – 0,61–0,80; к слабоаридной зоне – типичная степь; коэффициент аридности – 0,46–0,60; к среднеаридной зоне – сухая (южная) степь; коэффициент аридности – 0,31–0,45; к сильноаридной зоне – полупустыня; коэффициент аридности – 0,16–0,30 [10, с. 200]. На основе данных метеостанций Саратовской области проведено распределение природных подзон по областям увлажнения следующим образом [8]: южная лесостепь варьирует от области недостаточного увлажнения на западе до полувлажной области на Приволжской возвышенности; северная степь находится в полузасушливой области; типичная степь – в засушливой области; южная степь – в очень засушливой области; северная полупустыня – в полусухой области с незначительным увлажнением [8, с. 34].

На основе ландшафтного районирования было выделено пять сельскохозяйственных округов (СХО) в Саратовском Правобережье и семь СХО – в Саратовском Левобережье [3]. При проведении границ СХО учитывались границы, как природных таксонов, так и муниципальных районов Саратовской области [3]. Граница округа проведена по административным границам районов, вошедших в него.

Расчеты климатических и биоклиматических показателей, проведенные по некоторым метеостанциям Саратовской области [8], позволили получить представление о биоклиматическом потенциале СХО (таблица 3) [3]. Для округов Саратовского Правобережья использованы данные по метеостанциям: Ртищево, Росташа (СХО СП 1), Карабулак, Хвалынский (СХО СП 2), Балашов, Калининск (СХО СП 3), Аткарск, Октябрьский городок, Петровск (СХО СП 4), Сплавнуха, Саратов ЮВ (СХО СП 5). Округа Саратовского Заволжья характеризуют данные по метеостанциям: Пугачёв, Перелюб (СХО СЛ 2), Маркс (СХО СЛ 3), Ершов (СХО СЛ 4), Красный Кут, Новоузенск, Орлов Гай (СХО СЛ 5), Озинки (СХО СЛ 6), Александров Гай (СХО СЛ 7) [3].

Необходимо отметить, что группировка муниципальных районов Саратовской области в сельскохозяйственные округа на основе ландшафтной структуры их территорий позволяет учесть природный потенциал ландшафтов и их компонентов (в том числе, почвенный и биоклиматический), и более рационально организовать сельскохозяйственное природопользование.

Таблица 3.

Значения климатических показателей по сельскохозяйственным округам Саратовской области (составлено по [3, 8])

Сельскохозяйственный округ (СХО)	Площадь, км ²	Продолжительность вегетационного периода, дни	Сумма температур воздуха со значениями выше 10°C, °C	Годовая испаряемость, мм	Годовое количество осадков, мм	Коэффициент увлажнения	Биоклиматический потенциал (БКП)	Климатический индекс биологической продуктивности (Бк), баллы
ЛС		147	2477	661	495	0,31	1,9	108
СХО СП 1 (ЛС)*	10273,9	150	2520	663	488	0,31	1,9	109
СХО СП 2 (ЛС)	9409,8	144	2433	659	502	0,31	1,9	107
СС		149	2571	720	461	0,27	1,8	104
СХО СП 3 (СС)	8770,0	152	2636	698	466	0,27	1,9	105
СХО СП 4 (СС)	11158,4	145	2506	741	456	0,28	1,8	104
ТСсп		151	2719	853	412	0,21	1,6	89
СХО СП 5 (ТСсп)	7336,3	152	2703	905	448	0,23	1,7	96
СХО СЛ 1 (ТСсп)	5104,6	–	–	–	–	–	–	–
СХО СЛ 2 (ТСсп)	9650,9	151	2735	801	375	0,19	1,6	82
ТСюп		154	2823	854	372	0,18	1,4	79
СХО СЛ 3 (ТСюп)	7996,8	155	2846	827	382	0,19	1,5	85
СХО СЛ 4 (ТСюп)	10568,7	154	2800	880	362	0,17	1,3	73
ЮС		156	2875	906	329	0,15	1,2	65
СХО СЛ 5 (ЮС)	9634,6	156	2914	915	330	0,15	1,2	66
СХО СЛ 6 (ЮС)	8597,2	156	2836	897	327	0,15	1,1	64
ПП		162	3096	970	495	0,13	1,1	61
СХО СЛ 7 (ПП)	2698,8	162	3096	970	495	0,13	1,1	61

Примечание – *Природные подразделения: ЛС – лесостепь с серыми лесными почвами и черноземами выщелоченными, черноземами типичными; СС – северная степь с черноземами обыкновенными; ТС сп – северная полоса типичной степи с черноземами южными; ТС юп – южная полоса типичной степи с темно-каштановыми почвами, ПП – северная полупустыня со светло-каштановыми почвами.

Заключение

Саратовская область – значимый административный субъект Российской Федерации в составе Приволжского федерального округа. Для нее характерны: крупные земельные ресурсы; доминирующая роль Волги, как исторической оси расселения и хозяйствования; разнообразный ландшафтный покров; сложившийся хозяйственный комплекс.

Комплексный территориальный анализ, включающий оценку ландшафтных особенностей территории, её природно-ресурсного потенциала, геодемографических и социально-экономических условий, а также учёт истории хозяйственного освоения позволяет выявить субрегиональные различия и предложить набор ландшафтно-планировочных решений для Саратовской области (таблица 4).

Таблица 4.

Ландшафтно-планировочные территории Саратовской области и мероприятия по их устойчивому развитию

Название территории	Ландшафтно-планировочные предложения по устойчивому развитию
Донская равнина	Изменение структуры землепользования за счёт сокращения пашни, увеличения площади культурных пастбищ и лесонасаждений. Расширение числа ООПТ. Организация активного отдыха на Хопре. Увеличение сети автодорог.
Приволжская возвышенность	Переход на экологически адаптивное земледелие и лесоустройство. Развитие рекреационно-туристского сектора (в том числе в долине Медведицы). Благоустройство населённых пунктов. Увеличение плотности дорожной сети. Строительство очистных сооружений. Поддержка малого бизнеса.
Левобережные террасы Волги	Интенсификация сельского хозяйства с соблюдением экологических норм. Увеличение площадных и полосных лесонасаждений. Благоустройство населённых пунктов. Создание зеленого буфера вокруг населённых пунктов. Развитие отдыха на Волге. Уплотнение сети дорог.
Низкая Сыртовая равнина	Создание лесонасаждений. Благоустройство населённых пунктов. Строительство прудов, водоводов, очистных сооружений, очистка воды для питьевых нужд.
Возвышенность Общий Сырт	Создание лесонасаждений. Благоустройство населённых пунктов. Строительство дорог, прудов.
Прикаспийская низменность	Переход на очаговое земледелие и лиманное орошение. Увеличение площади культурных пастбищ. Благоустройство и озеленение населённых пунктов. Улучшение водоснабжения.

Литература

1. Анатолий Григорьевич Исаченко (1985). Ландшафты СССР. Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та. 320 с.
2. Владимир Зиновьевич Макаров, Пичугина Наталья Валентиновна (2015). Полупустынное Саратовское Приустье: структура почвенного покрова, ландшафты и проблемы природопользования. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 193 с.
3. Макаров Владимир Зиновьевич, Наталья Валентиновна Пичугина, Виктор Александрович Гусев, Виктор Александрович Затонский (2015). Природный потенциал сельскохозяйственных округов Саратовской области //Известия Саратовского университета. Нов. серия. Сер. Науки о Земле. Т. 15. Вып. 4. С. 13–18.
4. Макаров Владимир Зиновьевич, Наталья Валентиновна Пичугина (2013). Ландшафтное районирование Саратовского Правобережья //Известия Саратовского университета. Нов. серия. Сер. Науки о Земле. Т. 13. Вып. 2. С. 13–16.
5. Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области (2015 г.) [Электронный ресурс]. Саратов. 248 с.

Режим доступа: http://www.minforest.saratov.gov.ru/info/?SECTION_ID=65 (дата обращения: 29.03.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.

6. Научно обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1981–1985 годы (1982). В.М. Бебякин, З.Н. Бобкова, В.Г. Бокарев [и др.]; ред. М.М. Попугаев; НИИСХ Юго-Востока; Производственное управление сельского хозяйства Саратовского облисполкома. Саратов: Приволж. кн. изд-во. 194 с.

7. Почвенная карта Саратовской области. Масштаб 1:300 000 (1985). Саратовский филиал Южного государственного проектного института по землеустройству; отв. ред. Е.М. Цвылев; предс. ред. кол. А.З. Родин. М.: ГУГК. 4 л.

8. Софья Ивановна Пряхина, Скляров Ю. А., Заварзин А. И. (2001). Природные ресурсы Нижнего Поволжья и степень их использования зерновыми культурами. Саратов: «Аквариус». 66 с.

9. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области (2013). Гл. ред. Алексей Николаевич Чумаченко; отв. ред. Владимир Зиновьевич Макаров. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 144 с.

10. Шамсутдинов Э.Ш., В.А. Парамонов, Л.А. Назарюк [и др.] (2000). Принципы и методы сбора и мобилизации растительных ресурсов аридных зон //Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии; под ред. А.Н. Каштанова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. С. 198–232.

LANDSCAPE DATA AS A BASIS FOR SPATIAL PLANNING

Oleshchenko A.V.

*PhD in Geography, Senior Staff Scientist at the State Enterprise “Ukrainian State Scientific-Research Institute of Urban Design “DIPROMISTO” named after Y.M.Bilokon, **Ukraine***

e-mail: anastasiya@meta.ua

Landscape structure of a territory is an initial fundament for making decisions concerning spatial organization and development. Both the landscape as a complex entity and each of its separate components determine different planning decisions and play a crucial role in spatial development. Thus, landscape data plays a basic role in modelling spatial development and making design decisions in the field of spatial planning. A wide variety of data, including DEM surface, geomorphological characteristics, hydrological and meteorological figures, soil cover, natural endogenous and exogenous processes and other parameters, of appropriate precision are necessary for efficient spatial modelling. At the same time, taking into account current extent of human influence the landscape analysis has to consider anthropogenic constituents of landscape components. One of the tasks spatial planners have to solve is simulation of landscape development under anthropogenic influence that demands accurate and detailed input data. Such obvious demand in data issues the challenge to geographers and other experts to collect and process such data, to create necessary databases, which will be unified and actualized.

Key words: spatial planning, landscape components, landscape data.

Introduction

For several decades, spatial planning is acknowledged as the most efficient approach to support sustainable development of the territory at any level: local, regional, national or even supranational. It has been recognized officially at the European level in 1983 within the European Regional/Spatial Planning Charter (often called the “Torremolinos Charter”) adopted by the European Conference of Ministers responsible for Regional Planning (CEMAT). In this document, regional/spatial planning has been defined as a scientific discipline, an administrative technique and a policy developed as an interdisciplinary and comprehensive approach directed towards a balanced regional development and the physical organisation of space according to an overall strategy, which gives geographical expression to the economic, social, cultural and ecological policies of society. [4]. The fundamental clauses of Torremolinos Charter got their development in the Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent, which defines policy principles for sustainable development and measures for different types of territories in Europe. [6]. From the first spatial planning techniques landscape data started to play a significant role. Nevertheless, with worldwide accepting the concept of sustainable development [1] the environment component got a much higher attention in planning, management and decision-making processes. Such tendencies additionally raised the role of landscape data for spatial planning and set the problem to geographers and other scientists to supply actualized and precise spatially continuous landscape data.

The further development of spatial planning and the landscape conception are deeply influenced by the European Landscape Convention. [5] The development of Ukrainian spatial planning is grounded on approach of many years and considers practice and documents of the Council of Europe, European Union and other international organisations.

Spatial planning purposes

Spatial planning is aimed to contribute to the harmonisation of the integrated territorial developments implemented at the territory, to facilitate the creation of a sustainable economic structure, the optimal utilisation of natural and cultural resources, and the development of areas of competitive growth; to promote the establishment of internal and external functional interdependencies of the network of

settlements, and to ensure the recognition and enhancement of the importance of territorial interconnections and cooperation. One of the basic purposes of spatial planning is to **assess a potential** of a territory. This task covers defining and assessment of strength and weaknesses of the territory. That needs the total analysis of available on the territory natural, demographic, cultural, and economic resources and taking place natural processes, including those triggered by human activity. Possible external threats and accessible external possibilities have to be considered as well. That might be both natural influences, such as climate change or species migrations, and anthropogenic impacts, such as transcontinental transport pathways or investment trends. On the base of held analysis and assessment, it is necessary to elaborate **prevention measures** for defined weaknesses and threats using available strength and opportunities. Moreover, the **synergetic approach** is used to define extra peculiarities of a territory arisen from an intersection of primary peculiarities. To define such extra peculiarities is one of key tasks of synthesis stage of spatial planning project.

Each government branch and authority creates its plans without considering adjacent fields and the task of spatial planning is to adjust different, often concurrent plans on one territory. Considering **various sectoral policies and strategies** their **integration** into an overall approach on a common territory has to be done. [4] Spatial planning also is aimed to **predict the long-term trends** and developments of economic, social, cultural, ecological, and environmental phenomena and interventions. Such tasks demand data set for time slices of a high accuracy.

One of the general tasks assigned to spatial planning is to ensure **territorial cohesion**. Territorial cohesion is declared as a common goal for a more harmonious and balanced state of Europe by the Territorial Agenda of the European Union 2020. [11, 8] Promotion of territorial cohesion covers a balanced socio-economic development of the regions, or different territories within one region, to ensure proper development for the whole territory avoiding depression of some areas against rapid development of others. Generally, the paramount goal of spatial planning is to promote **favourable environment**, including developed social infrastructure, wide economic possibilities, preserved cultural heritage, and defined measures for nature protection. Thus, total spatial planning modelling is directed to this goal. Any spatial planning project runs through such basic stages as data capturing, analysis, synthesis, and only after all of this, we can come to spatial design. First three stages of such methodology can be automatized in the environment of geographic information systems, but the last one is exclusively a creative activity of a planner. Moreover, it is essentially to understand that the accuracy and actuality of data has a direct influence on the results of any modelling including spatial.

Territorial analyses usually are showing interconnectivity of the most processes both natural and socio-economic within the area. It can be seen that the landscape structure determines main economic and social features of the region. Thus, in Europe, areas of mountainous landscape in different countries more often are characterised by poorly developed infrastructure and common social features, but high share of forest and nature protected areas; plain landscapes are predominantly influenced by agricultural activities and are densely populated. Rivers and seacoasts play a role of the development axes, influencing on economical, infrastructural development, settlement structure, and at the same time concentrating along themselves environmentally significant landscapes and nature protected areas, which are a basis for creating ecological corridors [13]. Such overlapping of numerous activities causes a range of conflicts, which can be solved efficiently only by using the landscape approach.

Landscape data potential for spatial planning decisions

Since 2000 with the European Landscape Convention adoption, the landscape concept got an official recognition in Europe as a key element of individual and social well-being. [5] It has been declared that its protection, management and planning entail rights and responsibilities for everyone. Time of purely natural understanding of a landscape has passed long ago – nowadays even remote landscapes feel influence of human activity through global changes in chemical structure of atmosphere air or pollution of the Ocean. At the same time, people create environment for their life activity of different levels of naturality and this way form a newest landscape structure, which becomes a background for spatial

planning. The European Landscape Convention defines the Landscape as an area, as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factors. Thus, the Convention applies to the entire territory covering natural, rural, urban and peri-urban areas including land, inland water and marine areas. [5]

The European Landscape Convention has set a task to integrate landscape into regional and town planning policies and in cultural, environmental, agricultural, social and economic policies, as well as in any other policies with possible direct or indirect impact on landscape. In Ukraine, the spatial planning methodology had considered to some extent the landscape issues already since Soviet times [3]. However, the key attention had been paid to landscape components just as resources for the development of a region. After Agenda XXI adoption and declaration of sustainable development as a dominant worldwide development concept, caused adoption of numerous further acts, the role of a landscape in spatial planning more and more transformed. Today we consider the landscape not just as a set of resources and conditions, but as an environment for our development that sends us challenges and gives possibilities. Moreover, the human is considered as a component of a landscape and our behaviour interacts with all other processes causing landscape transformations. Currently the pilot projects in the field of integration of German landscape planning approach into Ukrainian spatial planning practices are worked out by scientists and planners jointly. [9]

In the purpose of provision of spatial planning with information of landscapes European Community declared among the necessary tasks to identify landscapes throughout the territory, to analyse their characteristics and the forces and pressures transforming them, to take note of changes, and to assess the landscapes thus identified, taking into account the particular values assigned to them by the interested parties and the population concerned. The way to realize this has been found in the experience and methodology exchanges at European level including rendering technical and scientific assistance in landscape matters through the pooling and exchange of experience, and the results of research projects; promoting the exchange of landscape specialists in particular for training and information purposes; exchanging information on all matters covered by the provisions of the Convention. [5, 10]

For today this demands are covered by the INSPIRE initiative, which aims to create a European Union spatial data infrastructure for the purposes of EU environmental policies and policies or activities which may have an impact on the environment. [7] The INSPIRE initiative has been officially declared in the Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). It is grounded on the worldwide-acknowledged spatial data infrastructure principles making data management much more efficient. Such approach allows to avoid collecting redundant data and to share data between different users. It is declared that geographic information needed for good governance at all levels should be readily and transparently available. The data is demanded to be enough detailed for thorough investigations, and general for strategic purposes to allow for information collected at one level/scale to be shared with all levels/scales. To sum up, the key idea is to create a unified information system combining data from different authorities on one spatial base and make it available for all stakeholders promoting efficient governance on each level.

Such initiatives on national and supranational levels evidence social understanding of a role of geographical, and first of all landscape data (in its wide interpretation), for governance. This is supported also by the rising public awareness of spatial data using due to wide expansion of such global services as Google Maps, Open Street Map, Wikimapia etc. A lot of private service businesses are using geolocation on their websites for convenience of their customers. Thus, previously unaware in spatial approach decision makers are understanding better and better the role of spatial component in any system, which is aimed to promote national or regional governance and development. So, for today the process of National Spatial Data Infrastructure creation is provoked from the top through directives and agreements and is demanded from the bottom due to daily needs of decision makers and society.

Therefore, it is possible to define several primary outputs from using landscape data within the process of spatial planning. Firstly, that is an **evaluation of the resources** including mineral, water, soil, biological, cultural, tourist and recreational, etc., and putting a propositions on efficient use of available resources. The second output is **analysis of conditions** such as geolocation, climate, distribution of hazardous natural and provoked by human activity processes, and advancing measures to prevent or minimise unfavourable impacts and to use favourable possibilities. The third is an **assessment of an impact** of economic activity on the state of the environment and development of proposals on optimisation of economic activities with a view to reducing the burden on the environment. The fourth output is an elaboration of propositions on **nature conservation** and creation of ecological part of planning framework of a territory – **ecological network**, ensuring a safe environment for human life. This four basic outputs form a background for modelling a **sustainable spatial structure** for a territory to ensure its sustainable development.

Key challenges

Using landscape data encourages spatial planning to move beyond administrative borders. In Ukraine for years, geographers are discussing and substantiating the efficiency of **planning in natural borders**, but still such works have just theoretically-research character. In Europe, understanding of necessity of cross-border cooperation for solving planning tasks within natural borders came from hazardous disasters provoked by floods. A good example of such planning initiative within natural borders is a Project “Tisa Catchment Area Development” (TICAD) financed by EU SEE Transnational Cooperation Programme. TICAD Project has contributed to the harmonisation of the integrated territorial developments implemented in the river basin, has facilitated the creation of a sustainable economic structure, the optimal utilisation of natural and cultural resources, the development of areas of competitive growth, and has promoted the establishment of the internal and external functional interdependencies of the network of settlements. The results of the Project have been concluded in the Transnational Strategy on the base of which the Policy Recommendations have been elaborated. [13]

Last few years a place-based approach, which gives a possibility to step aside from administrative units such as region, district, province etc., got a wide usage in European Union. [11] According to this approach “place” is defined as a social concept, a contiguous/continuous area within whose boundaries a set of conditions conducive to development apply more than they do across boundaries: natural and cultural circumstances and the preferences of people are more homogeneous or complementary, the knowledge of people is more synergetic, and positive externalities and formal and informal institutions are more likely to arise. The boundaries of places are thus independent of administrative boundaries, endogenous to the policy process and can change over time. [2]

However, in Ukraine as well as in European Union spatial plans elaborated in natural borders keep advisory character. And only spatial plans of administrative units, such as provinces, get obligatory status. That is caused by the fact that governing, and this way management of a territory, can be implemented only within administrative borders by responsible authorities. A solution of such inconsistency seems in introducing a supralevel of obligatory spatial planning documentation, which will be adopted by authorities of higher level, then the parties of a territory within natural boundaries. In Ukraine for such purposes along with documentation within administrative borders on each territorial level (national, regional, and local) there are separate types of documentation for the parts of the territory of Ukraine (national level) and parts of the territory of oblast or rajon (regional level). The decisions of such documentation have to be considered, worked out in detail, and developed in the spatial/urban planning documentation of the lower level. [12]

The most urgent challenge in the field of spatial planning for today is availability of landscape data with **appropriate precision and accuracy** for elaborating planning decisions. Modern methodologies and software allow complicated modelling of spatial processes and creation of multiple scenarios for selecting the most efficient among them. However, the key issue is that any output of a model can't be more precise and accurate then input data. In contrast to economic or demographic statistical data,

which is associated with administrative units, landscape data usually is characterised by individual natural borders playing a principal role in spatial modelling. Thus, it is a primary task to capture landscape data with proper levels of precision and keep up appropriate accuracy of data to ensure validity of planning decisions. This way, the brought up task calls for extensive detailed landscape studies of a territory. That covers carrying out specialised investigations of each component and parameter of a landscape by appropriate experts, creating multiple databases and providing regular monitoring for **data updating**. Conducting such data capturing for total territory of a country, or even a continent, and ensuring its regular update demand improvement of methodological and technical basis of landscape analysis to provide efficient usage of currently available spatial data sources, first of all remote sensing, and to optimise staff efforts.

Conclusions

Thus, the further spatial planning development is seen through implementation of landscape approach, a huge part of which consists of ideas given by Nikoloz Beruchashvili, including during elaboration of National Spatial Data Infrastructure and specialised development support systems. The landscape data plays a key role in spatial modelling and is a principal input for spatial planning decisions. The complexity of the landscape data demands vast specialised investigations for data capturing. At the same time, spatial planning purposes call for regular data updating and a high precision and accuracy of landscape data. Such tasks highlight the necessity of landscape data capturing methodology and technics improvement. Highlighted challenges refer us to the conception of the National Spatial Data Infrastructure, which allows to integrate sectoral data from different sources into a unified national information system for multipurpose usage by different stakeholders, including authorities, scientist, community, and private business.

References

- [1] Agenda 21. (1992). [Electronic Document]. UNCED. 351 p. Link: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> – checked on 29.06.2017.
- [2] Barka F. (2009). An Agenda for a Reformed Cohesion Policy. A place-based approach to meeting European Union Challenges and expectations. Independent report prepared by Fabrizio Barka. 244 p.
- [3] Bogorad D.I. (1965). Constructive Geography of a Region. Basis of Regional Planning. (In Russian). Publisher: “Mysl”, Moscow. 408 p.
- [4] Council of Europe Conference of Ministers responsible for Spatial/Regional Planning (CEMAT). Basic texts 1970-2010. (2010). [Electronic Document]. Council of Europe. 320 p. Link: <https://rm.coe.int/16804895e4> – checked on 29.06.2017.
- [5] European Landscape Convention (2000). [Electronic Document]. Council of Europe. Link: <http://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/rms/0900001680080621> – checked on 29.06.2017.
- [6] Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent. / European Conference of Ministers responsible for Regional Planning (CEMAT). – Strasbourg: Council of Europe, 2000. – 26 p.
- [7] INSPIRE. Official web-site. [Electronic Resource]. European Commission. Link: <http://inspire.ec.europa.eu/about-inspire> – checked on 29.06.2017.
- [8] Medeiros, E. (2016). Territorial Cohesion: An EU concept, European Journal of Spatial Development, 60
- [9] Methodology of Integration of Ecological Component of Development into Spatial Planning of Ukraine (Regional Level). (2016). Editing by L.H. Rudenko. Kyiv: Referat. 76 p.
- [10] Recommendation CM/Rec(2013)4 of the Committee of Ministers to member States on the European Landscape Convention Information System of the Council of Europe and its glossary. (2013). [Electronic Document]. Council of Europe. Link: https://search.coe.int/cm/Pages/result_
- [11] Territorial Agenda of the European Union 2020: Towards an Inclusive, Smart and Sustainable Europe of Diverse Regions. (2011). Agreed at the Informal Ministerial Meeting of Ministers responsible for Spatial Planning and Territorial Development on 19th May 2011 Gödöllő, Hungary. EU. 11 p.
- [12] The Law of Ukraine “On Regulation of urban planning activity”. [Electronic Document]. (In Ukrainian). Legislation of Ukraine. Link: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> – checked on 29.06.2017.
- [13] Tisa Catchment Area Development. Transnational Strategy and Policy Recommendations (2012). TICAD. E-press Nyomda Fft., Szeged. 104 p.

SPECIFIC FEATURES OF LANDSCAPE PLANNING IN MOUNTAINOUS AREAS

Khoetsyan A.¹, Babayan T.^{1*}, Khachatryan S.^{2}**

¹ *Head of Chair of Geography and its Teaching Methods, Armenian State Pedagogical University, Doctor of Geography Sciences, professor, Armenia, ^{1*} Cartographer researcher Armenian State Pedagogical University, ², Associate professor, Yerevan State University, Armenia*

** e-mail: tigranmap@yahoo.com, ** susannazhulverny@gmail.com*

Summary

The work aims at the development and justification of the optimal statuses of targeted use of mountainous landscapes at the regional level. The provisions of “European Landscape Convention” have served as methodological basis for the preparation of the work. Natural resource usage approached in this way has a legal status in many countries, whereas in the Republic of Armenia it was legalized in 2007.

In order to use the classical LP modal on the medium scale in mountainous conditions the activities were implemented according to earth systems which were assessed and inventoried with reference to above-ground/surface indicators of atmosphere, soil, water, biotopes and relief. The area was evaluated according to three geo-ecological regions and five upward zones specified by us. The estimation of the ecological state of more than three dozen inventoried earth systems was given based on the importance (pressure), sensibility (vulnerability) and disturbance indicator-descriptors according to weak, medium and strong rating scale. The main methods used in the elaboration of the work were field study, spatial geo-ecological analysis and large-scale cartographic activities of natural and social-economic conditions of the statistical material. LP activities have been implemented in three stages including inventory of landscapes, analysis and evaluation of their ecological state and identification of statuses ensuring regional sustainable development of landscapes. The results are summarized in GIS maps. This is a simplified way of using the classical model. The first usage of the acknowledged LP tool in the territory of the Republic of Armenia was implemented on the administrative unit level (Marz/region). The LP classical model was adjusted to the mountainous conditions of Aragatsotn marz by keeping up with its basic principles and concepts (superposition/staging and subordination). The whole information concerning the marz's natural environment, social-economic conditions, characteristics of land-use structure was collected, decoded and generalized, as well as numerous conflicts in the social environment and use of natural resources system were discovered in the work. The marz's LP process has its own complications the primary of which is the multilevel upward zonality of the area, ecological-geographical diversity and the existence of diverse ecological conflicts in the sphere of natural resources use.

Резюме

Работа направлена на разработку и обоснование оптимальных статусов целевого использования горных ландшафтов на региональном уровне. Положения «Европейской конвенции о ландшафтах» послужили методологической основой для подготовки работы. Применяемое таким образом использование природных ресурсов имеет правовой статус во многих странах, тогда как в Республике Армения оно было легализовано в 2007 году. Для использования классического LP-модала в средних масштабах в горных условиях действия осуществлялись в соответствии с земными системами, которые были оценены и учтены с использованием наземных / поверхностных индикаторов атмосферы, почвы, воды, биотопов и рельефа. Площадь оценивалась в соответствии с тремя геоэкологическими регионами и пятью восходящими зонами, указанными нами. Оценка экологического состояния более трех десятков инвентаризационных систем земли была дана на основе значений (давления), чувствительности

(уязвимости) и индикаторов-индикаторов нарушений в соответствии со слабой, средней и сильной рейтинговой шкалой. Основными методами, используемыми при разработке работы, были полевое исследование, пространственный геоэкологический анализ и крупномасштабная картографическая деятельность природных и социально-экономических условий статистического материала. Деятельность ЛП была реализована в три этапа, включая инвентаризацию ландшафтов, анализ и оценку их экологического состояния и идентификацию статусов, обеспечивающих региональное устойчивое развитие ландшафтов. Результаты обобщены на ГИС картах. Это упрощенный способ использования классической модели. Первое использование признанного инструмента ЛП на территории Республики Армения осуществлялось на уровне административной единицы (марз / регион). Классическая модель LP была приспособлена к горным условиям Арагацотнской марзы, соблюдая ее основные принципы и концепции (суперпозиция / постановка и подчинение). Вся информация о природной среде марза, социально-экономических условиях, характеристиках структуры землепользования была собрана, расшифрована и обобщена, а также многочисленные конфликты в социальной среде и использование системы природных ресурсов были обнаружены в работе. Процесс LP в марзе имеет свои сложности, первичным из которых является многоуровневая зональная зональность, эколого-географическое разнообразие и существование разнообразных экологических конфликтов в сфере использования природных ресурсов.

Introduction

Landscape planning supports sustainable development by creating planning prerequisites that will enable future generations to live in an ecological intact environment (Bfn, 2002). It breeds to a full-coverage strategy with the aim of maintaining landscape and nature as well as facilitating municipal and industrial development.

Existing Geographic Information Systems (GIS) offer the needed capabilities concerning the whole planning cycle. The technical evolution of hard- and software enable planners and designers to improve participation processes and decision-making using visualization and WebGIS-technologies. Transforming the existing planning process to a process-oriented one with new ways of interaction technical enhancements are necessary as well as a new planning and design style. Therefore teaching methods must be changed to a more process- and workflow oriented thinking (Steinitz, 2010; Ervin, 2011) using the advantages of the different software tools like GIS, CAD, visualization and Building Information Models.

A lot of different terms are used in the context of spatial planning in the literature. Often spatial planning, physical planning, conservation planning, environmental planning, landscape planning, landscape design and a lot of other terms are used [1] But the common sense is the analyzing, evaluation, modeling, designing or the planning of measures [2] to achieve a more sustainable land management [3]. Landscapes have been designed by human beings with impact from local to global. On the one hand intensive land use had and has a great environmental impact (e.g. fragmentation, biodiversity loss, soil erosion, water contamination) on the other hand specific land use types occurred that are now representative. It is a difference between doing a design at small scale or even larger and larger. Therefore increasingly research is needed focused around the following six themes: seen over varied scales and locations; decision model and its implementation; comparative studies of landscape processes; design methods and its applications; representation of the results; augmented-reality, mobile devices & GIS [1]. Information technologies especially GIS can help to improve the landscape planning process and to capture the results in existing information systems for future use or as part of environmental information or decision support systems GIS can be used in the different working steps of the landscape planning process. At the beginning data capturing in all planning tasks is necessary. This can be done by fieldwork, using existing thematic datasets or by converting from existing databases or other monitoring systems. Checking the data quality is one of the most important tasks in the first step,

to appreciate the necessity of data conversion, field work or usability of the existing material. After analyzing the existing situation for the defined scope the evaluation of potential of development, environmental functions, ecosystem services, scenic qualities, conflicts, previous and future impacts must be evaluated. Methods and tools analyzing datasets in different formats (raster and vector) or scales like spatial and temporal are available. Some of them can be used for different purposes or they are only comfortable for a specific level or topic.

Since ESRI started the GeoDesign Summit in 2010 the term started his triumphal procession. “GeoDesign is a design and planning method which tightly couples the creation of a design proposal with impact simulations informed by geographic context” [2]. The idea is that the planner or designer receives at every working step real-time guidance using contextual geographic information. The design can be evaluated relative to the local conditions and continuous feedback on multiple aspects will be provided through the whole planning process instead of post-hoc evaluation. GeoDesign may improve the design and planning process combining the potentials of CAD, GIS and visualization tools and improve interaction and collaboration in the planning process. In contrast to the specific GIS or CAD workflow a hypothetical one for the GeoDesign workflow will look like Table 1.

Table 1.

GeoDesign Process-Flow (Flaxman, 2010)

Design Instantiation	Pick a site or area of study Pick suitable feature representations, based on standard or custom data models Adjust visual portrayal (symbology) as desired Select suitable evaluation models based on availability, project needs.
Integrated Design/Sketch Evaluation	Sketch features (semantically rich and georeferenced by default) Sketch evaluation tools give feedback without blocking drawing Running selected models on design iterations is default and automatic
Full Impact Evaluation	Same technical structure as sketch models (simply take longer to run) Models run as background tasks (typically as web geoprocessing services) Models results streamed back to design client incrementally as computed Evaluation models recognize design context in addition to input design data Appropriate analysis context can vary by model

The basic landscape planning is the development of an integral concept of balanced developmental area, oriented to the survival and survival of its great potential and commitment to the right of the local population to a friendly life. Landscape-ecological surveys include the following stages: inventory, analysis, appraisal, definition of development prognosis. Each step is included in the identification of defined cards and schemes. Modern GIS is fully integrated into the task. At this stage, the GIS will provide an inventory of actual data base data. The geoinformational modeling and spatial analysis of the spectrum of possibilities opens the possibility of revealing the structure of objects in the structure or distinctions, interconnections in space, and the development of trends in the space and time. The most actual areas of the mapping of landscape planning are cartography of conflicts and development of maps of the ecologic coast.

In the landscape mapping system, the card conflicts can be reflected in the entirety of their own superposition: Thanks to the economically sound, ecologically acceptable and socially unmanaged advocacy solutions, there is little or no evolutionary development of the Eco-Environmental Corps (PEP).

At the same time, the problem of landscape planning can be summarized as follows: 1. Information stands; 2. The type of elementary spaces of the same type, which corresponds to the sum of the information transmitted and republished.

With baseline cartographic material on the model territory, the topographical map scale 1: 50 000. The mapping content of the card is being drawn and mapped in the database.

The climatic conditions are obtained from 13 meteorological stations and 14 observatory points on the marine and coastal areas, for 60-80 years of observation. Based on the findings of the study and the

landscape-ecological survey of the process, there are 32 digital maps, reflecting the distinctive aspects of the archaic landscape of Aragatsotn marz.

In the borders of the MT, the formation of volcanic, mainly basaltic, tuff and inertia-basaltic composition of neo-quaternary fourth-grader, is relatively vulcanised volcanic elements, most of which do not exhibit high stability of the wind- [7]. Aragatsotn Most of the MT area occupies the southwestern, southern, eastern and northeastern lanes between the altitudes of 1,000-4095 m above the mound. There are separate volcanic cone hills, as well as lava caps with gradual weakness and fragmentation. Up to 1,500 meters above sea level, the hills are milled, weakly cut areas. Drainage and drainage systems have created a number of U-shaped and V-shaped bodies, pumps, mudguards that have a depth and width of 8-10 m, Ghosts, large cropping pieces. Lavatory coatings have caused a large number of molding platforms, plateaus, plate goggles.

Environmental factor according to which the MT area is assessed, is infringement or tension. In assessing the vulnerability, the balance sheet that has been established between the anthropogenic forces and the self-restoring capabilities of the Earth's systems

This relationship can be easily identified by the purity of the biosphere, the soil and the fauna, the river's watering, the susskeys, and so on.

Under the conditions of the MT, the ecological disturbance of the environment is evident in each of the earth systems, as well as on an upward zoning [8].

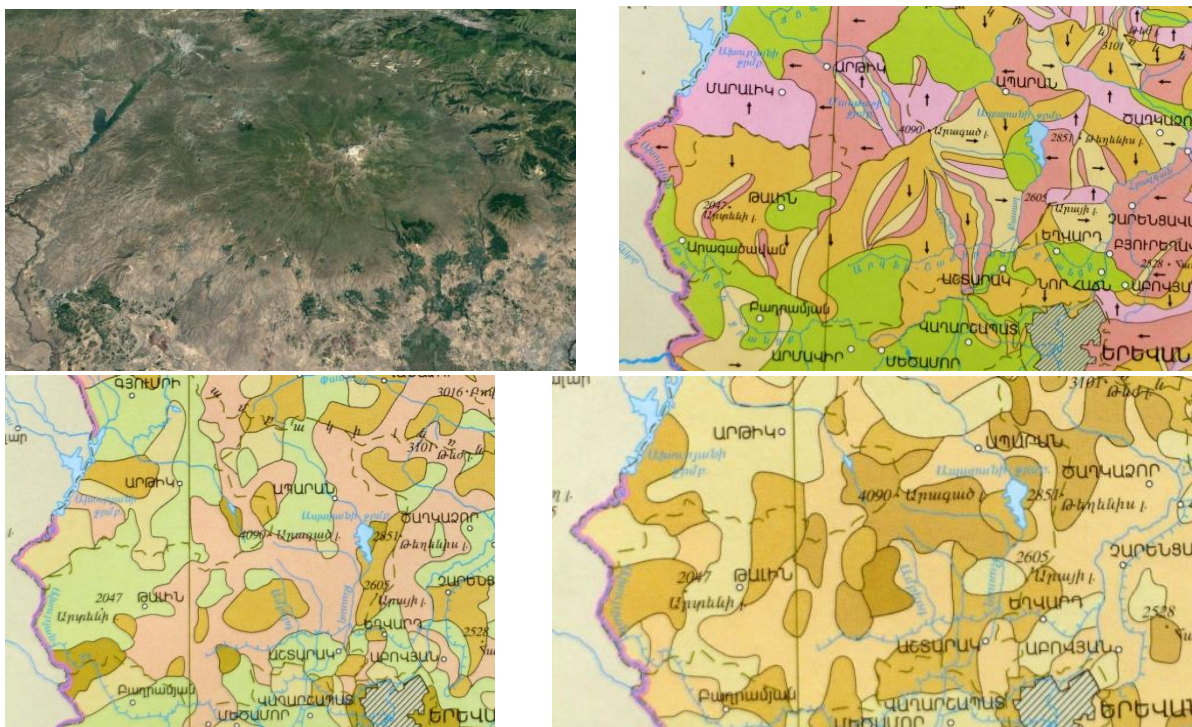


Fig 1. Nat. Atlas of Armenia

The data on area infringements were obtained mainly from the inventory (as a result of the survey) and field surveys and reports from the Aragatsotn Marz.

- The landscape disturbance index has been given in weakly modified landscapes, based on the degree of renewable sutense.
- Infringement of anthropogenic landscapes is assessed from the correlation of natural and cultured landscapes, as well as ecological and technical levels of man-made and exposed areas.
- The environmental degradation of the area was assessed by the correlation of the earth system and the total surface area Weak - 0-25%, Mediocre - 25-40%, Strong > 40-50%.

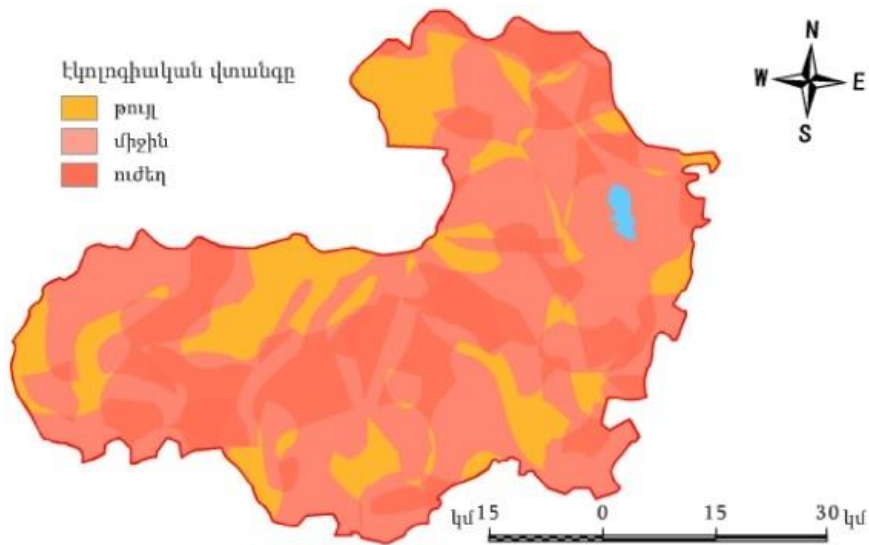


Fig 2. The picture of relief vulnerability (weak, mediocre, strong)

As a result of the GIS analysis of the geoecological indicators of the Aragatsotn MT global network, it was found out that especially large land plots of MT Earth systems (arable land and perennial plantings, pastures and grasslands, unprotected gullies, wet meadows, alpine meadows) have different ecological states especially in the nature of the geoecological zone:

Results of the data analysis are presented in three maps, and the calculated surface results are shown in Table 2. The Aragatsotn MT landscape framework scheme summarizes the third stage, in the stage of determining regional development goals.

Table 2.

Geoecological assessments of the model site

Ecological Situation: (հաւ ի %)	Weak	Mediocre	Strong
Purpose-value (load)	16348 (6%)	174318.1 (63.2%)	84965.9 (30.8%)
Sensitivity (vulnerability)	15285 (5.5%)	174750,7 (63.4%)	85721.6 (31.1%)
landscape disturbance (Tension)	14544 (5.3%)	155553.8 (56.4%)	105534.2 (38.3%)

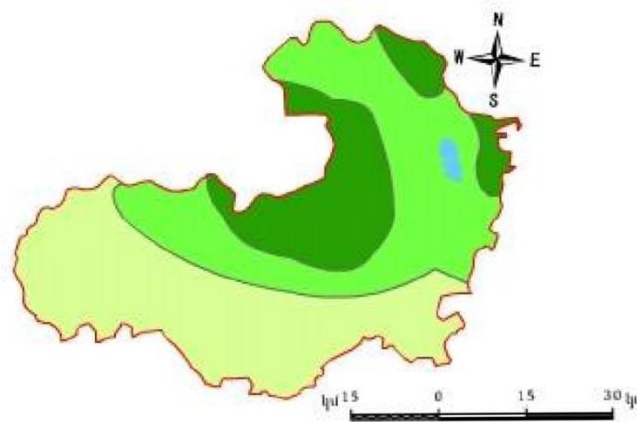


Fig 3. Desertification Risk Areas in Aragatsotn Province According to International Convention Ratios: P/Eo=0.65, P/Eo=0.65-0.70, Lack of risk

The ecological assessment of MT inventory of geospatial systems, significance, vulnerability and inferiority was given by a three-point system based on geo-ecological circuits and upward zones. Applying the proposed algorithm for each type of geospatial system, one optimal variant for the development of the area is obtained within each geo-ecological zone [5,6]. In each zone, the purpose of territorial development for the type of subsystem is determined based on its current (core) or expedient function in the given zone and the ecological status of the most significant component (components) for the intended operation.

The development goals have been determined by the significance and peculiarity of the value of the main indicator of the corresponding geocological analysis. The optimal regional development objectives are determined based on their current ecological status and are the final outcome of the scientific analysis. (Table 3)

Table 3.

Objectives of territorial development of MT subfields according to land fund:

Targeted use statuses	Affiliated area Hectares	Aragatsotn region: % Model of space
1. Use, Better	140390,9	50,92
2. Usage, intensity	58816,0	21,34
3. Limited use	39836,2	14,45
4. Improvement	19435,7	7,05
5. Not applicable	14700,0	5,33
6. Recreation, Improvement	2424,3	0,88
7. Save	28,9	0,01
Total	275632	100

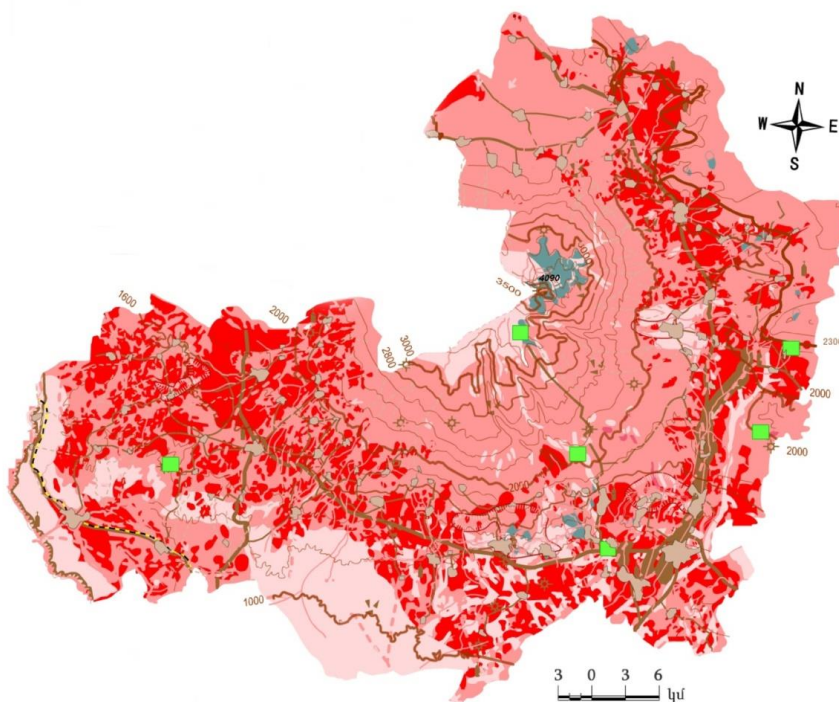


Fig 4. Aragatsotn MT Major Area System Integrated Targeted Use Status by Land Fund

To ensure sustainable regional development of the region, the integrated status of targeted use of each type of geospatial system has been determined. As a basis for the ecological assessment of land systems, the real use of land use and the nature of the upward zone has been justified. As a result, the MT space is

divided into territorial development integrated goals - to maintain, improve and use. The results are mapped to 1: 100 000 scale.

The European model of landscape planning is considered to be a universally acknowledged algorithm-experiment in the management of the natural environment by means of improving societal organization. Natural resource usage approached in this way has a legal status in many countries, whereas in the Republic of Armenia it was legalized in 2007.

In order to use the classical LP modal on the medium scale in mountainous conditions the activities were implemented according to earth systems which were assessed and inventoried with reference to above-ground/surface indicators of atmosphere, soil, water, biotopes and relief.

The main methods used in the elaboration of the work were field study, spatial geo-ecological analysis and large-scale GIS cartographic activities of natural and social-economic conditions of the statistical material.

The results of the Aragatsotn marz area's proposed LP scheme were discussed with the special expertise council of Aragatsotn marzpeteran/regional council by the decision of which these results were used as a basis for the development of "regional organization" section of marz's zoning program/plan in 2009.

References

1. Schwarz-v. Raumer (2011): GeoDesign – Approximations of a catchphrase in: Buhmann/Ervin/Tomlin/Pietsch (Eds.): Teaching Landscape Architecture –Preliminary Proceedings, Bernburg, p. 106-115
2. Flaxman, M. (2010): Fundamentals of Geodesign, in Buhmann/Pietsch/Kretzler (Eds.): Digital Landscape Architecture (2010), Digital Landscape Architecture 2010, Wichmann Verlag, VDE Verlag GmbH, Berlin and Offenbach, p. 28-41
3. Gontier, M., Мұртберг, U., Balfors, B. (2010): Comparing GIS-based habitat models for application in EIA and SEA, in: Environmental Impact Assessment Review, 30, p. 8-18
4. Nat. Atlas of Armenia (2007): volume A-Yerevan, , - 232 pages (In Armenian).
5. Козин В. В., Петровский В. А (2005): Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь— Смоленск: Ойкумена,. — 576 с.
6. Лахер А. (1978) : Экология растений-М. 384 с.
7. Khoetyan A.V (1997), Climate discrimination trends and SD concept of Armenia's landscape zones. << SDC and Armenia >> - Yerevan, , pp. 65-69, (In Armenian).
8. Khoetyan A.V, Mkrtychyan RS. (2006), Causes of Desertification and Time-Based Evaluation Principles in the Republic of Armenia - Yerevan, , -248 pages, (In Armenian).
9. Khoetsyan A., Khachatryan S. (2016): Principles Of Landscape Planning In Mountainous Regions (On The Ra Aragatsotn Marz's Example, Yerevan, (In Armenian).

GEOGRAPHICAL PRINCIPLES OF NATURAL ENVIRONMENT IMPROVING, AS A METHODOLOGICAL BASIS FOR LANDSCAPE PLANNING

Khoetsyan A.¹, Babayan T.^{1*}, Khachatryan S.²

¹ *Head of Chair of Geography and its Teaching Methods, Armenian State Pedagogical University, Armenia*

^{1*} *Cartographer researcher Armenian State Pedagogical University* ² *Associate professor, Yerevan State University*

**e-mail: tigranmap@yahoo.com*

Summary

Developing the scientific basis of the principles of nature-society relations improving, and in this context considering the possibilities of geography, focus put on solving problems improvement of the natural environment and/or to create landscape more stable modification.

The whole complex of problems, which is connected with the human adverse impacts on nature consequences to overcome, in the geography called natural environment improvement (optimization) since the 70s of the 20th century. Development of scientific bases of this idea considered as the main problem of the constructive geography.

Constructive geography considers the improvement of landscapes as a “scientifically based operations system”, aimed at their optimal functioning, maintenance of the ecological and resource potential. During the evolution in landscapes are formed general principles of its activities organization and self-preservation, which are maintained in the process of organizing cultural landscapes. Each improved landscape continues to stay natural system and evolve according to natural laws. To improve the natural environment (INE) there are three main interrelated directions, maintenance, use (development) and improve, which is equivalent to the “European Landscape Convention” accepted the landscape (environmental) quality appropriate statuses for society, “to save, manage, planning”.

Developing the scientific basis of the principles of nature-society relations improving, and in this context considering the possibilities of geography, focus put on on solving problems improvement of the natural environment and/or to create landscape more stable modification.

The whole complex of problems, which is connected with the human adverse impacts on nature consequences to overcome, in the geography called natural environment improvement (optimization) since the 70s of the 20th century. Development of scientific bases of this idea considered as the main problem of the constructive geography.

Constructive geography considers the improvement of landscapes as a “scientifically based operations system”, aimed at their optimal functioning, maintenance of the ecological and resource potential [1]. During the evolution in landscapes are formed general principles of its activities organization and self-preservation, which are maintained in the process of organizing cultural landscapes [2]. Each improved landscape continues to stay natural system and evolve according to natural laws. To improve the natural environment (INE) there are three main interrelated directions, maintenance, use (development) and improve, which is equivalent to the “European Landscape Convention” accepted the landscape (environmental) quality appropriate statuses for society, “to save, manage, planning” [3].

1. “Landscape maintenance” according to that convention provisions implemented significant or special features areals [3]. Nature conservation of the most strict sense full conservation or preservation of the natural regime, need for preservation of scientific researches, reference natural geosystems, plant and animal gene pool. For that purpose used a few percent inhabited land surface. When it became clear that even, that not so small surfaces occupying the natural protected areas failed to ensure the purity of biodiversity and landscape diversity, developed similar concepts so-called ecological networks (EN) and landscape ecological frame (LEF). According to idea

that natural or biologically protected, with various green corridors connected structures must maintain a favorable ecological situation in the region [4].

2. "Landscape management" is aimed at harmonizing the changes affecting the landscape and settlement and conditioned with sustainable development perspectives providing social, economic and other environment creating processes [3]. Use of space can be extensive and intensive. In both cases, it should be strictly regulated. Extensive use means natural complex structure least infringing business forms use. For example, potentially dangerous locations in terms of erosion of mountainous countries In order to maintain the natural balance desired land use is extensive [5]. Landscape management is more fully realized in the case of intensive economic use of the territory, when it is combined with deep meliorative actions. During intense appropriation of relatively weak disturbed landscapes, particular attention being paid to negative effects the application of preventive measures [6].
3. "Landscape planning" is aimed landscape development, rehabilitation and settlement [3]. If elemental economic activities or natural disasters damaged area is subject to improvement (for example self-recovery of vegetation in difficulty), necessary to develop healer events complex aimed restoration it's and surrounding areas. Usually its further exploitation provision requiring substantial reformation rangelands (transformation), for example anthropogenic steppes, altered land improvement, often using engineering solutions [7].

Modern geography passes from landscapes nature and features registration to the examining the possibilities of its restructuring, natural and anthropogenic factors influence research changes in the geosystems and geo systems management principles development, as well as develop efficient nature management and environmental theoretical basics [8].

For landscape is typical territorial integrity, components combination (litolological ground, climate, soil, water, plants), complexities of the object, genealogical unity, energy and material exchange (metabolism) unity, coordination [9].

Mainfest other descriptions of the landscape, but there are no fundamental differences between them. Various landscapes which are related to human activity can be defined as an environment creating, resource reproducing geosystems, which serve as a residence environment and the arena of economic activity for social and ethnic groups and communities [1]. This comment complements the previous definitions and allows to get a more comprehensive picture about current state of the landscape.

General conditions of "European Landscape Convention" the landscape is presented as "human perception space whose character is the result of the impact or interaction of natural and human factors" [3]. Landscape differentiation and integration processes contradictory combination finds its concrete expression in the formation of the different levels of geosystems [7]. Landscapes are total regional (topological) and local (morphological) levels geosystems, which are seen as structural parts epigeosystem [6]. The landscape is accepted as a geosystems hierarchical series main nodal taxonomic unit. All levels of geosystems, according to V. Sochava are the subject of study of geography. They are natural geographical territorial units that have a hierarchical arrangement [2]. Geosystem represents a geospheres (stonesphere, hydrosphere and atmosphere, biosphere) and social integration global sphere [9]. In scientific field as geosystems synonymous used a geographical complex, geocomplex, landscape, regional natural economical (production) system and other terms.

Access of scientific ecological approach in geography bring to study of geosystems, as a residence primarily for human, paying special attention to unfavorable anthropogenic ecological consequences of geographical environment [10]. Even before the appearance of ecology geographers deal with the study of environmental impact on human, animal and plant. It can be said that geography was initially ecologized. One of the significant geographical works about nature anthropogenic

transformation is book of George Perkins Marsh, which called “Human and Nature: Or, Physical Geography as Modified by Human Action”. Seeking of ecologization and along with it, its integration with geography led to the formation of new research directions within this science. Modern studies of their intersection part can be grouped in two directions [11].

One of them is environmental geography, which purpose of the study is study of the geographical environment humanitarian ecological point of view. The other direction is known as geoecology. The term “geoecology” first used by the German geographer C. Trollé, in 1939, applying the research landscapes, thus distinguishing the new scientific direction in the field of communication geography and ecology. Geoecology Trolléan concept, in fact, is near, if not equivalent to landscape science. Geoecology is separated a special direction to explore ecological functions and features of landscapes [12]. C. Trollé considers it necessary approximate geographical landscape and biology-ecological approaches, considering, that geography needed deep ecological knowledge, and ecology in turn need more than ever to pay attention to regional differentiation and mapping. Through the joint efforts of these two sciences must develop a comprehensive research about the Earth and life on it [13].

In soviet science “geoecology” term introduced by V. B. Sochava, in 1970, within the same landscape ecological approach [2, 14]. There are many definitions of geoecology. Its synonyms are landscape ecology, and sometimes biocenology [4, 11]. In opinion of G. N. Belozersky and others, geoecology is science, which is the study intensive anthropogenic impacts resulting the natural environment and the environment irreversible processes, phenomena and the effects in time and space [9]. Such designation allows geoecology consider geographical science and represents one of the most modern parts of geographical sciences, its integral form. This opinion N.S. Zhekulin, G.N. Belozersky [9], T. A. Akimova, V.V. Khoskin, V.V. Bratkov [13], N.I.Ovdienko [13]. This description its practically coincides with the geography, or his problems are aimed at the study of anthropogenic impacts on natural complexes, which is one of the disciplines the study of geography. Some geographers, including N.F. Reimerse [4], S.P.Gorshkov [15] and others find, that geoecology is department of the ecology, for example, part of social ecology, its spatial aspect [1, 4, 15, 16]. Another group of authors described geoecology as a global interdisciplinary direction, metascience, that integrates ecology, biology and geography, as well as all the knowledge and the laws about Earth, for the purposes of preserving nature and life on Earth (V.T. Osipov [18], A.G. Yemelyanov V.T.Trafimov [16], G.N.Golubev).

The concept “geoecology” has received widespread and currently attending representatives of various scientific discipline geoecology views are not original meaning, sometimes opposing perspectives. XX- century 80s geologists have suggested geoecology interpreted as a new branch of knowledge, which explores the existing natural ties between living organisms, including human, anthropogenic structures and geological environment (S.V.Klubov, L.L. Prozorov, M.M.Sudon, Ye.A.Kozlovski and others) [18, 19]. Synthesis of geology and ecology suggested calling also ecological geology (V.T. Osipov, V.T. Trafimov [16], N. A. Yasamanov [17]).

There is also an opinion that the nature-society system of ecological or human-centered approach is too narrow, because that is the way in which it combines geographic studies, doesn't allow full use of geography's scientific potential, because the whole block is seen as a environment system owner's residence [20].

References

- [1] Kozakov L.K., (2004) Landscape science, p. 262 (Russian)
- [2] Sochaava V.B., (1978) The theory of geosystems, p. 126 (Russian)
- [3] European Landscape Convention, (2000)
- [4] Reimers N.S., (1990) Nature use: Dictionary – directory, p. 637 (Russian)
- [5] Grigoryan G.B. (1988) Landscape basics for Improving natural environment, p. 154 (Armenian)
- [6] Solntsev V.N., (1981) Systematic organization of landscapes (problems of methodology and theory), p. 194 (Russian)

- [7] Isachenko A.G., (2004) The theory and methodology of geographical science, p. 395 (Russian)
- [8] Definition of water standards in the basin management areas (2007) (Armenian)
- [9] Belozerskiy G.N., etc., (1994) Fundamentals of geoecology, p. 351 (Russian)
- [10] Pertsik E.N., (2006) Regional planning, territorial planning, p. 398 (Russian)
- [11] Isachenko A.G., (1980) Landscape science and biogeocenology, vol. 4 (Russian)
- [12] Timashev I.E., (1999) Rus-English Geoeconomical dictionary – directory, p. 168 (Russian)
- [13] Bratkov V.V., Ovdienko N. I., (2006) Geoecology, p. 270 (Russian)
- [14] Sochaava V.B., Geography and ecology (Russian)
- [15] Glazovskiy N.F., (1987) Biogeochemical cycle in various natural zones of the USSR // Biogeochemical cycle of substances in the biosphere (Russian)
- [16] Trafimov V.T., etc. (1994) Geoecology as a term and interdisciplinary Science, p. 43-55 (Russian)
- [17] Yasamanov N.A., (2003) Fundamentals of Geoecology, p. 359 (Russian)
- [18] Kozin V.V., Petrovskiy V.A., (2005) Geoecology and nature use. Conceptual-terminological dictionary, p. 576 (Russian)
- [19] Kozlovskiy E.A., etc. (1989) Dynamic models as the basis for managing the geological environment, vol. 28, p. 78-86 (Russian)
- [20] Isachenko A.G. (1997) Geographical aspects of the interaction of nature and society and prospects for integration in geography, vol.1 (Russian)

MANAGEMENT OF THE NATURAL PROCESSES IN THE LANDSCAPE AND LANDSCAPE APPROACH TO TERRITORIAL ORGANIZATION

Khoetsyan A.¹, Babayan T.^{1*}, Khachatryan S.²

¹ Head of Chair of Geography and its Teaching Methods, Armenian State Pedagogical University, Armenia

^{1*} Cartographer researcher Armenian State Pedagogical University ² Associate professor, Yerevan State University

*e-mail: tigranmap@yahoo.com

Summary

The article presents the geographical principles of nature-society relations improvement based on landscape possible organization and regarding evolution six main conceptual - methodological grounds or study models.

1. In geoecosystem concept social people and their economic activities are considered as equivalent component and factor landscape formation (E. Hekkel, V.Sochava and others). 2. Based on synergic overall scientific concept, according which nature goes to the complication, new levels of the separation path. 3. during the evolution of the geographical membrane switches off new form and level of organization of matter and energy (N.N.Kolosovski and others). 4. In the process of geographic membrane noospheration the priority role of human thought coevolution of nature and society is inevitable. 5. The biosphere becomes noosphere as a result of natural evolution (V.I. Vernadsky). 6. Noosphere itself can not occur, it is necessary to design (academician N.N.Moiseev and others).

Natural anthropogenic landscapes study is based primarily on the concept of geo ecosystem, including its ecosystem and geosystematical approaches. This work we built on geosystems approach, which explores the natural surroundings nor its virgin form, but the form in which it exists at the present time, so taking into account the deformation, which have undergone all of private geographic membranes, also the biosphere and landscape membrane result of human economic activity.

V.I. Vernadsky wrote, that “scientists, particularly landscapologists and geocologists have problems, that apply to conscious guidance noosphere organization. It is not possible to leave this point of view, because of the natural growth of scientific knowledge is moving in that direction, and now pushing it deteriorating ecological-economic situations”. Geographical principles of nature-society relations improvement based on landscape possible organization and regarding evolution six main conceptual - methodological grounds or study models [1].

1. In geoecosystem concept social people and their economic activities are considered as equivalent component and factor landscape formation (E. Hekkel, V.Sochava and others). 2. Based on synergic overall scientific concept, according which nature goes to the complication, new levels of the separation path. 3. during the evolution of the geographical membrane switches off new form and level of organization of matter and energy (N.N.Kolosovski and others). 4. In the process of geographic membrane noospheration the priority role of human thought coevolution of nature and society is inevitable. 5. The biosphere becomes noosphere as a result of natural evolution (V.I. Vernadsky). 6. Noosphere itself can not occur, it is necessary to design (academician N.N.Moiseev and others).

Natural anthropogenic landscapes study is based primarily on the concept of geo ecosystem, including its ecosystem and geosystematical approaches. This work we built on geosystems approach, which explores neither the natural surroundings nor its virgin form, but the form in which it exists at the present time, so taking into account the deformation, which have undergone all of private geographic membranes, also the biosphere and landscape membrane result of human economic activity. Human modified environment in turn also puts constraints on the development of human society, as aspect of human living environment, both in terms of resources used by the society. Current natural environment,

lithosphere, hydrosphere, geospace (atmosphere, magnetosphere, near Earth space), the biosphere, the landscape membrane severely changed by human activities, lost its pristine condition and keeps deforming, becoming natural anthropogenic.

Therefore, the current research is carried out in two terms: first, to identify the dominant factors complex of deformation, second, to develop a system of actions that will ensure the preservation and improvement of favorable environmental conditions landscapes. The first objective is to regulate (control) processes natural landscapes, and the second related to the territorial organization of society [2].

Geographic studies have entered a new stage of development, when management concept entered into geography with definitions “environmental management” and “territorial socio-economic systems management” (Gerasimov, 1970, Saushkin, 1973). Modern geography is meant to solve three main interrelated problems: effective resettlement, effective distribution of the social production and efficient natural resource use and environmental protection. Depending on the type of management approach geography is divided into demographic (or social), economic and natural (environmental) sectors.

Note, that efficient use of natural resources and environmental protection cases, it is not the actual management, (as such, this problem is solved beyond geography, though sometimes also with its help). It is concerned environmental management, spatial distribution aspects analysing and decisions or choices. The latter represents many possible options for regional development purposes such the selection of a single option, which is based on the place, time and circumstances, most appropriated to achieve goal, which set minimum energy costs, sustainable survival of object. Performance management processes should be clarity, what we want to achieve, what we want to avoid?

The management of the environment (landscape) is unique in that its purpose is human-centered, but the program is mainly based on the laws of nature. Management lacks inanimate nature (Gott, Ursur 1974), natural biocomponent behavior determinized purposes, for human In addition biological determines with the economic needs. For managing the environment requires developing a complex project and object management system status monitoring organization. In theory and terminology of geography as in LP “environmental management” and “environmental improving” concepts stand out. Debatable field protecting forest creation, stone cleaning and irrigation of badlands, which is and nature improving, and management. One of solutions to such a problem, it is proposed in irrigation system management outplay to category of “improving”, and the the regulation of water supply, “management” category.

Management in landscape based on landscapes vitality natural mechanism and intercomponental vertical communications disclosure. By landscape geographical perspective in INE system features the three main rings [3] (according A.I.Voyeykov, levers). These are surface flow regulation, the application of biological and chemical methods. As already mentioned managing natural processes human ability is limited, for example, can not affect the solar irradiance, the general circulation of the atmosphere, or tectonic movements, and recommended in this case management term use proceed with caution. In addition, it is becoming more and more expensive and it is not always possible with the technical methods reach to high efficiency of landscapes activities and ecological safety. That is why developed countries have begun to pay more attention to the territorial organization of society (TOS).

TOS suggests creating reasonable relocation and the use effective regime. Known TOS three most common practical direction or approach form [1].

1. TOS economic operational direction is aimed causing economic losses inflict to minimum from regional and local natural landscape factors. In this direction of landscape planning leading role belongs to the engineering geography, natural use zoning and regional (agrorclamation, agricultural and other) layouting. Its essence lies in improving the socio-economic layouting structure. . Its essence lies in improving the socio-economic layouting structure.

2. Landscape ecological approach of TOS aims to prevention of damage caused to the environment from economic activities. Here the leading role belongs to geoecological studies. This approach is partly available zoning plans of the regions of RA. Since 2007, the landscape planning is book in the existing regional planning documents of RA. This approach also aims to create a productive structure of area, on geoecological scientific base, which will be based in particular operational role preserving of landscape. The most appropriate natural areas for economic and other type use will be selected the run / calculations, that not contrary to other geosystems functions. In carrying out ecological landscape planning must take into account the fascias and natural areas interconnect lateral connections [4]. This approach is the basic condition rangelands location convenient choice in territory against with wind prevailing direction, surface and groundwater flow, and stopping leaks soil and rocks maternal mineral nutrition elements is an important issue. In the implementation of this approach is a highlighted not only economic interest, but also in any case ecological and physical geographical possible effects.
3. In aesthetic direction TOS leading role belongs to the landscape architecture and landscape aesthetic design with their microlandscape lyrics, rules of aesthetic compositions and stories construction.

The difference of these three approaches of territorial organization of society is in the objects (economical functional/ productional, landscape ecological, aesthetic). For TOS functional approach it for administrative or economic units and for environment landscape ecological improving is geosystems. In case aesthetic approach t his main operational concepts reflect the perfection and beauty of the landscape.

LP can be carried out using three complementary methodological approaches – natural historical, scientific and artistic aesthetic [1].

- Natural-scientific approach is based on the formation of natural landscapes and with economic activity their interactions geographical, geoecological, physico-chemical, biological and other laws, regulations, concepts and models studies and registration. In the case this approach landscape components features and organizing patterns are studied as they are themselves. When using natural approach there is no perfect improved landscape concept, which allows them to study and model as “imperfect” reality. It's combining the two approaches reveals prospects and possible directions of landscape territorial development improvement. Each model perfection implementes its standarts of valuable. In case natural approach valuable is phenomenas social or consumer-functional significance for human.
- Scientific approach aimed to reveal total logical units of nature and natural anthropogenic landscapes study with ideal models. Such scientific approach to simplify, relieve the study of complex phenomena according to researcher secondary, random factors and features abstrction way. During the territories LP ideal models serve as a guidance and best criterion. For natural economical landscapes stability, landscape planning and geoecological improvement problem elaborating is an important methodological factor formation of the ideas about landscape ecological (LEC) frame [1]. Geoecological correct structure of LEC is the standard for determining the optimum. In urban development, regional planning and economic geography is mainfest different types of models for installation and management of natural economical systems. They often reflect naturally formed structure of resettlement and economic activity. They are partially adjusted, end, generalizes by scientists and engineers, and are presented as this or that ideal, the right structures. In particular, known as the central place model variants optimized resettlement and economic models ideal landscape by B. Christaller, A. Lesh. More modern ecological models territorial organization are B.B. Rodoman’s universal, network, polarized, and the cultural landscape and E.

Alaev's, B. Khorev's single settlement system ideologies etc. In fact, this population-environment models mean, that the nature must be adapted to the basic structure of production and population deployment. But about the existing socio-economic territorial structures nature adaption we can speak only very large conventionally [3]. It is not difficult to imagine the opposite view, when appropriate and even necessary to adjust the structure of the socio-economic planning of various "natural structures", for example mountainous areas or indoor pools abundant regions [5]. During scientific approach valueable expressed in terms of "perfection" and reflects its final, stability and harmony with the environment.

* Artistic-aesthetic approach of LP based on landscapes (nature view), as part of the emotional perception of the landscape visual perception. The main action points are the nature views reflecting perfection and beauty of the landscape. In artistic-aesthetic approaches the values is subjective, by priorities and fancy.

References

- [1] Kozakov L.K., (2004) Landscape science, p. 262 (Russian)
- [2] Bratkov V.V., Ovdienko N. I., (2006) Geoecology, p. 270 (Russian)
- [3] Isachenko A.G., (2004) The theory and methodology of geographical science, p. 395 (Russian)
- [4] Isachenko A.G. (1997) Geographical aspects of the interaction of nature and society and prospects for integration in geography, vol.1 (Russian)
- [5] Sochaava V.B., (1978) The theory of geosystems, p. 126 (Russian)

THE NATIONAL LANDSCAPE POLICY AND SPATIAL DEVELOPMENT PROBLEMS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

Harutyunyan Narek Aghvan

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Yerevan State University, Armenia

e-mail: n.harutyunyan@ysu.am

Abstract

The concept of "spatial development" is firmly embedded in the international political lexicon. Especially it is possible to single out the document of the Council of Europe "Fundamental Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent", the effect of which extends to Armenia as well. The relevance of the topic is due to the leading role that the principles of sustainable development should play in spatial planning, on the one hand, and their insufficient application in practice, on the other. Ecological and geographic bases of spatial planning for sustainable regional development in domestic science have not been sufficiently developed. Direct borrowing of foreign experience in landscape planning is largely unacceptable due to the underdevelopment of market systems and governance mechanisms in Armenia. Therefore, the development of scientific tools - the theory and methods, spatial regional planning, associated with the achievement of sustainable development goals is urgent.

Key words: landscape policy, sustainable development, spatial development, landscape planning, territorial development

The problem of the socio – economic sustainable development and proportionate and effective usage of the area of Armenia has become a major imperative of time which can be resolved through the area landscape planning. The latter allows to evaluate the national resource potential of the country and to determine target directions of socio – economic development maintaining the reliability of the national - technical geosystems within ecological capacity. The small size of the area, its natural, socio – economic diversity and the administrative structure of the Republic of Armenia assume the adoption of a comprehensive regional development policy. The environmental orientation of regional policy as a strategy for state administration is not yet developed. The transformation of state environmental policy results from the balanced and stable development of the concept of the basic foundation.

Within the context of the reform in the environmental sphere of the Republic of Armenia the structural implementation of the legislative documents can be done by using the landscape planning instrument which allows providing the participation of the society in the phases of the performance of the constructing and design offers of realization of the new economic programs. The results of the entire objectives of the landscape and socio – economic planning of the area development are being the preconditions for the development of the most appropriate concept of the management system, the reform of administrative structure as well as the territorial organization of the municipal formations. They are consistent with the European principles of landscape planning and stem from the thesis of the territorial balanced and stable development strategy of the Republic of Armenia.

Ratifying the "Landscape European Convention" on March 9, 2004, the Republic of Armenia has assumed the responsibility of implementation of protection, management and planning process of the natural and anthropogenic landscapes. The elaboration of the fundamentals in the implementation of the landscape national policy of Armenia pursues the purpose of creating the necessary prerequisites for sustainable development based on the balanced and harmonious interactions between the public needs, environment and economic activity in the line with the ideology of the Landscape European Convention.

Taking into consideration the geopolitical position and resource potential of the Republic of Armenia, it is important to evaluate properly the existing opportunities and promote organization of

efficient usage of the natural resources creating an urban and rural harmonious atmosphere. This idea coincides with the main objective of urban planning. Therefore, in order to stay away from the unfavorable effects on landscapes arising from the development of economical sectors it is highlighted by the possible broad introduction of interrelated activities in the sphere of landscape protection, management and planning in the Republic of Armenia corresponding the European standards by designing landscape policy and using modern methods of spatial and landscape planning. Assessing the quality and diversity of the landscape as a common resource as well as on the basis of the necessity of solving the existing problems in the mentioned sphere, the main directions and principles of implementation of the national landscape policy are fixed.

The development of the fundamentals of the national landscape policy of the Republic of Armenia is caused by necessity of the implementation of the needs of the decision of Government #308 – N “On the establishment of the list of measures in 2011 – 2012, the performance of the obligations of Armenia arisen from the Landscape European Convention” on March 24, 2011. The legal bases for the development of fundamentals are the international contract “Landscape European Convention” and the recommendation adopted by the Committee of Ministers of the Council of Europe “Main priorities of implementation of the Landscape European Convention”.

After signing the Convention by the Republic of Armenia a number of measures have been implemented, including:

- An interdepartmental commission has been created which should coordinate the works of the implementation of the Landscape European Convention under decision # 650 - A of the Prime Minister of the Republic of Armenia on July 31, 2009,
- “A list of the implementation of the obligations of Armenia arising from the Landscape European Convention” has been approved by decision # 308 – N of the Government of the Republic of Armenia on March 24, 2011,
- Legislative acts regulating the development of spatial planning documents have been supplemented by provisions relating to problems of landscape organization,
- A methodical manual “The processing instructions of the section of “Landscape Management” in the spatial planning documents” has been developed and published,
- A seminar – conference on the theme “ Spatial planning and the landscape” was held in Yerevan on October 23 – 24, 2003, by the Council of Europe in cooperation with the Republic of Armenia,
- Within the framework of the conference of Ministers responsible for spatial planning of the Council of Europe a series of conferences were organized in Yerevan during 2003 – 2008 where the landscape problems were one of the key topics of discussion,
- A document “ The main priorities of the implementation of the Landscape European Convention” adopted by the committee of the ministers of the Council of Europe on February 6, 2008 has been translated and published,
- A landscape framework pilot plan of the national park “Lake Sevan” has been developed by the support of the Environment Protection Agency of the Federal Republic of Germany during 2007 – 2008.

The main principles of the implementation of the Convention directly derive from the provisions of the main articles of the Convention and are the basis for the implementation of the landscape policy including the administrative and institutional issues. The following principles are distinguished:

1. To consider the area as a whole,
2. To provide protection, management and planning of the landscape,
3. To determine and acquire landscape quality objective,
4. To put the knowledge about the landscapes in the basis of actions,
5. To involve the public in landscape activities,
6. To integrate the landscape component in the sectoral policies,
7. To provide the separation of the jurisdictions.

The foregoing principles of the landscape national policy of the Republic of Armenia complete the provisions derived from the Convention and their complex implementation will allow the authorities to solve the problems of the spatial proportionate and stable development of Armenia.

Spatial balanced development is one of the main priorities of the Government program of the Republic of Armenia. The economy of Armenia is distinguished by the apparent imbalance from the point of view of territorial distribution, largely inherited from the former Soviet structure and does not comply with the provisions of the sustainable development concept of the country. Today the importance of the balanced and sustainable spatial development is recognized and valued by the highest levels of the Government. Considering it as one of the most important functions of the country the present territorial disparities of the Republic of Armenia are described as a serious obstacle to the socio – economic development. It should be noted that the implementation mechanisms for this priority issue designated by the Government of the Republic of Armenia need a serious scientific study and analysis. Scientific researches and the recommendations based on them can have not only theoretical but also scientific – practical big significance on the basis of which specific projects of managerial decisions will be developed and guidelines for sustainable development of economy will be clarified in terms of balanced development. Spatial proportionate and stable development can be achieved by applying the whole tools of landscape planning which stems from the very purpose of the landscape national policy of Armenia and can solve the problems by which the problems of territorial disproportionate development of the economy and the environment protection.

One of the most important issues for every country is the organization of territorial balanced and stable development of the country. Regional balanced development of the economy is determined by socio – economic and environmental factors. The neglect of each of them will lead to imbalance and violate the development process. The satisfaction of ecological requirements is a mandatory for high valued areas. Now the concept of the correlation between the landscape and socio – economic regional strategic planning is getting special importance. This concept is aimed at achieving the goal of settlement of ecological limitations of the controversies between the economic and social interests of the area. In this case the following issues become decisive: 1. Modeling of efficient use of resources; 2. The development of the instruments regulating the interaction between the components of natural – technical geosystems; 3. The discovery of new and alternative resources for the regional balanced and stable development; 4. A prospective application of conceptual experience of landscape and socio – economic strategy for the model area; 5. Providing the regional and local government authorities with scientific – informational and education – methodical materials.

Landscape planning is an interconnected process that includes all the stakeholders in the planning including local population and contributes to the democratization of society, its socio – economic stability and sustainable development of territories. Taking into account the long – term interests of the public it gives an opportunity to combine international and national legal acts, socio – economic programs and projects.

The realization of the principle and main methodological notions is not just a copy of the international experience. The Republic of Armenia has natural and socio – economic unique conditions which require them to be taken into account in the application of landscape planning tools:

1. Radically undisturbed landscapes occupy relatively large areas which determine the significant differences in the forms of situation analysis and stability of natural systems in the background of economy (particularly mining) active extensions, their patterns and evolution. At the same time if the protection and the improvement problems of the landscapes dominate socio – economic development tasks in the European countries, in the conditions of Armenia, while solving management problems, they are subordinated to the problems of enhancing the living conditions of the population.
2. The territory of Armenia needs a comprehensive study and generalized assessment. All this put a task to develop and implement the thematic mapping techniques in GIS environment,

development of measurement approaches, and application of methods of overlaying data received before, contribution and remote analysis.

3. Armenia does not have enough financial opportunities to formulate a clear environmental planning procedure. In any case, it is required to account the socio – economic development trends and programs, in the balanced socio – economic, environmental development plans.
4. The living standard inevitably leads to the formation of low environmental culture, the lack of environmental right and appropriate specialists in the relevant departments of that field. The society is not involved in the planning processes and due to some negative perceptions formed in the Soviet past the planning system does not show interest in such procedures.

Sustainable development, as a priority, now has international significance according to which the conservation is considered at the same level as the socio – economic as a matter of equivalent issue. For this reason, in most countries the searches for solutions that ensure a balanced and sustainable development of the areas based on the scientific perceptions and reliable data are considered to be the most important issue for the governance policy. In Europe landscape planning is essentially aimed at supporting the solution of these problems. The large and comprehensive experience of European countries can and should enrich the development of regional planning systems at different levels across all countries that have ratified the Landscape European Convention. This process also concerns Armenia as a member of the European Council and the political and economic partner of European countries. International environmental and economic standards should also be accepted in the territorial planning system.

Being a scarce – landed country Armenia has a strict requirement for the full and effective use of the area which will ensure sustainable socio – economic development of the society. Spatial proportionate development of the economy, efficient use and optimal management of the areas can be carried out using the instruments of landscape planning which allows to evaluate accurately the natural resource potential and to determine targeted directions of socio – economic development and regional management system at the same time preserving the stability, balance, vitality and safety of natural – territorial complexes, ensures the reliability of natural – social geosystems in the frameworks of environmental capacity. One of the final stages of landscape planning is application or inclusion of implemented work in the socio – economic development plans of the areas. This phase is a transition to a practical application of new technologies at another level in the strategies of economic and social development of administrative areas and community associations.

In the Republic of Armenia the first level of administrative – territorial governance is considered to be the region and the community formation is at the second level of subordination. The latter is a complicated territorial economic system the development of which is mainly determined by interaction level of intern – system entire links of natural, economic and social environment and governing bodies.

The analysis of the territorial development patterns allows predicting and diagnosing the interaction of regional administrative system and its separate elements on the impact of the internal factors of the united economic environment. It gives opportunity for predicting crisis situations and adopting criteria for their exclusion which, in their turn, is one of the issues of adaptation of territorial development management. Planning of the sustainable and balanced development of administrative – territorial units of the Republic of Armenia is necessary to actualize in accordance with the above – mentioned general principles of territorial forecasting and perform in the following logic:

1. Disclosure: includes general description of the territory, complex assessment of the economic – geographical condition, list of technical – economic indicators, characteristic location in the republic, general state of socio – economic sphere and ecological issues.
2. Analysis: analysis and assessment of natural resources, labor and production potential, determination and use of the productive forces involvement level, characterization and evaluation of social and technical infrastructures, landscape – ecological assessment of the area use are implemented.

3. Forecasting: the concept of sustainable socio – economic development of the area is processed which includes possible scenarios of socio – economic development, effectiveness of the development of industry and agriculture, investment system, social and technical infrastructures, land relations, local budgets and financial flows are ensured according to the branch development strategies.
4. Mapping: branch and complex maps reflecting resource potential, investment attractiveness, prospect of socio – economic development and area management are elaborated and compiled. The developed maps can be grouped into three sections of the above separations: characteristic, analytical and predictive.

Thus, the results of the complete goals of socio – economic development of the landscape planning accordingly are the preconditions for the improvement of the land use plans, refinement and development of the management system, the reform of the administrative structure as well as the development of more effective concept of the territorial organization of community formations. They are in harmony with the European principles of landscape planning and stem from the provisions of processed strategies of regional balanced and sustainable development of the Republic of Armenia.

References

1. Антипов А.Н., Кравченко В.В., Семенов Ю.М. и др. *Ландшафтное планирование: инструменты и опыт применения*. Иркутск. Изд-во Института географии СО РАН, 2005.- 165 с.
2. Wende W. (2000): *Sicherung der Qualität von Umweltverträglichkeitsstudien durch die Landschaftsrahmenplanung*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung-Moderne Technologien, Methoden und Verfahrensweisen*. Hrsg.: Gruehn D.; Herberg A.; Roesrath, C. Mensch & Buch Verlag, Berlin. S. 289-298.
3. https://www.e-gov.am/u_files/file/decrees/arc_voroshum/2012/07/MAR29-7.pdf

РЕЗЮМЕ

ЛАНДШАФТНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ И ПРОБЛЕМА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

Арутюнян Нарек Агванович

канд. геог. наук, доцент Ереванского государственного университета, Армения

e-mail: n.harutyunyan@ysu.am

Понятие «пространственное развитие» прочно входит в международный политический лексикон. Особенно можно выделить документ Совета Европы «Основопологающие принципы устойчивого пространственного развития Европейского континента», действие которого распространяется и на Армению. Актуальность темы статьи обусловлена ведущей ролью, которую должны играть принципы устойчивого развития в пространственном планировании, с одной стороны, и недостаточным их применением на практике, с другой. Эколого-географические основы пространственного планирования в целях устойчивого регионального развития в отечественной науке разработаны недостаточно. Прямое заимствование зарубежного опыта ландшафтного планирования во многом неприемлемо вследствие неразвитости рыночных систем и механизмов управления в Армении. Поэтому актуальна разработка научного инструментария - теории и методов, пространственного регионального планирования, сопряженного с достижением целей устойчивого развития.

ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА МАТЕРИКОВОМ И ЗОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ В 2001-2012 гг.: КЛАССИФИКАЦИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ⁹

Климанова О.А. *, Третьяченко Д.А., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А.,
Колбовский Е.Ю., Гринфельдт Ю.С.

*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, географический факультет,
кафедра физической географии мира и геоэкологии, Россия*

*e-mail: * oxkl@yandex.ru*

Постановка проблемы

С 2000 г. в мировой практике научных исследований для картографирования характера землепользования в конкретный период времени широко используются геопространственные базы данных земельного покрова (land cover), полученные в результате обработки космических снимков с различных съемочных аппаратов и систем [7,8]. Мы придерживаемся перевода этого англоязычного сочетания именно в такой формулировке, понимая под ним современную мозаику растительного покрова, как естественного, так и антропогенного происхождения, в том числе посевы сельскохозяйственных культур, разнообразные типы населенных пунктов и других объектов, земли, не покрытые растительностью (пустоши, ледники и др.), а также водоемы и водотоки. Многочисленные имеющиеся в настоящий момент базы данных земельного покрова создают иллюзию о возможностях сравнения результатов за разные года, однако на практике их сопоставление затруднено из-за разных по количеству классов легенд, а также разных дефиниций отдельных категорий. В то же время для исследований глобального охвата, сопровождающихся последующим картографированием и созданием мировой классификации типов изменений земельного покрова, наиболее доступным выглядит анализ именно на основе таких данных. На предварительном этапе исследований нами были проанализированы находящиеся в открытом доступе базы данных исключительно глобального охвата, характеризующие максимально длительный ряд изменений – с 1990 по 2010 гг. Были рассмотрены следующие базы данных: классификация земельного покрова Университета Мерилэнда [13] за 1993 г., Глобальный земельный покров 2000 (Global Land Cover 2000) [5], GlobCover за 2009 гг. [6], MODIS Land Cover за 2001 – 2012 гг. [9], (IGBP-DIS) DISCover Global [3]. Все они были получены путем обработки «сырых» данных дистанционного зондирования с последующим тематическим анализом и прошли валидацию со статистическими данными и данными земельного покрова на ключевых участках. Проведенное нами детальное сопоставление данных как по классам легенды, так и попиксельно [1], показало, что адекватное прямое сравнение разновременных данных на глобальном уровне может быть проведено лишь за 2000-2010 гг. на основе использования открытых данных Global Land Cover Facility (получены на базе съемки MODIS с разрешением 5'x5').

В ходе сопоставления основным объектом анализа становится сама категория земельного покрова, которая в действительности имеет лишь относительную привязку к поясно-зональным особенностям. Например, категория злаковники встречается как в арктических, так и субэкваториальных широтах, категория смешанные леса отмечена в пределах и умеренного, и субтропического и тропического поясов. Таким образом, для интерпретации полученных результатов с ландшафтных позиций необходимо использовать независимые операционно-территориальные ландшафтные единицы, относительно которых можно проводить анализ и оценку изменений. Наиболее подходящей для этого территориальной единицей представляются

⁹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-05-06186)

природные зоны, характеризующиеся единством гидротермических, почвенно-географических и геоботанических характеристик. Для отдельных материков или их крупных частей анализ проводился на уровне зональных типов ландшафтов.

Материалы и методы

Как уже указывалось выше, в качестве источника данных о состоянии земельного покрова за 2001-2012 гг. использовались открытые данные Global Land Cover Facility [9]. Легенда к карте земельного покрова включает 17 классов (от 0 до 16), соответствующих классификации Международной геосферно-биосферной программы (МГБП). Каждая категория имеет четкие классификационные критерии (высота древесного и кустарникового ярусов, сомкнутость древостоя и т.п.) (табл. 1):

Таблица 1.

Классы земельного покрова/землепользования, принятые в Международной геосферно-биосферной программе (IGBP)

Класс	Наименование	Описание
1	Вечнозеленые хвойные леса	Хвойные леса с сомкнутостью древостоя >60% и высотой деревьев свыше 2 м. Деревья остаются зелеными весь год.
2	Вечнозеленые широколиственные леса	Широколиственные леса с сомкнутостью древостоя >60% и высотой деревьев свыше 2 м.
3	Листопадные хвойные леса	Хвойные леса с сомкнутостью древостоя >60% и высотой деревьев свыше 2 м. Для деревьев характерно сезонное опадание хвои.
4	Листопадные широколиственные леса	Широколиственные леса с сомкнутостью древостоя >60% и высотой свыше 2 м. Для деревьев характерно сезонное опадание листвы.
5	Смешанные леса	Леса с сомкнутостью древостоя >60% и высотой деревьев свыше 2 м. Состоят из древесных сообществ предыдущих четырех типов, ни один из которых не занимает более 60% площади ареала.
6	Сомкнутые кустарниковые формации	Кустарниковый ярус сомкнутостью более 60% с отдельными деревьями высотой менее 2 м. Кустарники могут быть как листопадными, так и вечнозелеными.
7	Разреженные кустарниковые формации	Кустарниковый ярус сомкнутостью от 10 до 60% с отдельными деревьями высотой менее 2 м. Кустарники могут быть как листопадными, так и вечнозелеными.
8	Древесные саванны	Древесный покров сомкнутостью 30-60% и высотой деревьев более 2 м на фоне преобладания травянистой и низкорослой растительности.
9	Саванны	Древесный покров сомкнутостью 10-30% и высотой деревьев более 2 м на фоне преобладания травянистой и низкорослой растительности.
10	Злаковники	Травянистые типы растительного покрова с деревьями и кустарниками, занимающими менее 10% площади.
11	Постоянно переувлажненные угодья	Сочетание территорий, покрытых водой и травянистой или древесной растительностью. Растительность может произрастать как в соленой, так и солоноватой и пресной воде.
12	Пахотные угодья	Обрабатываемые угодья с возделыванием культур по переложной и паровой системам (возможно получение одного или нескольких урожаев). Многолетние древесные культуры попадают в категории соответствующих лесных или кустарниковых типов земельного покрова/землепользования.
13	Городские земли	Территории, занятые постройками или другими искусственными сооружениями
14	Мозаика пашен и природной растительности	Сочетание пашен, лесов, кустарников и злаковников, где ни одна из категорий не занимает более 60% площади ареала.
15	Вечные снега и ледники	Территории, в течение всего года покрытые снегом и льдом
16	Территории, лишённые растительности	Территории с незадернованными почвами, незакрепленными песками, выходами скальных пород или снегами, которые ни в один из сезонов года не покрыты растительностью более, чем на 10% их площади
0	Водные объекты	Океаны, моря, реки, водохранилища и озера (пресные и соленые).

Составлено авторами по [9]

Исходные данные указанной базы были спроецированы в равновеликую цилиндрическую проекцию. Размер ячейки выходного растра, т.е. минимальный ареал дальнейшего анализа, составляет 1 кв. км и обусловлен разрешением исходного растра 5'x5'.

В качестве среды для анализа использован ГИС-пакет ArcGIS Desktop for Desktop Spatial Analyst и инструменты:

- Комбинировать (Combine) для анализа растровых данных Land Cover Change и выявления типов и ареалов изменений, произошедших в земельном покрове с 2001 по 2012 гг.;
- Таблица площадей (Tabulate Table) для совместного анализа растровых и векторных данных и подсчета площадей переходов земельного покрова с 2001 по 2012 гг. и их типов в пределах материков, макрорегионов и природных зон.

Трансформация земельного покрова на материковом уровне.

По проведенным нами расчетам структура земельного покрова материков (без Антарктиды) в 2012 г. по классам выглядит следующим образом (табл.2):

Таблица 2.

Площадь классов земельного покрова по материкам (без Антарктиды) в 2012 г., тыс. кв. км

Класс земельного покрова	Евразия	Африка	Северная Америка	Южная Америка	Австралия (с Океанией)	Всего
Вечнозеленые хвойные леса	1059,4	0,2	2714,3	7,5	0,4	3781,8
Вечнозеленые широколиственные леса	3532,2	2482,0	492,1	6880,5	511,6	13898,4
Листопадные хвойные леса	1493,8	-	-	-	-	1493,8
Листопадные широколиственные леса	277,9	13,7	454,6	573,7	-	1319,9
Смешанные леса	7682,8	7,1	1977,2	196,5	34,0	9897,6
Сомкнутые кустарниковые формации	2,4	44,3	19,7	2,0	8,9	77,3
Разреженные кустарниковые формации	7200,0	2566,9	4379,8	1546,8	5170,2	20863,7
Древесные саванны	2652,9	4368,0	2250,0	620,1	643,3	10534,3
Саванны	170,7	4537,6	176,8	3978,1	651,2	9514,4
Злаковники	9450,7	2386,6	4579,4	1664,1	468,6	18549,4
Постоянно переувлажненные угодья	508,4	100,4	262,3	148,7	6,1	1025,9
Пахотные угодья	7904,4	831,2	1780,6	793,8	471,6	11781,6
Городские земли	187,7	16,8	115,1	46,0	10,3	375,9
Мозаика пашен и природной растительности	3236,0	2180,5	1397,0	613,8	11,2	7438,5
Вечные снега и ледники	332,2	-	2626,5	30,0	2,8	2991,5
Территории, лишенные растительности	7942,7	10192,6	125,1	517,2	60,7	18838,3
Водные объекты	442,9	220,4	737,9	134,4	11,8	1547,4

Анализ изменений земельного покрова проводился при сопоставлении картографических изображений, отображающих данные за 2001 и 2012 гг., где каждая ячейка характеризуется соответствующим цифровым индексом согласно табл. 1. При смене класса земельного покрова в 2012 г. по сравнению с 2001 г. происходит смена цифрового индекса, что позволяет выделить ячейку (или ряд ячеек) как ареал определенного типа изменений. Например, индекс 12_5 означает, что на месте пахотных угодий, занимавших данную ячейку в 2001 г. в 2012 г. возникли смешанные леса.

Полученный массив данных позволил рассчитать значения относительные доли классов

земельного покрова за два временных периода, а также определить относительную убыль/увеличение площадей, занятых соответствующими классами (табл.3).

Таблица 3.

Изменение доли классов земельного покрова на материках (без Антарктиды) в 2001-2012 гг.

Класс земельного покрова	Евразия		Африка		Северная Америка		Южная Америка		Австралия	
	Доля от площади материка, 2012, %	Изменение доли класса, 2001-2012, %	Доля от площади материка, 2012, %	Изменение, 2001-2012, %	Доля от площади материка, 2012, %	Изменение, 2001-2012, %	Доля от площади материка, 2012, %	Изменение, 2001-2012, %	Доля от площади материка, 2012, %	Изменение, 2001-2012, %
Вечнозеленые хвойные леса	1,96	-0,41	0,00	0,00	11,27	-2,40	0,04	-0,01	0,00	0,00
Вечнозеленые широколиственные леса	6,53	-0,14	8,29	0,31	2,04	-0,17	38,76	0,87	6,34	0,05
Листопадные хвойные леса	2,76	-0,76	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-
Листопадные широколиственные леса	0,51	-0,10	0,05	0,02	1,89	0,11	3,23	-0,22	-	-
Смешанные леса	14,21	-2,41	0,02	0,05	8,21	-0,76	1,11	0,03	0,42	-0,11
Сомкнутые кустарниковые формации	0,00	0,03	0,15	0,11	0,08	0,03	0,01	0,04	0,11	0,34
Разреженные кустарниковые формации	13,31	0,38	8,57	-0,42	18,18	0,82	8,71	-0,31	64,13	-4,53
Древесные саванны	4,91	2,10	14,59	0,06	9,34	0,04	3,49	-0,19	7,98	0,21
Саванны	0,32	0,30	15,15	1,55	0,73	1,11	22,41	-0,01	8,08	0,35
Злаковники	17,48	-0,45	7,97	-0,74	19,01	-0,70	9,37	-0,58	5,81	0,81
Постоянно переувлажненные угодья	0,94	-0,45	0,34	-0,18	1,09	-0,28	0,84	-0,50	0,08	-0,06
Пахотные угодья	14,62	0,14	2,78	-0,54	7,39	0,19	4,47	0,41	5,85	1,34
Городские земли	0,35	0,02	0,06	0,00	0,48	0,02	0,26	0,01	0,13	0,00
Мозаика пашен и природной растительности	5,98	0,74	7,28	-1,03	5,80	0,84	3,46	0,37	0,14	0,04
Вечные снега и ледники	0,61	-0,11	-	-	10,90	0,35	0,17	-0,07	0,03	-0,01
Территории, лишенные растительности	14,69	1,04	34,03	0,78	0,52	0,78	2,91	0,12	0,75	1,52
Водные объекты	0,82	0,06	0,74	0,03	3,06	0,03	0,76	0,04	0,15	0,06

Анализ полученных данных свидетельствует о противоречивых тенденциях, характерных для разных материков и, часто, не соответствующих имеющимся статистическим данным. Из таких процессов выделим, например, изменение доли вечнозеленых широколиственных лесов – в Евразии и Северной Америке – сокращение, в Африке и Южной Америке, что противоречит общепринятым представлениям о процессах обезлесения в тропических районах и облесения – в умеренных широтах. Разреженные кустарниковые формации в Африке, Южной Америке и Австралии демонстрируют тенденцию к сокращению и по абсолютным и относительным значениям, что может быть объяснено продолжающимся развитием процессов опустынивания в этих районах. Области, занятые вечными снегами и ледниками, повсеместно (кроме Северной

Америки) уменьшаются, в Африке же области, занятые этим классом земельного покрова вообще отсутствуют. Повсеместно наблюдается рост территорий, лишенных растительности, самая высокая их доля – в Африке. Отметим, что темпы изменений, в целом, невелики.

Дополнительно были также подсчитаны переходы между различными классами, что позволило высказать предположения о наиболее распространенных для материка типах переходов, а также доля территории каждого класса, сохранившаяся без изменений.

Трансформация земельного покрова на зональном уровне.

Границы природных зон, в которых проводился анализ трансформации земельного покрова, взяты из электронного Атласа мира "ArcAtlas: Our Earth" (1996) [2]. Наряду с ними на исходной карте имеются границы географических поясов, зональных типов ландшафтов на равнинах и высотных спектров ландшафтов в горах, а также интразональных ландшафтов (речных долин, дельт, мангров, солончаков, ледников и заболоченных территорий). Согласно объяснительной записке к карте ареалы природных зон характеризуются единством гидротермических, почвенно-географических, геоботанических характеристик, что делает их наиболее подходящей ОТЕ для проведения пространственно-временного анализа земельного покрова. В отличие от категорий земельного покрова природные зоны имеют в качестве атрибута принадлежность к географическому поясу. Всего на карте выделено 26 природных зон, относящихся к 7 географическим поясам.

В результате анализа были получены таблицы переходов между типами земельного покрова с 2001 по 2012 гг. в пределах природных зон и зональных типов ландшафтов. Изменения для зональных типов ландшафтов на равнинах и высотных спектров в горах в пределах каждого пояса анализировались по отдельности, для этого полученный массив данных был разделен на две соответствующие группы. Группа, объединяющая высотные спектры, нуждается в дальнейшем уточнении контуров по цифровой модели рельефа. Отметим, что в отдельных поясах, например, субтропическом и субарктическом, согласно источнику ArcAtlas:Our Earth, эти ареалы занимают до 45% территории пояса. Очевидно, что часть ареалов, занятых типами переходов, имеет слишком маленький размер и свидетельствует о частных (локальных) причинах трансформации, например, самый маленький по площади ареал типа изменений находится в Евразии и составляет 20 кв. км. Определенная часть изменений, возможно, возникла исходя из технических погрешностей как исходного материала, так и в процессе анализа. В связи этим, для получения результатов на глобальном уровне выявленные типы изменений были генерализованы и для дальнейшего анализа отобраны только те, доля которых в площади соответствующей природной зоны или зонального типа ландшафтов составляет более 1%. Остальные были объединены в графу «прочие». На основании полученных количественных данных о смене категорий земельного покрова за 2001–2012 г. все природные зоны были разделены на три группы, в которых изменения земельного покрова затронули: 1) менее 10% площади зоны – всего 6 зон; 2) от 10 до 20%– всего 11 зон; 3) более 20% – всего 9 зон. Среди относительно стабильных (первая группа) есть как зоны, занимающие огромные площади (например, тропические пустыни), так и сравнительно небольшие по площади - степи прохладных плоскогорий. Третья группа зон (с наибольшей долей изменений) включает пять зон субтропического пояса (из всех зон пояса сюда не вошли только пустыни и полупустыни), две лесных и редколесных зоны тропического пояса, по одной зоне умеренного (тайга) и полярного (арктотундра) поясов.

На уровне зональных типов ландшафтов (ЗТЛ) выявлено 9 наиболее изменившихся за 2001-2012 гг. (более 25% площади ЗТЛ претерпело изменения). Среди них:

- субтропические луговые степи на фаеземах (38% площади ЗТЛ претерпело изменения),
- среднетаежные умеренно-влажные леса на подзолах, подзолувисолях и камбисолях (36%),
- умеренно-влажная и влажная северная тайга на подзолах и глееосолях (32%),

- вечнозеленые редколесья и кустарники тропического пояса на нитосолях (31%),
- субтропические летнесухие редколесья и кустарники на хромик камбисолях (30%)
- ксерофитные редколесья и кустарники тропического пояса на нитосолях и кальций-хромик камбисолях (28%),
- субтропические сезонно-влажные смешанные леса на ферралитных камбисолях и нитосолях (26%);
- злаково-кустарничковые и кустарничковые пустыни тропического пояса на хромик ксеросолях (26%);
- субтропические умеренно-влажные хвойные редколесья на хромик камбисолях (25%).

Выявлено также 18 ЗТЛ, более 90% площади которых остались без изменений земельного покрова/землепользования. Среди них ледяные пустыни полярного пояса (95% не претерпело изменений), 5 ЗТЛ умеренного пояса (широколиственные леса, степи, полупустыни, 3 ЗТЛ субтропического пояса (пустыни и полупустыни), 6 ЗТЛ тропического пояса (пустыни и степи высоких плоскогорий), 2 ЗТЛ экваториального пояса (постоянно-влажные и избыточно влажные леса). Для верификации полученных данных особенности характера трансформации землепользования на региональном уровне анализировались для отдельных территорий в Азии и Южной Америке. Для Юго-Восточной Азии анализ проводился в границах зональных типов ландшафтов субэкваториального и экваториального поясов. Установлено, что современная структура земельного покрова/землепользования в границах постоянно-влажных и переменновлажных лесных и саванно-редколесных ландшафтов демонстрирует высокую зависимость от зонально-поясных особенностей. Так, в 2012 г. доля антропогенно-трансформированных типов землепользования (пашен и мозаики пашни-естественная растительность) достигала максимальных значений в зоне сезонно-влажных лесов (61%), была ниже в зоне саванн, редколесий и кустарников (55,7%), самые низкие показатели демонстрирует ЗТЛ постоянно-влажных вечнозеленых лесов на красно-желтых почвах (38%), причем в последнем типе максимальна доля категории «мозаика пашен и естественной растительности». Для всех рассмотренных зон за период 2001-2012 гг. было характерно увеличение доли категорий, связанных с сельскохозяйственным воздействием: максимальный их прирост демонстрирует самый сухой ЗТЛ – саванн, редколесий и кустарников – на 5,5%. Прирост распашки произошел за счет типа древесных саванн и редколесий, в то время как площадь категорий листопадные и постоянно-влажные леса за рассматриваемый период увеличилась.

Для региона Западной Азии (страны Леванта) использованы данные MODIS Land Cover за 2001, 2005, 2009, 2012 гг. и GlobCover Land Cover за 2005 и 2009 гг., на основе которых выявлены тренды изменений земельного покрова. В странах Леванта прослежены изменения для категорий земельного покрова по данным MODIS 8, для 17 категорий – по данным GlobCover Land Cover. Для унификации полученных разнородных данных, основанных на разных системах классификации земельного покрова, была проведена их генерализация, составлены переходники и подсчитаны площади и доли категорий земельного покрова для территории Леванта в целом и для отдельных стран. Для верификации данных применялась официальная статистика ФАО по использованию земель. Наименьшие отклонения от данных ФАО отмечены по данным проекта GlobCover. По результатам анализа динамики земельного покрова за 2005-2009 гг. по этой БД выявлены наибольшая трансформация горных лесов Южной Анатолии, лесов Восточного Средиземноморья, степей Ближнего Востока. Существенно меньшие трансформации земель зафиксированы в пустынных зонах. По данным MODIS до 2009 г. площади непродуктивных земель возрастали, однако в 2012 г. их доля в общей площади территории немного сократилась, это произошло вследствие увеличения площадей травянистых ландшафтов на юге Сирии и Ливана. Площади лугов и пастбищ оставались примерно на одном уровне, но в 2012 г. резко увеличились. Площади лесных территорий возрастали до 2009 г., но в 2012 г. немного сократились, главным образом, за счет вырубок горных лесов в центральных районах Ливана. Эти территории перешли в пашни и

большой частью в пастбища. Пашни до 2012 г. имели ярко выраженный тренд на сокращение, однако в 2012 г. площади распашки немного увеличились. Застроенные земли изменились незначительно. Возможности рационального использования земель усугубляются напряженной геополитической ситуацией между странами региона (Израиль-Палестина, Израиль-Сирия, Израиль-Ливан) и военными действиями на территории Сирии.

В Южной Америке исследования проводились на примере Бразилии. За период с 2001 по 2012 гг. изменения структуры землепользования в Бразилии преимущественно характерны для юго-восточной части (природных областей Приатлантических лесов и Серрадо), центральных областей - юга Амазонии. Трансформации земельного покрова подверглась площадь равная 4,1 млн км² (48% территории Бразилии). Изменения в структуре землепользования выражаются как в сокращении площадей некоторых типов земельного покрова (вечнозеленые хвойные леса, смешанные леса, сомкнутые кустарниковые формации), так и увеличении (пашни, древесные саванны, кустарниковые формации, постоянно переувлажненные земли). Сведено более 60% листопадных широколиственных лесов. На их месте сформировались древесные саванны (53,7%), саванны (20,3%), вечнозеленые широколиственные леса (9,8%), постоянно переувлажненные земли (2,2%).

Основные выводы

Выбранные операционно-территориальные единицы исследования, представленные как векторные слои ГИС, изначально получены путем ручной оцифровки рисованных контуров. Таким образом, они представляют собой данные, ныне квалифицируемые в международной практике ГИС-моделирования как «state of art mapping». Использование их в качестве матрицы ОТЕ могло повлечь за собой некоторые неточности в оценке динамики земельного покрова в зональных границах. Следовательно, одним из направлений совершенствования предложенного подхода должна стать разработка полуавтоматизированного (с участием эксперта) метода моделирования природно-зональной структуры на глобальном уровне, аналогично уже выполненным работам по Европе и миру [11,12].

Полученные результаты позволили составить предварительный классификатор изменений земельного покрова/землепользования за указанный период и обозначить типы процессов трансформации в пределах природных зон и подзон на глобальном уровне. Для экваториального и субэкваториального поясов выделены 4 типа процессов, для пустынных зон тропического пояса 2 типа процессов, для лесных и редколесных зон тропического пояса – 6 типов, для нелесных зон субтропического пояса – 6 типов; для лесных зон субтропического пояса – 7 типов; для лесных зон умеренного пояса – 7 типов, для нелесных зон умеренного пояса – 6 типов, для природных зон субполярного пояса – 3 типа, для полярного пояса – 3 типа. Важным дополнительным результатом исследования стали данные о современной структуре земельного покрова/землепользования каждого ЗТЛ, которые позволяют сделать вывод о степени трансформации первоначального растительного покрова ландшафтов и могут быть положены в основу классификации ЗТЛ по динамическому признаку.

Данные позволяют говорить о ведущих трендах землепользования за 2001–2012 гг., проявляющихся в глобальном масштабе, которые в значительной степени способны повлиять на структуру и динамику современных ландшафтов. В отличие от аналогичных исследований [10] выявленные типы переходов и изменений захватывают весь спектр категорий земельного покрова и процессов трансформации, позволяя получить представление об основных траекториях развития не только антропогенно-обусловленных, но и природных категорий земельного покрова. Использование достаточно короткого (10 лет) интервала для анализа изменений дополняет уже выполненный анализ глобальных процессов антропогенной трансформации экосистем за период 1700-2000 гг. [4].

Выявленные типы изменений, которые можно рассматривать как своего рода тренды глобальных процессов, способных в обозримый промежуток времени (10-15 лет) весьма

значительно изменить состояние биосферы. В связи с выявленными закономерностями представляется также логичным моделирование влияния тех или иных природных (флуктуации климата) или социальных (населенность, плотность дорожной сети, экологический след и т.д.) факторов на выраженность, направленность и степень обратимости обнаруженных трендов трансформации земельного покрова.

Литература

1. Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Хазиева Е.С. Глобальные базы данных земельного покрова и перспективы их использования для картографирования современных ландшафтов // Известия РАН. Серия географическая/ 2017, №1, с. 126-139.
2. Атлас ArcAtlas "Our Earth". 1996.
3. DISCover land cover [Электронный ресурс]. –<http://glcf.umd.edu/data/lc/> (дата обращения: 11.02.2017)
4. Ellis E.C., Goldewijk K.K., Siebert S., Lightman D., Ramankutty N. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 2010, 19, 589–606
5. Global Land Cover 2000 [Электронный ресурс]. –<http://forobs.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php> (дата обращения: 11.02.2017)
6. GlobCover [Электронный ресурс]. – http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php (дата обращения: 11.02.2017)
7. Hansen, M. C., Defries, R. S., et al. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach // *International Journal of Remote Sensing*. 2000. No 7 (216). P. 1331–1364.
8. Herold M., Mayaux P., Woodcock C.E., Baccini A., Schmullius C. Some challenges in global land cover mapping: An assessment of agreement and accuracy in existing 1 km datasets // *Remote Sensing of Environment*. 2008. Vol. 112. P. 2538 – 2556.
9. MODIS Land Cover [Электронный ресурс]. – <http://glcf.umd.edu/data/lc/> (дата обращения: 11.02.2017)
10. Millenium Ecosystems Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 2005. 153 p.
11. Mucher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schamine'e J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // *Ecological Indicators*. 2010. No 10. P. 87–103.
12. Sayre R., Dangermond J., Frye C., et al. *A New Map of Global Ecological Land Units — An Ecophysiological Stratification Approach*. Washington, DC: Association of American Geographers. 2014. 46 p.
13. UMD Land Cover Classification [Electronic Resource]. – URL: <http://glcf.umd.edu/data/landcover/> (date of access: 20.04.2015)

SUMMARY

Land Cover Changes on the Global Level in 2001-2012 years: classification and mapping

Klimanova O. A., Tretiachenko D. A., Alekseeva N. N., Arshinova M. A., Kolbovsky E. Y., Grinfeldt Y. S.
Moscow State University. M.Lomonosov, Faculty of Geography, Russia

The analysis of public access databases exclusively global coverage showed that adequate direct comparison of data at the global level could be held only for 2000-2010 years through the use of open data Global Land Cover Facility (received on the basis of MODIS with resolution of 5'x5'). Study of 17 land cover classes allowed us to calculate the relative shares of land cover classes for two time periods, as well as determine the relative reduction/increase of the area of the relevant classes. Additionally, there were also counted transitions between different classes. The transformation of land cover at the zonal level, produced within the boundaries of natural areas, taken from the digital Atlas of the world "ArcAtlas: Our Earth" (1996). Unlike land cover categories natural areas have as an attribute belonging to a geographical area. On the map allocated 26 natural areas corresponding to 7 geographic zones. The results provided a preview of the classifier of land cover/land use changes for a specified period and identify the types of transformation processes within the natural zones and subzones at a global level.

Key words: land cover classes, land use, change detection, global level, geoecology, geographic zones.

EARTH OBSERVING SYSTEM SATELLITE DATA APPLICATIONS IN GEORGIA

Tatishvili Marika^{*}, Meladze Maia, Mkurnalidze Irine, Chinchaladze Lasha

Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University, Georgia

**e-mail: m.tatishvili@gtu.ge*

Abstract. The one of Earth Observing System (EOS) program component is the investigation of influence of Earth vegetation on large-scale global processes. The most applicable product from satellite observation is Normalized Difference Vegetation Index that is used in observation on vegetation. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is an index of plant “greenness” or photosynthetic activity, and is one of the most commonly used vegetation indices. Vegetation indices are based on the observation that different surfaces reflect different types of light differently. Photosynthetically active vegetation, in particular, absorbs most of the red light that hits it while reflecting much of the near infrared light. Vegetation that is dead or stressed reflects more red light and less near infrared light. Vegetation indices are important ecosystem variables widely used in variety of bio-geophysical applications. The Vegetation Health Product (VHP) consists of gridded weekly global vegetation indices (VCI, TCI and VHI) derived from AVHRR GAC orbital data for the global area. The Green Vegetation Fraction (GVF) system was developed to generate GVF as a NOAA-Unique Product (NUP) from data from the Visible Infrared Imager Radiometer Suite (VIIRS) sensor onboard Suomi National Polar-orbiting Partnership (SNPP) satellite, for applications in numerical weather and seasonal climate prediction models. GVF will be produced as a daily rolling weekly composite at 4-km resolution (global scale) and 1-km resolution (regional scale). Satellite data are used to determine values of above listed indices for Georgian territory.

Key words: Satellite data, vegetation index, derived indices, prediction model

Introduction

The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is an index of plant “greenness” or photosynthetic activity, and is one of the most commonly used vegetation indices. Vegetation indices are based on the observation that different surfaces reflect different types of light differently. Photosynthetically active vegetation, in particular, absorbs most of the red light that hits it while reflecting much of the near infrared light. Vegetation that is dead or stressed reflects more red light and less near infrared light. Likewise, non-vegetated surfaces have a much more even reflectance across the light spectrum. When sunlight strikes objects, certain wavelengths of this spectrum are absorbed and other wavelengths are reflected. The pigment in plant leaves, chlorophyll, strongly absorbs visible light (from 0.4 to 0.7 μm) for use in photosynthesis. The cell structure of the leaves, on the other hand, strongly reflects near-infrared light (from 0.7 to 1.1 μm). The more leaves a plant has, the more these wavelengths of light are affected respectively. NDVI is calculated on a per-pixel basis as the normalized difference between the red and near infrared bands from an image:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

where NIR is the near infrared band value for a cell and RED is the red band value for the cell. NDVI can be calculated for any image that has a red and a near infrared band. The biophysical interpretation of NDVI is the fraction of absorbed photosynthetically active radiation

NDVI has seen widespread use in rangeland ecosystems. The uses include assessing or monitoring:

- Vegetation dynamics or plant phenological changes over time;
- Biomass production;
- Grazing impacts or attributes related to grazing management (e.g., stocking rates);
- Changes in rangeland condition;

- Vegetation or land cover classification;
- Soil moisture;
- Carbon sequestration or CO² flux;

NDVI is a good indicator of the relative healthiness of the plant. By noting the color of the chlorophyll, it usually tells how well the plant is doing and if the plant is under stress. Still, the plants must be of the same type and maturity (as different plants will have different NDVI signatures), and most NDVI images are only good to show you where the stress might be occurring, not what is causing (or caused) it. This is where ground truthing and common knowledge about the field and environmental conditions comes in. Unless you really know the field, and other stressing factors in the area for that particular area and year, you are going to have to make a trip to field to determine what caused the stress. Even then, you might not be able to figure it out. Effects on healthiness of the plant can be caused by many factors including soil textural differences, rainfall amounts, runoff problems, land leveling (leaving the B or C horizon exposed), thin plant populations, topography (which causes differences in soil texture, water availability, organic matter, etc.), nitrate availability, micronutrients, insect damage, and diseases. About any feature that affects plant growth can be the problem. This is where you have to apply some common sense knowledge about the crop, location, history of the field, and current environmental conditions for that year. Some problems occur naturally in the field (such as soil textural differences), and some are seasonal (such as heavy or light rains).

Methods and data

Vegetation Indices (VI) are important ecosystem variables used in a variety of biophysical applications. VIs are optical remote sensing data-derived measures of vegetation greenness (a proxy for vegetation health, vigor and dynamics). Although not a directly measured intrinsic physical quantity (as an LAI, fPAR, etc.), a VI is a ratio derived from the red and near-infrared channels' spectral reflectance, and strongly captures a number of canopy properties and biophysical processes. One of the primary interests of the Earth Observing System (EOS) program is to study the role of terrestrial vegetation in large-scale global processes with the goal of understanding how the Earth functions as a system. This requires an understanding of the global distribution of vegetation types as well as their biophysical and structural properties and spatial/temporal variations [2]. Vegetation Indices (VI) are robust, empirical measures of vegetation activity at the land surface. They are designed to enhance the vegetation signal from measured spectral responses by combining two (or more) different wavebands, often in the red and NIR wavelengths. The MODIS vegetation index (VI) products will provide consistent, spatial and temporal comparisons of global vegetation conditions which will be used to monitor the Earth's terrestrial photosynthetic vegetation activity in support of phenologic, change detection, and biophysical interpretations. Gridded vegetation index maps depicting spatial and temporal variations in vegetation activity are derived at 16-day and monthly intervals for precise seasonal and interannual monitoring of the Earth's vegetation. Two vegetation index (VI) algorithms are to be produced globally for land, at launch. One is the standard normalized difference vegetation index (NDVI), which is referred to as the "continuity index" to the existing NOAA-AVHRR derived NDVI. At the time of launch, there will be nearly a 20-year NDVI global data set (1981 - 1999) from the NOAA- AVHRR series, which could be extended by MODIS data to provide a long term data record for use in operational monitoring studies. The other is an 'enhanced' vegetation index (EVI) with improved sensitivity into high biomass regions and improved vegetation monitoring through a de-coupling of the canopy background signal and a reduction in atmosphere influences. The two VIs complement each other in global vegetation studies and improve upon the extraction of canopy biophysical parameters. A new compositing scheme that reduces angular, sun-target-sensor variations is also utilized. The gridded vegetation index maps use MODIS surface reflectance, corrected for molecular scattering, ozone absorption, and aerosols, and adjusted to nadir with use of a BRDF model, as input to the VI equations. The gridded vegetation indices will include

quality assurance (QA) flags with statistical data that indicate the quality of the VI product and input data.

Reflected red energy decreases with plant development due to chlorophyll absorption within actively photosynthetic leaves. Reflected NIR energy, on the other hand, will increase with plant development through scattering processes (reflection and transmission) in healthy, turgid leaves. Unfortunately, because the amount of red and NIR radiation reflected from a plant canopy and reaching a satellite sensor varies with solar irradiance, atmospheric conditions, canopy background, and canopy structure/ and composition, one cannot use a simple measure of reflected energy to quantify plant biophysical parameters nor monitor vegetation on a global, operational basis. This is made difficult due to the intricate radiant transfer processes at both the leaf level (cell constituents, leaf morphology) and canopy level (leaf elements, orientation, non photosynthetic vegetation (NPV), and background). This problem has been circumvented somewhat by combining two or more bands into an equation or 'vegetation index' (VI). By rationing the difference between the NIR and red bands by their sum;

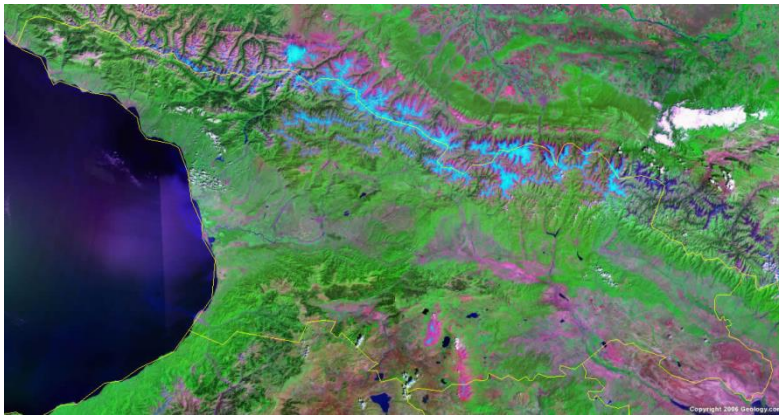
Currently, a partial atmospheric correction for Rayleigh scattering and ozone absorption is used operationally for the generation of the Advanced Very High Resolution Radiometer; (AVHRR) Pathfinder and the IGBP Global 1km NDVI data sets. As a vegetation monitoring tool, the NDVI is utilized to construct seasonal, temporal profiles of vegetation activity enabling interannual comparisons of these profiles. The temporal profile of the NDVI has been shown to depict seasonal and phenologic activity, length of the growing season, peak greenness, onset of greenness, and leaf turn over or 'dry-down' period. The construction of seasonal, temporal profiles requires a separate 'compositing' algorithm in which several VI images, over a given time interval (7, 10 days) are merged to create a single cloud-free image VI map with minimal atmospheric and sun-surface-sensor angular effects (Holben, 1986). Moderate and coarse resolution satellite systems, such as MODIS, the AVHRR, SPOT4-VEGETATION SeaWiFS (Sea-Viewing Wide Field-of-View Sensor and GLI (Global Imager) acquire global bi-directional radiance data of the Earth's surface under a wide variety of solar illumination angles, sensor view angles, atmospheres, and cloud conditions. The global operational use of a vegetation index requires that it not only be calculated in a uniform manner, but that the results be comparable over time and location. The limitations of VI optimization techniques can result from various external influences including: Calibration and instrument characteristics; Clouds and cloud shadows; Atmospheric effects due to variable aerosols, water vapor, and residual clouds; Sun-target-sensor geometric configurations and the resulting interactions of surface and atmospheric anisotropies on the angular dependent signal. In addition to these external influences, there are influences inherent to vegetated canopies which restrict the use and/or interpretation of vegetation indices. These include: Canopy background contamination in which the background reflected signal intimately mixes with the vegetation signal and influences the resulting VI value [3].

Canopy background signals vary with soils, litter covers, snow, and surface wetness. Saturation problems whereby VI values remain invariant to changes in the amount, type, and condition of vegetation, normally associated with a saturated chlorophyll signal in densely vegetated canopies.

The atmosphere degrades the NDVI value by reducing the contrast between the red and NIR reflected signals. The red signal normally increases as a result of scattered, upwelling path radiance contributions from the atmosphere, while the NIR signal tends to decrease as a result of atmospheric attenuation associated with scattering and water vapor absorption. The net result is a drop in the NDVI signal and an underestimation of the amount of vegetation at the surface. The degradation in NDVI signal is dependent on the aerosol content of the atmosphere, with the turbid atmospheres resulting in the lowest NDVI signals.

The impact of atmospheric effects on NDVI values is most serious with aerosol scattering (0.04 - 0.20 unit decreases), followed by water vapor (0.04 - 0.08), and Rayleigh scattering (0.02 - 0.04). The atmosphere problem may be corrected through direct and indirect means. Atmospheric effects on the MODIS VI's will become minimal as a result of the atmospheric correction algorithms being implemented

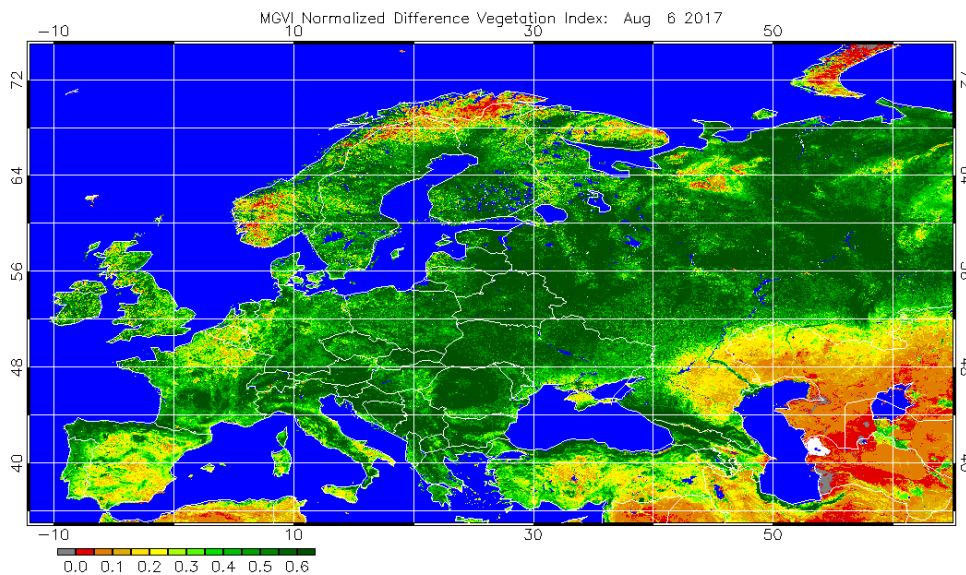
(MODIS-09) prior to VI computation [4]. However, some residual aerosol contamination will be expected in the NDVI product, due to the coarse resolution of the aerosol product (~20 km resolution) compared to the 250m NDVI product.



Pic.1. Satellite image of NDVI for Georgia TERRA-MODIS NASA 2014, May

Thus, spatial variations in smoke, gaseous and particulate pollutants, and light cirrus clouds, may be present at the finer spatial resolutions. The accuracy of atmospheric correction will also vary with the availability of 'dark-objects', which are needed for the best corrections.

The Green Vegetation Fraction (GVF) is the primary product of the Global Vegetation Process System (GVPS), which is important for land surface heat fluxes calculation in coupled land-atmospheric models. In this system, GVF is derived weekly using ACDF adjusted smoothed NDVI, which is based on the 6 selected year's smoothed NDVI. For Georgian territory it varies from 0.1 to 0.3.

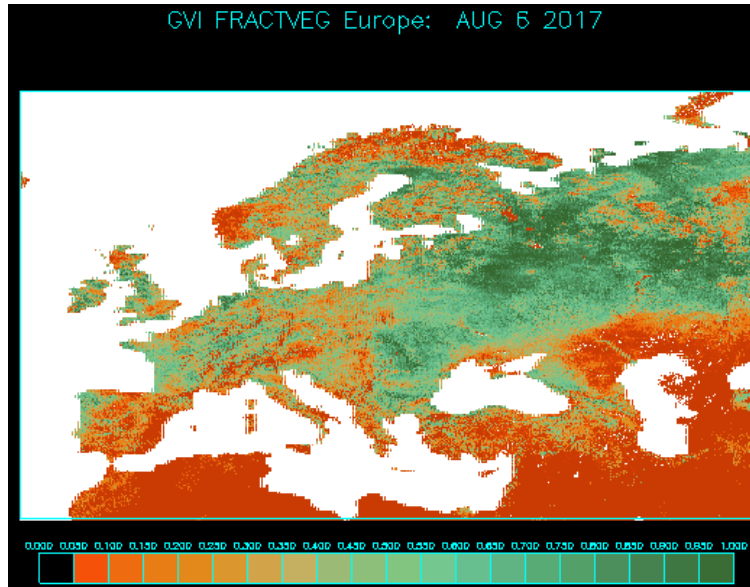


Pic.2. NDVI. 6 August, 2017 [5]

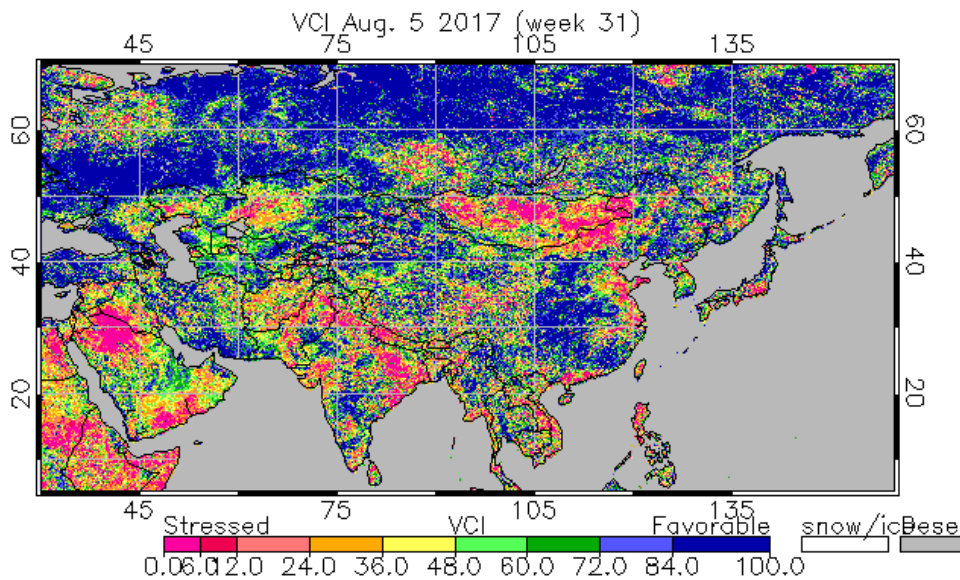
Fractional vegetation is essentially NDVI displayed as a fraction (or a percentage if the fractional vegetation values are multiplied by 100%). NDVI values less than or equal to .07 are set to 0.0 and NDVI values greater or equal to .57 are set to 1.0 (NDVI values between .07 and .57 increase linearly from 0.0 to 1.0 as fractional vegetation).

The Green Vegetation Fraction (GVF) is the primary product of the Global Vegetation Process System (GVPS), which is important for land surface heat fluxes calculation in coupled land-atmospheric models. In this system, GVF is derived weekly using ACDF adjusted smoothed NDVI, which is based on the 6 selected year's smoothed NDVI. The Vegetation Health Product (VHP) consists of gridded weekly global

vegetation indices (VCI, TCI and VHI) derived from AVHRR GAC orbital data for the global area between latitude 55°S to 75°N. The projection of VHP is Plate Carree (also called geographic projection or equal latitude-longitude interval grid). The interval of grid is 0.036° (about 4km at equator). Noise is minimized by applying the time series smoothing technique and other correction algorithms. It is effective enough to be used as proxy data for monitoring vegetation health, drought, moisture, thermal condition, etc.



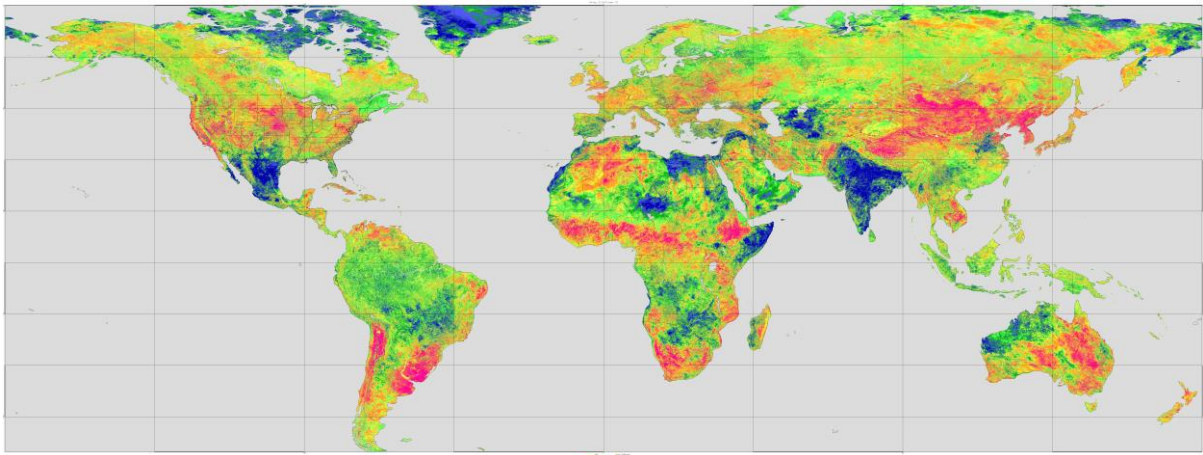
Pic.3. Fraction vegetation August 6, 2017 [5]



Pic. 5. Vegetation health index. Augst 5, 2017 [5]

The VIIRS Vegetation Health Product (VVHP) VIIRS-VH product is gridded weekly global vegetation indices (Vegetation Condition Index (VCI), Temperature Condition Index (TCI) and Vegetation Health Index (VHI).) derived from VIIRS Scientific Data Records (SDR) for the global area between latitude 55°S to 75°N. The projection of VHP product is Plate Carree projection (geographic projection, a grid with

equal latitude-longitude interval). The interval of grid is 0.036 degree (about 4km at equator). Noise is minimized by applying the time series smoothing technique and other correction algorithms.



Pic.6. VIIRS Vegetation Health Product (VVHP). August 2017 [5]

References

1. Climate change mitigation modern techniques for forest ecological monitoring. M.Meladze, M.Tatsishvili, I.Mkurnalidze, M.Kaishauri. Bulletin of Academy of Agricultural Sciences of Georgia. #32. 2013. v.32.ISSN 1512-2743.pp.247-251
2. Carbon sequestration for deforestation and forest degradation reduction using satellite technologies. M.Meladze, M.Tatsishvili, I.Mkurnalidze, M.Kaishauri. International Scientific-Practical Journal "Forestry Bulletin", vol.8. 2014
3. MODIS Vegetation Index Product Series Collection 5 Change Summary. Kamel Didan, Alfredo Huete TBRS Lab., The University of Arizona, 2006
4. MODIS VEGETATION INDEX (MOD 13) ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT Version 3Alfredo Huete, Chris Justice, Wim van Leeuwen. University of Arizona. University of Virginia Department of Environmental Sciences. 1999
5. NOAA. Office of Satellite and Product Information. National Environmental Satellite, Data and Information Service.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Даян С.Ц.

*Кафедра географии и методики ее преподавания
Армянского государственного педагогического университета им. Х. Абовяна, Армения*

e-mail: dayan.sima@mail.ru

Аннотация

Географический мониторинг окружающей среды является системой мероприятий по регулярному слежению и контролю за состоянием природно-антропогенных территориальных комплексов в целях их оценки и прогноза, а также управления этим состоянием. Географический мониторинг позволяет достаточно полно оценить последствия хозяйственной деятельности человека и разработать меры по оптимизации взаимоотношений общества и природы, необходимые для управления качеством окружающей среды. Управление природопользования направлено на реализацию потребностей законодательства окружающей среды и действует в рамках общественных объединений, государственных и местных органов самоуправления.

В статье обоснована роль географического мониторинга в эффективном управлении природопользования, состоянием геосистем и обеспечения экологической безопасности.

Ключевые слова: мониторинг, антропогенизация, хозяйственная деятельность, эффективное управление природопользованием и охраны окружающей среды

Географический мониторинг является системой мероприятий, которая контролирует состояние окружающей среды. В рамках мониторинга ведутся наблюдения за состоянием и изменением особо важных для человека характеристик природы-чистоты воздуха, качества воды, состояния почвенно-растительного покрова и животного мира. Мониторинг обеспечивает систематическое наблюдение за изменением природных экосистем и производственно-территориальных комплексов (индустриальных узлов, городов, агросистем и т. д.), вызванное воздействием хозяйственной деятельности человека. В процессе своей производственной деятельности человек нарушает естественное состояние биосферы. Постоянно, неизбежно и непрерывно меняется естественный химический состав атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод. Для Республики Армения, территория которой отличается высокой степенью антропогенизации и хозяйственного освоения рационализация природопользования имеет большое практическое значение. Источником антропогенного воздействия, непосредственно влияющих на качество окружающей среды являются промышленные и энергопроизводящие предприятия Лорийской, Котайкской, Сюникской областях, в районе бассейна озеро Севан. Автотранспорт, выбрасывающий в процессе своей деятельности твердые частицы и газы в атмосферу, сточные воды с растворимыми веществами, поступающие в водоемы, применение минеральных удобрений в Араратской, Лорийской, Ширакской равнинах, отходы потребления и производства являются главными источниками антропогенного воздействия на окружающую среду. В экологическом отношении наиболее проблематичным является Армянской АЭС, которая расположена на Араратской равнине. Сточные воды электростанции после частичного очищения текут в водохранилище, смешиваясь с водами реки Мецамор используются в целях ирригации. По данным радиоэкологического мониторинга радионуклиды скапливаются в почвах сельскохозяйственных посевов, поступают в растения, что приводит к мутационным изменениям [1]. С одной стороны, под воздействием хозяйственной деятельности изменяются рельеф, водно-климатический режим и ландшафтная структура географической среды, с другой

стороны - человек сознательно управляя естественными процессами создает культурно-антропогенные ландшафты [2].

Антропогенные изменения окружающей среды заранее планируются и проектируются. Доказательством этого - орошение земель, внесение удобрений в сельскохозяйственные угодья, создание полезащитных лесных полос в Араратской равнине. Такие преобразования природы сопровождаются негативными последствиями. Во время энергетического кризиса (1989-1994 гг) тысяче гектаров лес были уничтожены, беспощадно использовались водные ресурсы озера Севан.

Хозяйственная деятельность человека одна из факторов почвообразования [3]. В настоящее время почти не осталось «девственных» почв в сфере деятельности человека. Это особенно видно в Араратской, Ширакской, Лорийской равнинах, где механическая обработка, удобрение, осушение, орошение, сенокос, выпас скота в горных районах, вырубка зеленых насаждений в городе Ереване, лесных ландшафтов в Котайской, Тавушской областях меняют как направленность естественных процессов почвообразования, так и качественные свойства почв. Большая часть территории Армении как горной страны подвергается воздействию водной эрозии. Этому способствуют экспозиция, степень уклона склонов, литологический состав, генезис, водопроницаемость пород, активные склоновые процессы и сейсмоактивность, особенности водно – теплового режима и т.д. В РА разработана и осуществляется система противоэрозионных мероприятий – урегулирование использования пастбищ, норм выпаса скота, усовершенствование системы дренажа, химическая мелиорация засоленных земель. Многолетние исследования показывают, что в результате эрозии и деградации почв в горностепном поясе республики наблюдаются явления истощения плодородия сельскохозяйственных земель, а так же – смыва в среднем 1,5-24,0 т/га в год. Вместе с тем, без применения агротехнических и землезащитных мероприятий вероятность риска опустынивания степных геокомплексов возрастает [1].

С целью урегулирования режима стока рек в Республике Армения строились и строятся водохранилища. Примером является Азатское, Мармарикское, Апаранское, Ахурянское и др. водохранилища. При этом возрастают потери воды на испарение, отмечается ухудшение экологических условий водохранилищ в связи с нарушением стока рек, происходит затопление земель. В деревне Мехрадзор Котайской области из-за добычи полезных ископаемых отходы занимают 6 –7 га которые сокращают сельские пастбища и отходами покрыты 0,29% территории Армения. Человечество воздействует на географическую среду, как непреднамеренно, так и целенаправленно. К непреднамеренным воздействиям можно отнести: уничтожение животных, выпас скота территории (горные районы в Котайской, в Сюникской областях), повсеместное распаивание земель при развитии земледелия (Араратская равнина), которое сопровождается уничтожением лесов и целинных степей. В настоящее время человек способен воздействовать целенаправленно на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Управление в республике Армения возможно проводить на локальном уровне. Цель управления обеспечение охраны окружающей среды и рационального природопользования. Содержание управления это постоянное направление деятельности по обеспечению охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Система управления природопользования включает следующие основные составные части: контроль за состоянием окружающей среды; база законодательных актов; планирование и управление природоохранной деятельностью.

Управление природопользования и охрана окружающей среды в республике осуществляется гражданскими и юридическими лицами, общественными организациями, государственными и муниципальными органами. Оно предусматривает реализацию принципов и норм Законодательства об окружающей среде, действует с помощью общественных организаций, государственных и местных органов самоуправления. Основными видами управления являются **общественное, производственное, муниципальное, отраслевое и государственное** [4]. Наиболее значимыми функциями *общественного* управления является участие граждан и общественных

организаций в подготовке важных эколого-экономических решений в рамках оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду, а также принятие решений экономической экспертизы, экономическое просвещение и контроль.

Производственное управление определяется практическими задачами, стоящими перед каждым юридическим лицом или предприятием по выполнению экономических требований. Наиболее важными экономическими функциями производственного управления являются планирование, учет вредных воздействий на природу, координация охраны природы различных подразделений и экономический контроль.

Муниципальное управление направлено на решение местных экономических проблем. К местному самоуправлению относятся владения, пользование и распоружение природными ресурсами, находящимися в муниципальной собственности. Регулирование планировки, застройки, контроль за использованием земельных участков на территории муниципальных образований, а также использование водных объектов местного значения, месторождений полезных ископаемых, и озеленение муниципальных территории по охране окружающей среды.

Отраслевое управление осуществляется министерствами, государственными комитетами в пределах своей сферы деятельности. Содержание отраслевого управления определяется спецификой области, характером предприятий, входящих в эту систему, масштабами и видами воздействия на природу.

Построенное на законности государственное управление комплексного подхода и эффективного исполнения требований закон окружающей среды в рамках реально существующих экономических возможностей.

Задачами управления природопользования и охраны окружающей среды в Республике Армения являются природопользования обеспечение законности в урегулировании рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды, также природопользования [1]. Управление процессами охраны окружающей среды и рационального использования экологического права в республике является формой реализации административно-правового механизма. Суть управления заключается в обеспечения рациональном использовании, сохранении и воспроизводства природных ресурсов, также соблюдения защиты экологических прав. Эффективное управление природопользованием в республике строится на принципах закона об охране, комплексности и плана предполагаемых мероприятий закрепленных в юридических актах, разделения хозяйственно-эксплуатационных и контрольно-надзорных функций, административно-территориальной организации управления.

Для эффективного управления природопользованием и охраны окружающей среды в республике необходим географический подход к ландшафтному планированию: создание ландшафтной карты, как основы территориальных решений в природопользовании; анализ положения и функциональной роли природных территориальных комплексов в геосистеме; обеспечение цепных функций между компонентами многофункциональности и выбор пространственных соотношений и взаиморасположения ландшафта, а также оптимизация вещественно-энергетических потоков с целью минимализации природно-антропогенных угроз, исследования природных территориальных комплексов геосистем, прогноз динамики ландшафтов под воздействием естественных и антропогенных факторов.

Методами государственного управления в области охраны окружающей среды в республике являются: административный метод - в виде госуказов, экономический – в виде создания условий экономической заинтересованности, моральный и материальный метод – отражается в виде поощрений, наград и премий и т.д.

Наблюдение за состоянием окружающей среды, учет состояния и форм использования отдельных видов природных ресурсов, экологическое планирование, экологическая стандартизация, экологическая экспертиза, экологическое лицензирование, сертификация, а

также экологическое воспитание и образование являются функциями эффективного управления и решения проблем природопользования в Республике Армения.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Ц. Даян, Географияеский мониторинг. / на арм. языке/, Е. 2016г. 176 стр.
2. В. А. Анучин, Основы природопользования . Теоретические аспекты . М. 1978 , 291 стр.
3. А. В. Хабаров, Социально-экологические проблемы организации природопользования, землепользования / А. В. Хабаров, В. Д. Скалан // Рациональное природопользование в условиях техногенеза: сб. научн. тр. / под ред. А.В. Хабарова и В. Д. Скалана. – М. : Папирус ПРО, 2000. – С. 6-23.
4. Понятие, функции и методы управления в области природопользования и охраны окружающей среды.
<http://jurkom74.ru/materialy-dlia-ucheby/poniatie-funkcii-i-metody-upravleniia-v-oblasti-prirodopolzovaniia-i-okhrany-okruzhaiushchei-sredy>.

Summary

GEOGRAPHICAL MONITORING AND SOME PROBLEMS OF NATURAL RESOURCES MANAGEMENT

Dayan Sima

*Armenian State Pedagogical University, Armenia
e-mail: dayan.sima@mail.ru*

Geographical monitoring of the environment is a system of regular monitoring and management measures for assessment and prediction of natural - anthropogenic complexes, as well as their management in that situation. Geographical monitoring gives an opportunity to adequately assess human economic activity and to develop public and environmental interaction optimization measures for the quality control of the environment. Nature use control is aimed at the implementation of environmental legislation and public associations within the framework of state and local self-government bodies.

The article substantiated the role of geographical monitoring in the effective management of nature using.

LOW COST HIGH VALUE FIRMS AND THEIR CONTRIBUTION TO THE ENVIRONMENT

Gazzola P.^{*}, Querci E.

** Associate Professor, PhD, Department of Economics, University of Insubria, Varese, Italy*
Assistant Professor, PhD, Department of Economics, University of Insubria, Varese, Italy

** e-mail: patrizia.gazzola@uninsubria.it*

The aim of the paper is to explain the impact of sustainable companies on the geographic environment. The quest to secure sustainable futures are now global concerns of major importance. Companies are implementing many measures to become more sustainable. There are a vast number of initiatives in the private sector that suggest that sustainability is permeating corporate strategies, operations and supply chains.

Sustainable development is a demanding challenge for human beings to survive generation after generation while retaining economic growth and improving living standards.

Over the years the small and medium enterprises have expressed their creative power of the landscape, changing mostly urban and suburban landscape. In innovative companies the transformative you do not see much. The landscape of new firms is mostly an internal landscape, innovation is the whole internal market and the supply chain and are not reflected in the territory. Companies has an influence on all-major environmental changes.

The behaviour of companies with respect to the concept of sustainable development are very different. Some companies take into account sustainable development from the beginning of their activities during the strategic planning phase, others integrate more later or others even reject the belief that sustainability involves only creating additional costs. In this paper we present companies that have close contact with the territory, support of environmental protection campaigns, avoid consuming soil restoring old buildings for their activities, making in recycling campaigns, integrating them into their productive activities and discovery activities of the territory where they work. It's the companies low cost high value. In many cases they are prime mover companies that launch innovations, invest in the development of new products, and accept the risk of exploring unknown territory. Two companies will be analyzed through the methodology of case works: Medical Center Santagostino and Nau !, these companies operating in Italy and were born in northern Italy.

Key words: sustainable development, prime mover, low cost high value, environment

Introduction

The global social and economic changes have induced companies to innovate more quickly and to administer business costs, from supplies through production and logistics, so as to reduce and contain inefficiency. The purpose is to offer consumers goods and services with high levels of real and perceived value, at fair prices. The growth of new business ventures is very important; new entrepreneurs and new ideas entering into an economic-productive system, lead to new goods and production techniques and encourage the interaction between people, ideas and capital that results in the inception and development of new fields of business.

The chosen business strategies must promote a conscious alignment with sustainable development. In fact, it is important that sustainability is integrated within every business function until it becomes an indefinable value of organizational culture and allows a transition to a more responsible business approach and attentive to social and environmental issues since the establishment of the enterprise. Low Cost- High Value companies are new entries in those areas of the competitive system. In many cases they are prime mover companies that launch innovations, invest in the development of new products,

and accept the risk of exploring unknown territory. Consumers' requirements are always evolving. This research is therefore focused on two company that choose to adopt Low Cost/High Value strategies produce goods or services with characteristics which are important for customers like design, environmental safeguards and easy access, for more natural, ecological environmental products/services (Querci and Gazzola, 2017).

The final objective is to analyse the strategies implemented that have adopted low cost/high value companies, particularly in the realm of health services and what is their contribution for sustainable development with the study of “cross-case analysis” (Osterwalder, Pigneur and Tucci., 2005).

Organization and Research Method

The specific objective and the ultimate goal of the research that we want to achieve is to be put into benchmarking, through the study of cases (Hartley, 1994), which may act as a guide for those who want to go down this road or want to improve their corporate policies in view of low cost high value in order to maintain the virtuous cycle of economic growth and healthy. The adoption of a descriptive research design, fieldwork and qualitative method is the default choice in the structuring of research and considered appropriate for achieving the objectives of the work to define a business model for Low Cost High Value in health care providers (Selltiz, Wrightsman and Cook, 1976).

An analysis of changing economic and political choices in health care will be highlighted if there is a new real space of action for companies to be compared with the activity of supply of health care services. Wanting to prove, therefore, that there is a new sector that stands between the public and private health care, business health low cost high quality and sustainable. In this paper we present companies that have close contact with the territory, support of environmental protection campaigns, avoid consuming soil, restoring old buildings for their activities, making in recycling campaigns, integrating them into their productive activities and discovery activities of the territory where they work. Case studies are considered the most effective course to come up with answers to “how” and “why” questions when researchers have only limited control over events, but at the same time want to explore concurrent trends with the aim of explaining certain phenomena and casual relationships. This is the reason why case studies and real stories are the research strategies that are most suitable to this kind of study. Yin (2003) suggested applying the logic of “literal e theoretical replication”, which is based either on the identification of cases that will give similar results (literal replication) or which will give different results, but for predictable reasons (theoretical replication). The importance of this logic is that it allows for the extension or replication of the emerging theory. In our case we have chosen the “literal replication” analysing three kinds of companies active in the low cost/high value sector to find their similarities. They are Italian companies working in northern Italy: the Centro Medico Santagostino Milan in Lombardy and NAU! In Castiglion, Olona, Varese. They are companies that have adopted the low cost/high quality philosophy by focusing on improving their organization and creating economies of scale to cut costs, thus making health services available to a wider range of consumers.

The relationship between performance economic and environmental

The relationship between performance economic and environmental, find their synthesis in the concept of eco efficiency. In particular it seeks to identify the key definitions of this concept resulting be quite heterogeneous and which are not limited only to the achievement economically efficient and environmentally friendly. In a broad concept that describes the process according to which the value is increased to the maximum by reducing the use resources, waste and pollution (Schmidheiny and Zorraquin, 1996).

The World Business Council for Sustainable Development (Lehni, 2000) cites parameters of eco - efficiency, along with eco - innovations, such as:

- Process optimization: transition from approaches end-of-pipe to approaches which aim primarily at preventing and reducing pollution.
- Recycling of waste: use waste products of a company or industry as raw materials and resources of another bringing to achieve the goal of produce zero waste.

- New services: encouraging the use of leasing products rather than sales, pushing companies to more attention to the preservation of products and recycling.

Networks: resource sharing increases the effective use of assets material

The United Nations Conference on the Human Environment in Stockholm 1972, have considered the need for a common outlook and for common principles to inspire and guide the peoples of the world in the preservation and enhancement of the human environment and proclaims that:

" Man is both creature and moulder of his environment, which gives him physical sustenance and affords him the opportunity for intellectual, moral, social and spiritual growth. In the long and tortuous evolution of the human race on this planet a stage has been reached when, through the rapid acceleration of science and technology, man has acquired the power to transform his environment in countless ways and on an unprecedented scale. Both aspects of man's environment, the natural and the man-made, are essential to his well-being and to the enjoyment of basic human rights the right to life itself". The Sustainable Development Goals (SDGs) 2030 (UN 2014) are important messages and challenges for developed and developing countries in particular the numbers goals seven and eight. Infact the 7.b said: expand infrastructure and upgrade technology for supplying modern and sustainable energy services for all in developing countries, in particular least developed countries, small island developing States and landlocked developing countries, in accordance with their respective programmes of support" and the 8.3 recites: " Promote development oriented policies that support productive activities, decent job creation, entrepreneurship, creativity and innovation, and encourage the formalization and growth of micro, small and medium sized enterprises, including through access to financial services".

The sustainable development agenda to ensure that the ambition expressed by Member States in the outcome of the Open Working Group translates, communicates and is delivered at the country level is synthesized in six essential elements would help frame and reinforce the universal, integrated and transformative nature of a sustainable development agenda (figure 1).



Figure 1. Six essential elements for delivering the SDGs

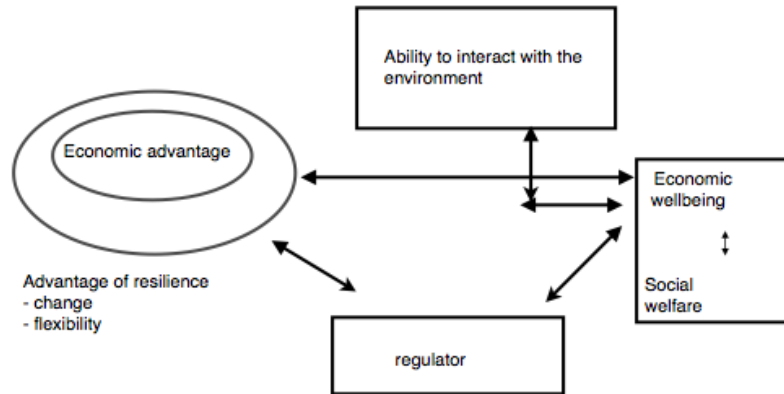
Source: UN 2014

The companies have a progressive approach in this issue, this fact is often due to pressure from the context in which they operate. A phenomenon that typically pushes companies to adopt sustainable policies is the so-called isomorphism, which can be declined in coercive isomorphism, when the community or other organizations from which the company depends pushing to adopt such practices, mimetic isomorphism when the company emulates the sustainable strategies of other successful organizations and lastly normative isomorphism, when are the institutions that push towards sustainable development (Dimaggio and Powell, 1983; Gazzola and Querci, 2017).

Who has taken up the challenge as companies with dynamic capabilities and implement the resilience. In Teece et al (1997), dynamic capabilities reflect the abilities of an organization to acquire new and innovative forms of competitive advantage, this advantage well binds to the constituents of the competitive advantage of resilience: change and flexibility. The dynamic characteristic of resilience is very different from the resistance of a passive dimension (Kendra and Wachtendorf, 2003; Zimmerman, 2004; Sarig, 2005). Figure 2 illustrates the links between competitive economic advantages and resilience.

Source: reworked by Di Betta (2006)

Fig 2. Competitive advantage dimension



Resilience, according to Martin and Sunley (2007), considers that a system itself contains adaptive capabilities that allow it to spontaneously rearrange, following a shock, its economic, institutional and social structure, and find new paths of growth. This ability of the system is called adaptive resilience, which is therefore a dynamic process, with "bounce forward" effects opposing the return to a previous situation (Martin, 2011).

So in a system of fast changes if corporate leaders also implement sustainability as a driver for enterprise growth, the integration process must first be focused on involving all the functions and organizational levels of new values and principles that can guide the behavior and daily work of employees to more sustainable addresses. Business improvement will have a positive impact in favour of SDGs and at the same time strengthening stakeholder relations and gradually transforming the company into an integrated organization capable of generating long-term profitability (Lenzi et al., 2015), figure 3.

Source: GRI, WBCSD, UNGC, SDG Compass. The guide for business action on the SDGs, (2015).

Figure 3. The five stages of the SDD Compass



Low cost high value company: sustainability and environment.

Low Cost- High Value companies are new entries in the competitive system, in many cases they are prime mover companies that launch innovations, invest in the development of new products, and accept the risk of exploring unknown territory. Consumers' requirements are always evolving, This research is therefore focused on three companies that choose to adopt Low Cost/High Value strategies produce goods or services with characteristics which are important for customers like design, environmental safeguards and easy access, for more products natural, ecologic and environmentally friendly. They are characterized by innovative behaviours by placing them as subjects that can cause changes to the outside environment. They are organizations that not only have the ability to understand change but who, in some ways, start or direct the change itself (Norman, 2002). The companies studied are the Santagostino Medical Center operating in the light medical field, and Nau! which manufactures and markets fast fashion optical products

The two companies are able to look beyond the boundaries of the core business and interact with the main economic players (suppliers, partners and customers), co-operating to generate income, is the reason for the success of Low Cost/High Value enterprises. The value of these enterprises has its roots in three strategic ideas. The first is to offer customer an incentive to take advantage of what is being offered, that is a complex variety of goods and services, so that they will be satisfied with their choice. There are many examples in the cases we have studied. At Medical Center Santagostino the waiting rooms have Wifi, a library and a quiet meditation room, NAU! has chosen Legambiente as a partner; the association, which works to protect the environment (Querci, 2016a).

The Santagostino Medical Center has 10 medical centers, located in northern Italy. In a landscape urbanism context (Shene, 2004) they are mostly located in the historic center. The first headquarters in Milan has been characterized by a recovery of a dismantled battery factory, so no further consumption of land. The company is characterized by a strong commitment to social, naturally in addition to its main activity, "health accessible to everyone".

For the Medical Center Santagostino priorities were to provide health care in a very big city, multicultural and meet the needs of patients to care for low-cost high quality. In fact as long as the waiting for the care time increases, it is impossible to carry out normal daily activities like work. Equally important is the time involved in obtaining treatment like waiting time, travel time and last, but not least, the anxiety and uncertainty involved in not knowing when treatment will be provided, (Querci, 2016b). It is therefore the long waiting time involved in public health services which leads people concerned with the cost of opportunity to turn to privately paid health services In particular, several Social Responsibility projects such as in table. The company Nau!, manufactures and sells prescription eyeglasses, sunglasses and contact lenses fig.3. and is located in the province of Varese in northern Italy. Nau! shops Are located in 17 Italian regions, there are also shops abroad two in Spain (Madrid and Barcelona) one in India (New Delhi), some shops are owned and others are in franchising. The company Nau! chose Legambiente as partners; the association, which works to protect the environment. Legambiente has a innovative approach to the topic of the economy and employment. Their aim is to promote and enhance the wide variety of production activities (local products, cultural heritage, technical innovation and maintenance of urban and regional), which are able to improve the quality of the environment and to give more competitiveness for Italy. Since 1986, every summer, the Green Schooner Legambiente makes the circumnavigation of the Italian coast by collecting and examining about 500 water samples and performing on each of the analyses required by law.

Since 2007 he is a sponsor of the green ship of Legambiente. Nau! signature and supports projects for the defence and preservation of the environment, supports campaigns to protect the ecosystem and donates, for every pair of eyes glasses sold in recycled plastic, a contribution to Legambiente.

Concern for the environment has led Nau! optics to realize the first eyeglasses and sunglasses in recycled plastic. The particularity in the processing is that the recycling, defined pre-consumer, takes place with the use of milling and curls of machining of its frames. The production process of these collections is

certified by the Institute for the Promotion of the plastics for recycling that issued the Certificate of Conformity Plastic Second Life - Category B.

Table

Social Responsibility projects Santagostino Medical Center 2015-2016

<p>Blood donation for and with AVIS Association of Italian Volunteers of Blood</p>	<p>Three blood collection campaigns have been organized at the venues, with a campaign to raise blood donation. In collaboration with Avis Comunale in Milan, in 2016 a large 4 months blood campaign was organized, which has With the participation of all the clinics and administrative offices.</p>
<p>Santagostino for all and Ascolto ONLUS: Un dono che cura</p>	<p>The project was born to offer a free health response to people in economic and social difficulties sent by third sector organizations such as Caritas Ambrosiana and the Betania Onlus Group Association. Doctors participate in the project by performing free of charge. In 2016 the project was also funded by a fundraising campaign and will be expanded in terms of taking care of and delivering services offered by Santagostino patients (but not only) can donate free medical visits and treatment to people in economic and Social issues reported by territorial associations, such as Caritas Ambrosiana, Association of Bethany, Asspi and others. Fundraising is handled by Onlus Ascolto.</p>
<p>Partnership with the municipality of Sesto San Giovanni (Milan): Project "Good Municipality Grows With Care"</p>	<p>Together with the Municipality of Sesto (Milan), citizens have been given a space of play And sociality with a project for the upgrading of the square in front of the local headquarters of the Santagostino Medical Center and planning of recreational and social activities around the theme of gardening. In 2016 Adherence to the "Good Municipality Grows With Care" project continues in Sesto San Giovanni . After the upgrading of the square in front of the site, concluded with the realization of an urban garden, in 2016 were organized 4 children's laboratories, on vegetable garden, on conscious nutrition, creativity, sensory and respect for greenery.</p>
<p>The relationship with the academic world</p>	<p>Participates in the activity of the OPS (Observatory on Private Health Consumption) Of SDA Bocconi School of Management, helping to map and monitor the Italian private health sector, and to deepen specific topics of interest. The Observatory aims to develop shared knowledge and systematic studies on a sector often subject to political and social debate, but not well-studied in its actual dimensions and dynamics. The first OCPS report represents a synthesis of the work done by researchers in recent years, in close association with OCPS partner companies and institutions including the Santagostino Medical Center.</p>

Source: annual report Santagostino Medical Center. 2015-2016

The line of eyewear The Environmental Benefits encountered relate to the recovery and reuse of waste materials resulting from normal production of optical frames and sunglasses. The scraps, difficult to

dispose of in the environment, are recovered and reground in order to be reused as raw material for a new production of frames. This consequently allows not continue to draw on raw materials.

The use of renewable energy sources in the stores and shoppers biocartene, that can be reused by the customer for wet waste disposal and elimination of unnecessary packaging in liquids, solutions and contact lenses are the choices made by Nau ! for the low environmental impact. Nau! for working the lenses enters directly into the production cycle of the Zaiss. Is used a computerized machine that makes direct contact with the manufacturer of lenses. In this way the company conquer efficiency. The savings and margins are for customers, with a saving of 50% on average compared to the competition on the market. So there is not stock or a disposal problem of broken lenses and a saving is 30% of the cost of breakage of the lenses during processing. Nau! is certified with environmental certification ISO 14001:2004, (Querci, 2015).

Conclusion

The low-cost high-value world mostly works in mature environments where innovation is innovating the old business. When an enterprise implements incremental innovation, where an existing product or service is made better, faster or cheaper it is talk of ambivalent skills. Those who have ambivalent skills use elements of company assets and existing capabilities by reconfiguring them by creating new opportunities. When faced with this step, dedicated investments will be made and organizational learning can be promoted so that a repeatable process can be initiated (O'Reilly and Tushman, 2004). An organization must be able to think about the present by focusing on its current skills and portfolio products, optimizing its efficiency and thinking about the future. So set up future business activities not only in the face of new products In new markets but also for the development of new skills capable of sustaining future development (Grando, Verona and Vicari, 2010).

By optimizing the company's value chain, it is possible to propose lower consumer prices to the market without compromising the quality of the product or service. Those who have chosen the Low Cost High Value strategy will market goods or services that incorporate different customer perceptions, such as design, environmental protection, ease of access, and otherwise low cost (Kachaner et al., 2010), which is characterized by no frills, non-essential functions that are eliminated to keep the price low. In the face of extremely competitive prices, Low Cost High Value companies can also achieve a good profitability generated by a modern business management concept, considered by many economists as the new organizational paradigm that will guide business management in the future. The companies studied are in tune with the goals to be achieved in 2030. In particular, it is worth noting the commitment to safeguard the environment. In the Santagostino Medical Center with the project "Good Municipality Grows with Care", the overcoming of the concept expressed at the legal level by our civil law is implemented. Civil law, unlike common law Anglo-Saxon, does not san 'The existence of spaces whose property belongs to everyone right: such spaces belong, in common sense, to the " State" and therefore the sense of civil responsibility towards these resources is often scarce, unlike Anglo-Saxon sensitivity, Example, an urban park as a common property, that is, of everyone. Nau! Financially supports the Legambiente association, in its production and marketing of optical products it has particular care of the environment: it uses recycled materials, use of renewable energy sources In the stores and shoppers biocartene, that can be reused by the customer for wet waste disposal and e elimination of unnecessary packaging in liquids, solutions and contact lenses.

References

1. Di Betta P. (2006) La regolazione nella strategia d'impresa. Convergenza e competenze, coalizioni e sistemi di beni. Franco Angeli
2. Di Maggio, P.J., & Powell, W.W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48, 147-160
3. Gazzola, P., & Querci, E. (2017). The Connection Between the Quality of Life and Sustainable Ecological Development. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(12), 361-375

4. Grando A, Verona G. & Vicari S. (2010) *Technologia Innovazione Operations*, Egea
- Hartley, J. F. (1994) *Case studies in organizational research*, in Cassel C. e G., Symon G. *Qualitative methods in Organizational Research. A Practical Guide*. London, Sage Publications ISBN: 0803987692
5. Kathleen E. “Building Theories from Case Study Research (1989) in *Academy of Management Review* Vol. 14, No. 4, 532-550. Available at <http://link.s.jstor.org>
6. Kendra, J., & Wachtendorf, T. (2003). *Elements of Community Resilience in the World Trade Center Attack. Thrust Area 3: Earthquake Response and Recovery*, 97-103.
7. Lenzi I., Pais I. & Zucca A. (2015) *Un patto globale per lo sviluppo sostenibile Processi e attori nell’Agenda 2030* The Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) Series on «Social Innovation and Sustainability»
8. Lehni M., (2000.) “Eco-efficiency. Creating more value with less impact”. WBCSD Geneva: World Business Council of Sustainable Development.
9. Martin, R. & Sunley, P.J. (2007) *Complexity Thinking and Evolutionary Economic Geography*, *Journal of Economic Geography*, 7, 4, pp. 16-45.
10. Martin R., (2011), *Regional Economic Resilience, Hysteresis and Recessionary Shocks*, Plenary paper presented at the Annual International Conference of the Regional Studies Association, Newcastle: April.
11. Norman R. (2002) *Ridisegnare l'impresa: quando la mappa cambia il paesaggio* Etas Libri pp 78- 123
12. Martin, R. & Sunley, P. (2011). *The new economic geography and policy relevance*. *Journal of Economic Geography*, 11, 357-369.
13. O'Reilly C.A. III, e, Tushman. M.L. (2004). *The ambidextrous organization*, *Harvard Business Review*. (April): pp. 74-81
14. Osterwalder A. & Al. (2005) *Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept*’. *Communications of the Association for Information Systems* 2005, Vol.16, Article 1
15. Querci, E. (2016). *The Company Low Cost High-Value NAU! and the collaboration with the league for the environment*. *Economia Aziendale Online*, 6(4), 217-224.
16. Querci E. (2016a) *Collective ethic identity in the Low Cost High Value companies*, *Pannon Management Review* (pp. 77)
17. Querci E. (2016b) *The business location low cost high value companies: GeoMarketing*, *International Conference LXIX Gertsenovskiy readings "Geography: development of science and education"* 21 – 23 April, 2016 St. Petersburg, Russia
18. Querci, E., and Gazzola, P. (2017). *A New Business Model in Health Care Between Public and Private: Low Cost High Value Healthcare*. In *Contemporary Trends and Challenges in Finance* (pp. 235-246). Springer, Cham.
19. Selltitz, C., Wrightsman L.S., Cook S.W. (1976). *Research methods in social relations* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart, & Winston
20. Sarig, A. (2001) *Components of Community Resilience*, unpublished paper, Hebrew: unpublished paper, op. cit. in E. Doron (2005), *Working with lebanese refugees in a community resilience model*, *Community Development Journal*, 40(2), 182-191.
21. Shane D. G. , *On Landscape, The emergence of Landscape Urbanism*, *Harvard Design Magazine*, Fall 2003/Winter 2004 n.19
22. Schmidheiny S., Zorraquin F.J.L., (1996) *Financing Change: The Financial Community, Eco- efficiency, and Sustainable Development*, Cambridge, Ma: The MIT Press
23. Teece D. J., Pisano G. & Shuen A. (1997) *Dynamic Capabilities and Strategic Management*. *Strategic Management Journal*, by John Wiley & Sons. Vol. 18, No. 7. (Aug., 1997), pp. 509-533.
- UN (1972) *Report of United Nations Conference on the Human Environment*, Stockholm, 5-16 June 1972
24. United Nations (2014) *The Road to Dignity by 20130 Ending Poverty, Trasforming All lives and Protecting the Planet*
25. Yin, RK (2003). “Case study research: Design and methods”. Sage Publications
26. Zimmerman M.A., Arunkumar R. (1994), *Resiliency research: implications for schools and policy*. *Soc. Policy Rep.*, 8, 1-17.
27. Cento Medico Santagostino: www.cmsantagostino.it

კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის მდგრადი განვითარება და გეოეკოლოგიური პრობლემები

ალფენიძე მელორ^{1*}, კორსანტია კობა¹, მზარელუა ლანა¹, სეფერთელაძე ზურაბ²,
დავითაია ეთერ², რუხაძე ნინო², ალექსიძე თამარ², გაფრინდაშვილი გიორგი³

პროფ. ¹სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი გეოგრაფიის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო

²ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, გეოგრაფიის დეპარტამენტი

³გარემოს დაცვის ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველო

^{1*} e-mail: Melor07@Mail.ru

საქართველოს მდგრადი ეკონომიკური განვითარების მიღწევა ქვეყნის უმთავრესი მოთხოვნაა. ის მოიცავს როგორც მეურნეობის დარგების განვითარებას, გარემოს დაცვისა და რესურსების გონივრულ ათვისებას, ისე ადამიანთა კეთილდღეობას, ცხოვრების დონის ხარისხის ზრდასა და მომავალი თაობების მიერ ჯანსაღი და უსაფრთხო გარემოს ხანგრძლივი ვადით სარგებლობის უზღუდვას. მდგრადი განვითარების კონცეფციის პრინციპებიდან გამომდინარე ავტორების მიერ განიხილება: შავი ზღვისპირა ზოლის ათვისების გზების ძიება და მაქსიმალური ეკონომიკურ-გეოეკოლოგიური ეფექტურობის მიღწევა; ნაპირდაცვის ტრადიციული ხერხების (რკინა-ბეტონის კონსტრუქციები) ნაცვლად ინოვაციური (თავისუფალი პლაჟის შექმნა) ტექნოლოგიის დანერგვის დადასტურება; პროცესების რეგულირება-მართვის ბერკეტების დანერგვა, რესურსების კონსერვაციის, ათვისების ჰარმონიზაციის, გეოეკოლოგიური და ეკონომიკური მდგრადობის მიღწევა. აქედან გამომდინარე, **კვლევის ამოცანას წარმოადგენს:** ზღვის სანაპირო ზონის ნატანის ბალანსის რღვევის მიზეზებისა და შედეგების გამოვლენა, აღდგენა-დაცვის ღონისძიებების შემუშავება.

მეთოდები: კვლევა მიმდინარეობდა შემდეგი მეთოდების (შედარებითი ანალიზის, სისტემური, ბალანსური) გამოყენებით. კვლევის არეალი: კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის ფარგლებში განიხილება სანაპირო ზოლი მდ. მოქვისა და მდ. ნატანების შესართავებს (110 კმ) შორის.

კვლევა და შედეგები. განსახილველი სანაპირო გეოტექტონიკური და მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ორ არაერთგვაროვან რეგიონს მოიცავს: მდინარეების ენგურის, ნატანებისა და რიონის შესართავების ფარგლებში წყალქვეშა სანაპირო ფერდობი (0,025-0,03) კანონებითაა დასერილი; მდ. მოქვი - მდ. ღალიძგის შესართავებს შორის (10 მ), ასევე ანაკლია-მალთაყვას (38 კმ) ფრაგმენტების წყალქვეშა ფერდობი კი ვრცელ მარჩხობს (0,01-0,005) უკავია. სანაპიროს ათვისება მოითხოვს სისტემის დინამიკური წონასწორობის შენარჩუნებას, რაც თავის მხრივ, როგორც დაჭაობებულ ფრაგმენტებზე, ისე ნაპირებზე ზემოქმედი იმპულსების მიმართ რეაგირების უნარით განისაზღვრება. სანაპირო სისტემის წონასწორობის შენარჩუნება გარე დატვირთვების „მოგერიების“ უნარითა და შიდა სტრუქტურული მდგრადობით განისაზღვრება. ცხადია, რომ „ზღვა-ნაპირის“ სისტემის წონასწორობის რღვევა მის ნეგატიურ გარდაქმნებს (ალუვიონის დეფიციტი, ნატანის ნაკადის ხელოვნური დისკრეტულობა, გრუნტის წყლის რეჟიმის შეცვლა და სხვ) უნდა გამოეწვიოს.

რაც შეეხება ზღვისპირა დაჭაობებული დაბლობის პალეოლანდშაფტებისა და თანამედროვე გეოკომპლექსების დინამიკას, შედარებითი ანალიზის (მზარელუა, 2008) საფუძველზე აღმოჩნდა, რომ ბუნებრივ-ტერიტორიულ კომპლექსთა სივრცითი დიფერენციაცია უმნიშვნელო ცვლილებით ხასიათდება. ისტორიულ დროში (ბოლო 300 წწ) სახეზეა ცვლილებათა მნიშვნელოვანი ხარისხი და ანთროპოგენურობის მაღალი კოეფიციენტი. კოლხეთის აღმოსავლური „პლაკორული“ (ბრტყელი, ოდნავ დახრილი) რელიეფის გაბატონებული ფრაგმენტებისაგან განსხვავებით, მისი ზღვისპირა ვიწრო ზოლში, გრუნტის წყლების პასიური მონაწილეობის გამო, ფსევდოეწერ ნიადაგებზე კოლხური ტყეები

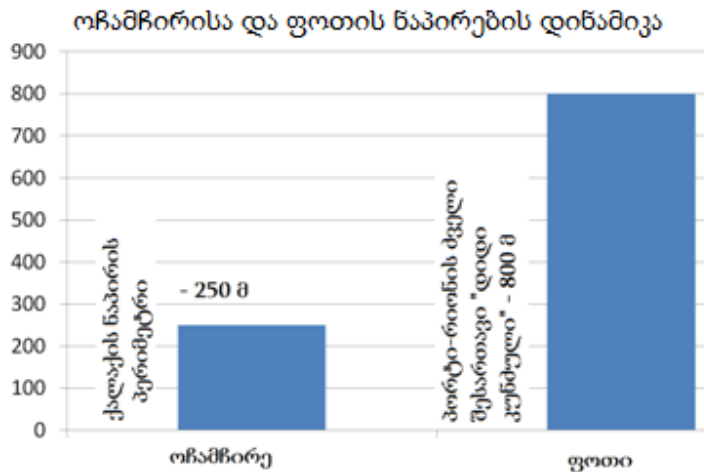
ჩამოყალიბდა, ხოლო ზღვისპირა ზოლში - ტორფიან-ჭაობიან ნიადაგებსა და ტორფნარებზე, ჰიდრომორფული ლანდშაფტწარმოქმნის პროცესების გაბატონება ძირითადად ჭაობების, დაჭაობებული ადგილების, ისლიან-ჭილიანი ტყეზუქნარებისა და მურყნიან-ჭაობიანი ტყეების გავრცელებას უწყობს ხელს. სანაპიროს გონივრული ათვისების მიზნით, გასულ საუკუნეში, საინჟინრო საქმიანობა ჭარბტენიანი ზოლის ქვა-ღორღისა და ქვიშის მასალით რეფულირებისაკენ იყო მიმართული. ამ საქმიანობას, სანაპირო ზოლის ფრაგმენტებზე, მიკროკლიმატური და ნიადაგების წყალ-სითბური რეჟიმების შეცვლა და გრუნტის წყლების დონის აწევა და, ცხადია, შესაბამისი ნეგატიური შედეგების გამოვლენა მოყვა. მის საბოლოო შედეგების ლანდშაფტურ „გამოძახილს“ მიმდინარე საუკუნის 30-40-იან წლებში უნდა ველოდოთ. შავი ზღვის სანაპირო ზოლის მდგრადი სამეურნეო, სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების საბაზისო წყაროები მინერალური რესურსების სიუხვეში მდგომარეობს, რომლის მთავარი კომპონენტი ტორფის საბადოებს უკავშირდება. ამ რესურსის ძირითადი მარაგები ზღვისპირა ზოლის სამხრეთ ნაწილშია (ფოთი-მალთაყვა-ნაბადა-ფიჩორა) მოქცეული. ტორფის ჯამური (ჭურია, იმნათი და ანაკლიის ჩათვლით) მარაგი 490-500 მლნ. მ³ აღწევს. გამორჩეულია, ასევე სუფსა-ფოთის, განსაკუთრებით ურეკის მიდამოების სამკურნალო თვისებების მაგნეტიტური ქვიშების, სამშენებლო მასალებისა და ჰიდრომინერალური რესურსები.

რეგიონის ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებითა და სამეურნეო პოტენციალის ათვისების პრიორიტეტულობიდან გამომდინარე, აღნიშნული რესურსები მდგრადი განვითარების საფუძველს ნაკლებად განსაზღვრავენ.

შავი ზღვისპირეთის უმთავრესი დანიშნულება ტურიზმის განვითარებაა. ამიტომ, კვლევის ძირითადი არსი, სწორედ რეგიონის ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების გამოჩვენება და მისი პოტენციალის რაციონალურ ათვისებაში მდგომარეობს. საქართველოს შავი ზღვისპირა ოკუპირებული ზოლის (მდ.მდ. მოქვი-ენგური) ფარგლები (40 კმ), სოციალური დაუცველობის, სუსტი ეკონომიკური კავშირებისა და ადმინისტრირების პირობებთან ერთდ, განსაკუთრებული გეოეკოლოგიური წნეხის ქვეშ იმყოფება: ინერტული მასალის გაზიდვა, მდ. ოქუმის კალაპოტში ქვასატეხი წარმოების მოწყობა და ღორღის სამშენებლო მიზნებით გაზიდვა, ალუვიური მასალის მიერ პლაჟის კვების შესუსტება და სხვ. აქედან გამომდინარე, აშკარაა ოჩამჩირე-ფიჩორის, ანაკლია-განმუხურისა და მიმდებარე ყულევი-ფოთის სანაპიროს აბრაზიული ნგრევა და პლაჟების წარეცხვის (Ломинадзе и др., 2006; ალფენიძე, ლომთათიძე, 2011) გააქტიურება. ნაპირების ნეგატიური ტრანსფორმაცია, უმთავრესად ალუვიონის მოცულობის ცვლილებას უკავშირდება.

მდ. ენგური-ჰესის კაშხლის აგებამ კალაპოტის ერთიანი სისტემის გაწყვეტა და ორი დისკრეტული უბნის (ზედა და ქვედა ბიეფის) ფორმირება გამოიწვია. ამჟამად, წყალსაცავში მდ. ენგურის ნატანი პლაჟის ფრაქცია (370 ათასი მ³/წწ) ილექება. ქვედა ბიეფის ფარგლებში ალუვიური მასალა „მშრალზეა“ დარჩენილი, ზღვაში გამოტანილი ალუვიონიც თითქმის 12-13-ჯერ შემცირდა და მხოლოდ 29,0 ათას მ³ შეადგენს (Джаошвили, 1986; 2003). ამის გამო, ანაკლიის მიდამოების ქვიშიანი პლაჟი თანდათან მიილია და, ქვიშის პლაჟის წარეცხვასთან ერთად, ნაპირის აქტიური აბრაზია წარიმართა. ცხადია, რომ ნაპირის ნეგატიური გზით განვითარება მისი ათვისების პერსპექტივას ექვექვემ აყენებს.

გასული საუკუნის 30-იან წლებამდე, შავი ზღვის უწყვეტი ნაპირისგასწვრივი ნაკადი მდ. ენგურის დელტამდე - ოჩამჩირე-ფიჩორის სანაპირო პერიმეტრზე ვრცელდებოდა. მდ. მოქვის შესართავთან, სამხედრო პორტის აგების შემდგომ, ნაკადი დისკრეტული გახდა და ნაპირზე მწვავე დეფიციტი გაჩნდა, რასაც ძირითადი ნაპირის აბრაზია და პლაჟების წარეცხვა მოყვა (ნახ. 1). აბრაზიის შენელების მიზნით კედლებისა და ბუნის სერიის მშენებლობამ, ე.წ. ქვედა წარეცხვების განვითარება და ნაპირების ნგრევის პროცესის ერთი-ორად გაზრდა გამოიწვია. საჭირო გახდა რკინა-ბეტონის კაპიტალური ნაგებობების ახალ უბნებზე მოწყობა.



ზღვის სანაპიროს ანთროპოგენური ცვლილებები, დაკავშირებულია რა XX ს-ის სამეურნეო არაგონივრულ საქმიანობასთან, ამჟამადაც დიდი რისკის ქვეშაა მოქცეული. რეგიონის ოკუპაციის პირობებში მიმდინარეობს მიზანმიმართული არაგონივრული მოქმედებები: აღმშენებლობითი საქმიანობის შეფერხება, ტურიზმისა და რეკრეაციული ობიექტების განადგურება, მეურნეობის დაქვეითება, სოციალური მდგომარეობის დათვრუნვა და სხვ.

ნახაზი 1. სანაპირო ხაზის სივრცობრივი დინამიკა

სანაპირო ზოლის სამეურნეო ათვისების პერსპექტივიდან (ალფენიძე და სხვ., 1995) გამომდინარე და სამეურნეო პრაქტიკის გეოგრაფიულ-ტექნოლოგიურ გააზრებასთან დაკავშირებით, რეგიონის ათვისების პროექტების წარმოდგენის მიზნით, ბუნებრივი პირობების შესაბამისად, განიხილება სოციალური ინფრასტრუქტურის, განსაკუთრებით კი, რეკრეაციისა და ტურიზმის ობიექტების როგორც დეგრადაციის მიზეზების, ისე მათი აღდგენისა და პრაქტიკული რეალიზაციის ღონისძიებები: ოჩამჩირე-განმუხურის სანაპირო პერიმეტრზე ამჟამად განვითარებული პლაჟების აქტიური ჭარბეცვა შეუბრუნებელი ტენდენციით ხასიათდება. განსაკუთრებით ავარიულ მდგომარეობაშია ოჩამჩირის სანაპიროს 5 კმ-იანი ზოლი, სადაც 58 ერთეული რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის ბუნის ნაგებობები ფაქტობრივად დანგრეულია (სურ. 1) და სანაპირო ზონის დაცვას ვერ ემსახურება. ამჟამად, მდ. კოდორისა და მდ. ენგურის შესართავამდე გავრცელებული ნაკადის ნარჩენის სიმძლავრე მხოლოდ 20 ათასი მ³-ს (Зенкович, 1990) შეადგენს.



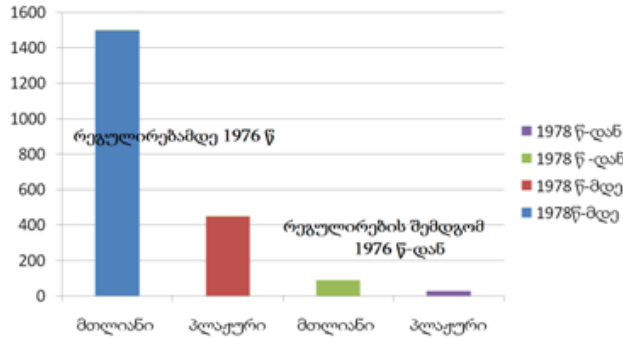
სურათი 1. რკინა-ბეტონის ნაპირსამაგრი ბუნის სერიის ნგრევა ოჩამჩირის ნაპირზე

ამ კონკრეტული მაგალითიდან აშკარაა, რომ რკინა-ბეტონის კაპიტალური ნაგებობების ნაპირდაცვაში გამოყენება ეკონომიკურად არაეფექტური, გეოეკოლოგიურად არასასურველი და სოციალურად გაუმართლებელი ქმედებაა.

ამ მხრივ მიზანშეწონილია გაგრის სანაპიროს აღდგენისა და დაცვის ექსპერიმენტის მოცემულ უბანზე ექსტრაპოლაცია. ამ მიზნით, შემოთავაზებულია ოჩამჩირის ავარიული ბუნის სერიისა და კედლის ნაწილობრივი დემონტაჟი, სამხედრო პორტის ქარზურგა ნაპირზე პლაჟწარმომქმნელი მასალის მობილიზაცია და მისგან ე.წ. დეფორმირებადი ბუნის შექმნა. ამ მასალის მოპოვება შესაძლებელია მდ. ენგურის კალაპოტის ანაკლია-კოკის პერიმეტრზე. პლაჟის მასალის ავარიულ უბნებზე ტრანსპორტირება მიზანშეწონილია საზღვაო ტრანსპორტის

გამოყენებით. მდ. ენგური ჰეს-ის მაღლივი კაშხალის ექსპლოატაციაში გადაცემის (1978 წ) შედეგად, წყლის ნაკადის მდ. ერისწყლის კალაპოტში (სარინ არხში) გადატანამ, ქვედა ბიეფის პერიმეტრზე (62 კმ), ხელი შეუწყო მდ. ენგურის ჩამონადენის შემცირებასა (ნახ. 2) და ბუნებრივი გაწმენდის შეფერხებას.

მდ. ენგურის მყარი ჩამონადენის (ფრაქციების მიხედვით) ცვლილების (ათასი კმ³) დიაგრამა



1978 წ-მდე მდ. ენგურის წყლის ხარჯი 192 მ³/წმ, მყარი ჩამონადენი 1,116 მლნ მ³ (შეტივნარებული -1,05 მლნ მ³, ფსკერული - 116,0 ათასი მ³), ხოლო პლაჟ წარმომქმნელი ფრაქცია 370,0 ათას მ³/წწ შეადგენდა. 1978 წლიდან კი წყლის ხარჯი 4-ჯერ, შეტივნარებული ნატანი 14-ჯერ, ფსკერული ალუვიონი 7,7-ჯერ, ხოლო პლაჟური მასალა 12,8-ჯერ შემცირდა (Джаошвили, 1986). ალუვიური მასალის დეფიციტმა პლაჟის წარეცხვასა და ძირითადი ნაპირის აბრაზიას გამოიწვია.

ნახაზი 2. მდ. ენგურის რეგულირების ნეგატიური ცვლილებები

რეგიონის თანამედროვე ტექტონიკური დაძირვისა და ზღვის დონის აწევის ხანგრძლივი ტენდენციის პირობებში, მდ. ენგურის კალაპოტში, სავარაუდოდ, 400 მლნ მ³ ალუვიური მასალაა დაგროვილი. ამ ინერტიული მასალის ავარიულ უბნებზე მოზიდვით შესაძლებელია ხელოვნური, თავისუფალი პლაჟის შექმნა. რაც შეეხება, მდ. ენგურის კალაპოტის უბანს - კოკი-ორსანტია-ანაკლიას პერიმეტრზე, ალუვიონის დამუშავებისა და ნაპირზე გაზიდვის შედეგად, შესაძლებელია დიდი წყალსაცავისა და სპორტული კომპლექსის მშენებლობის განხორციელება; მდ. ენგურის წყალქვეშა კანიონის აქტიურობის შენელებისა და პასიური ლითონდინამიკური (მოსილვა და უკან დახევა) თანამედროვე ტენდენციის პირობებში, მიზანშეწონილია კალაპოტის ზღვისპირა პერიფერიაზე, საზღვაო პორტის მშენებლობა. კვლევებმა (ალფენიძე და დავითაია, 2003; ალფენიძე, 2007; 2014) ცხადყვეს, რომ მდ. ენგურის შესართავის ფარგლებში საზღვაო პორტის მშენებლობა სოციალურად გამართლებული, ეკონომიკურად ეფექტური და ეკოლოგიურად უსაფრთხო საქმიანობაა; ქვიშიანი (ანაკლია - მალთაყვა), და კენჭნარი პლაჟების (მდ. მოქვი - მდ. ენგური) პერიმეტრებზე, მენჯისა და ცაიშის მინერალური წყლების საკურორტო ადგილების, ისტორიულ-არქიტექტურული და ეთნიკურ-ტრადიციული მემკვიდრეობის, ასევე მიმდებარე მთიანი ზონის ბუნებრივი რესურსების ათვისება რეკრეაციული ბუნებათსარგებლობის საკმაოდ მაღალ პერსპექტივას იძლევა. ამ მხრივ, შემაფერხებელ როლს ასრულებს სვანეთის მთიანი რეგიონის ზღვიდან დაშორების, სანაპიროს დაჭაობებისა (Зенкович, 1990) და მიკროკლიმატური ფაქტორები, რაც ადამიანის შედარებით დაბალ კომფორტულ მდგომარეობაზე მეტყველებენ; სანაპიროს სისტემის - „მთა-ზღვა-ნაპირის“ ერთიანი-მთლიანი კომპლექსის შექმნის მიზნით მიზანშეწონილია: განმუხური-ანაკლია-ყულევი-ფოთი-მალთაყვა-გრიგოლეთი-ურეკის, ასევე ოჩამჩირის პორტისა და განმუხური-ანაკლიის დამაკავშირებელი სანაპირო მაგისტრალებისა და მათი მიმდებარე სვანეთის მთიან ზონასთან დამაკავშირებელი გზის, საბაგრო სანახაობითი მოედნების, მესტიის ადგილობრივი და ინგირის საერთაშორისო აეროდრომების მშენებლობა და რეგიონის ერთიანი საკურორტო კომპლექსის შექმნა; ზღვისპირეთის მდგრადი განვითარების პერსპექტივის საფუძვლიანობა მის პოტენციალში ჩანს: ანაკლია-მალთაყვას სანაპირო უბანზე არსებული 7 საკურორტო კომპლექსი (ალფენიძე, 2016) და 14 სასტუმრო 862 დამსვენებელზეა გათვლილი. ოჩამჩირე-განმუხურის სანაპიროს 7 კმ-იან

უბანზე რეკრეაციულ ობიექტებში საწოლი ადგილების რიცხვი 1650 შეადგენს, თუმცა მათი დიდი ნაწილი საექსპლოატაციოდ უვარგისია და აღდგენას მოითხოვს.

რეგიონის განვითარების ახლო პერსპექტივის პროგნოზული მოდელის (ალფენიძე, 2016) მიხედვით, საკვლევი რეგიონის ზღვისპირეთზე გამოვლენილ უბნებს ბუნებრივი პირობების შესაბამისი ტურისტულ-რეკრეაციული ფორმები (ცხრილი 1.) აღმოაჩნდათ. როგორც (ცხრილი 1) ჩანს, ტურიზმის თვალსაზრისით, რეგიონს განუხრელი აღორძინების პერსპექტივა გააჩნია. აშკარაა, რომ საავტომობილო და სანაოსნო ტრანსპორტის, ტურიზმისა და დასვენების, სამკურნალო და შემეცნებითი სფეროს დარგების შესაბამისი ინფრასტრუქტურის სამომავლო პროექტების რეალიზაცია - რეგიონს ცივილური სამყაროს ფარგლებში მოაქცევს.

ცხრილი 1.

ტურისტულ-რეკრეაციული ფორმების განთავსების პერსპექტივები

სანაპირო უბნები	ტურისტულ-რეკრეაციული ფორმები ¹⁰
მოქვი-ოჩამჩირე-ღალიძგა	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18
გუდავა-გაგიდა-განმუხური	1, 5, 9, 10, 13, 14, 15
ენგური-ანაკლია-ყულევი	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 18,
რიონი-ფოთი	1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 18
მალთაყვა	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15
მთიანი ზონა	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17

ზღვისპირეთის ათვისების პერსექტიული ზრდის პირობებში (ალფენიძე და კორსანტია, 2016) გასთვალისწინებელია:

- სანაპიროს ფართო ზოლის ერთიანი საკურორტო-რეკრეაციული და სანიტარულ-ჰიგიენური დანიშნულების ობიექტების პროექტების შემუშავება და რეალიზაცია;
- სამშენებლო საქმიანობის, სატრანსპორტო ქსელის მოწყობის, ტვირთბრუნვისა და სასაწყობე მეურნეობების მშენებლობისას თანამედროვე ტექტონიკური დაძირვის გათვალისწინება;
- საკურორტო ინფრასტრუქტურის სივრცითი განლაგების, თავისუფალი - მდგრადი პლაჟის მშენებლობის, პარკებისა და გასართობი მოედნების მოწყობის გეგმების შედგენისას, შტორმებისა და დონის აწევის მოდელირება, მათი ტენდენციის პროგნოზი და შესაძლო რისკები;
- ბალნეოლოგიური კომპლექსების ნაგებობათა პროექტების შედგენისას ჰავის კომპონენტებისა (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექები) და კლიმატის გლობალური ცვლილებებით გამოწვეული შედეგების მისადაგება ზღვის სანაპიროს ბიოტური კომპონენტების ქცევებთან, რომლებსაც ეკოსისტემის ნეგატიური ნიშნების გამოვლენა უნდა მოჰყვეს. ამ მხრივ, მხედველობაშია მისაღები გვალვიანი ფაზების დროს ფიტოპლანქტონის რაოდენობის ზრდის მარეგულირებელი ბიოლოგიური მეთოდების დანერგვა და წყლის ეკოსისტემის მართვის ბერკეტების ამოქმედება;
- დაშრობით გამოწვეული მიკროკლიმატური ცვლილებების პოზიტიური (ჰავის კომფორტული მდგომარეობა) და ნეგატიური (ტემპერატურისა და ტენიანობის პიკების ზრდა)

¹⁰ ტურიზმის ფორმები: 1. აგროტურიზმი, 2. გასტრონომიული, 3. კულტურული, 4. ეკოტურიზმი, 5. ექსტრემალური, 6. კულტურული მემკვიდრეობა, 7. სამედიცინო, 8. საზღვაოსნო, 9. რელიგიური, 10. ველური ბუნების, 11. დასვენების, 12. სპორტული, 13. შემეცნებითი, 14. სათავგადასავლო, 15. სასოფლო, 16. სამთო-სათხილამურო და ალპინიზმი, 17. სპელეოტურიზმი, 18. MICE ტურიზმი - ტურების, გამოფენების, კონფერენციების, ინვენტების (ქორწილი, დაბადების დღეები, მეგობრების შეკრება და სხვ) მოწყობა.

შედეგების ბუნებრივ კომპლექსებზე ასახვა (ნიადაგ-მცენარეული საფარის ცვლილება, მეორადი დაჭაობება) და ანთროპოგენური ლანდშაფტების რეგულირება-მართვის წარმართვა;

- მდ. ენგურის შესართავთან ღრმა წყალწყვის ნავსადგურის მშენებლობით, მრავალმხრივ ეკონომიკურ ეფექტურობასთან ერთდ (პორტის მოსილვის შეუძლებლობა და გაწმენდის ხარჯის მინიმალური სიდიდე), უნიკალური ჭარბტენიანი ლანდშაფტების შენარჩუნების პრაგმატული საქმიანობის გატარება;

- მდ. ენგურის ქვედა ბიეფის (ჯვარი-ანაკლიის მონაკვეთი) ტალვეგში დაგროვილი 400 მლნ მ³ ალუვიონის დამუშავების გარემოდაცვითი და ბუნებათსარგებლობითი ეფექტურობის (კალაპოტის მოწესრიგება, ინერტული მასალის ნაპირდაცვაში გამოყენება) პარალელურად, სამშენებლო ინდუსტრიის განვითარებისა და სპორტულ-გასართობი დასვენების ობიექტების რეალიზაციის ხელშეწყობა.

ამგვარად, სანაპირო ზოლის ფართო გეოგრაფიული კვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ კოლხეთის შავი ზღვის სანაპიროს მდგრადი განვითარების პერსპექტივაში ჩანს: საკურორტო-ტურისტული მეურნეობის ობიექტებისა და რეკრეაციული ზონების შექმნის, გარემოდაცვითი (ნაპირების დაცვა და თავისუფალი პლაჟის მშენებლობა, ჭაობების ფრაგმენტების ათვისება) ღონისძიებების რეალიზაციის ფრიად რეალური საფუძვლები. ამავე დროს, სახეზეა სამრეწველო და სატრანსპორტო მეურნეობის სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობა და პოლიტიკური დატვირთვა. რეგიონის საზოგადოებრივი დაპირისპირებებით მიღებული მატერიალური და კულტურული მემკვიდრეობის დეგრადაციის უცილობელი ალტერნატივა გონივრული პროექტების რეალიზაციასა და მდგრადი ეკონომიკური განვითარების მიღწევაში მდგომარეობს.

ლიტერატურა

1. ალფენიძე მ. (2007). საქართველოს შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრობლემები. სოხუმის სახ. უნივერსიტეტის შრომები, საბუნ. მეცნ. სერია, ტ. 2, თბილისი, გ. 108-122.
2. ალფენიძე მ., დავითაია ე. (2003). კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის რეგიონულ-გეოგრაფიული საკითხები. „მეცნიერება და თანამედროვეობა“, თბილისი, მეცნიერება, გ. 135-142.
3. ალფენიძე მ., ლომინაძე გ. (2014). სად და როგორ უნდა აშენდეს პორტი ანაკლიაში. გაზ., „საქართველო და მსოფლიო“. N 21 (256). 11-17 ივნისი, თბილისი, გ. 18-19
4. ალფენიძე მ. (2016). აფხაზეთის შავი ზღვისპირეთის ტურიზმის მდგომარეობა და პერსპექტივები. სეუ, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. სეუ N 3, თბილისი, გვ. 76-81.
5. ალფენიძე მ., კორსანტია კ. (2016). საქართველოს შავი ზღვისპირა რეგიონის ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები. სეუ, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. სეუ N 5, თბილისი, გვ. 283-291.
6. ალფენიძე მ., ლომთათიძე ზ. (2011). შავი ზღვა: აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების დინამიკა. აფხაზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, თბილისი. -186 გვ.
7. ალფენიძე მ., ციციშვილი მ., ფრანგიშვილი ი. (1995). შავი ზღვის აუზის რესურსების ეკოლოგიურად უსაფრთხო ათვისების საერთაშორისო კომპლექსური პროგრამა. იუნესკო, საქ. მეცნ. აკად. სამეცნ. კონფ. „ზღვა და ადამიანი“, თბილისი, გვ. 186-187.
8. მზარელუა ლ. (2008). კოლხეთის შავი ზღვისპირა ლანდშაფტების რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრობლემა. დის.. გეოგრ. აკად. დოქტ., თელავი. – 30 გვ.
9. Джаошвили Ш. В. (1986). Речные наносы и пляжеобразование на Черноморском побережье Грузии, Тбилиси. „Сабчота Сакартвело“. -156 с.
10. Джаошвили Ш. В. (2003). Реки Черного моря. Европейское агенство по охране окружающей среды. http://reports.eea.eu.int/technical_report_2002_71. - 58 с.

11. Зенкович В.П. (1990). Побережье и береговая зона моря. В кн.: Колхидская низменность. Научные предпосылки и освоения. Под.ред. Т. Кикнадзе. М., Наука. с. 21-28.
12. Ломинадзе Г., Мегрели Н., Руссо Г. (2006). Изменение динамики береговой зоны Черного моря под влиянием техногенных факторов. Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Тр. Межд. электр.конф.Тб.- М. с. 133-139.
13. <https://www.google.ge/search?q=очамчире+фото&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjImJy>
14. <http://www.yaplakal.com/forum43/st/175/topic277889.html?hl=абхазия>

SUMMARY

Kolkheti Black Sea Coast Sustainable Development and Geo-Ecological Problems

Alpenidze Melor^{1*}, Seperteladze Zurab², Davitaia Eter², Gaprindashvili Giorgi³, Mzarelua Lana¹, Korsantia Koba¹, Rukhadze Nino², Aleksidze Tamar²

¹ Sokhumi State University, Department of Geography, Tbilisi, Georgia

² Ivane Javakishvili Tbilisi State University, Department of Geography, Tbilisi, Georgia

³ Department of Geology, National Environmental Agency, Tbilisi, Georgia

^{1*} e-mail: Melor07@Mail.ru

In this article the following issues are discussed: identification of natural-anthropogenic factors for the formation - transformation of coastal zone and adjacent wetlands of Kolkheti Black Sea (Rivers Mokvi Natanebi, 109 km), development of measures to achieve the features of efficient resources of the coastal zone and Prognosis of future results of their realization. It is confirmed: that for the purpose of geo-ecological and economic sustainability of the above mentioned region, for avoiding destruction of seaside and washing out the existed beaches, introduction of innovative method (regulation and management processes) and priority of harmonization of resources conservation and reasonable exploitation should be introduced instead of traditional coast protection - reinforced concrete structures. Are revealed: the causes and consequences of artificial rupture of coastal zone balance, their quantitative and qualitative characteristics. Confirmed: causes of banking abrasions and beaches washing outs, their negative results and forecast. Is suggested: An innovative method of beach restoration, effective shore protection – creation of an artificial and free beach as a result of attracting and conserving the inert alluvial fragments. It is advisable to extract the inert alluvial materials from Enguri riverbed and in the lower vicinity of Enguri - HPP. Is developed: the events for the region's economy, social infrastructure and recreational-tourism development and changes of geographical aspects of the shoreline environmental impacts related to realization. The recommendations on coastal clearance should consider the following: Potential risks in construction of economic facilities (port, transport network, resort infrastructure) and possible risks of tendency to sea level rise in coast protection; Priorities of biological regulation and management of the ecosystem created by air temperature, moisture, atmospheric sediments and biotic components; The expediency of economically efficient and geo-ecologically safe port construction in Anaklia; To carry out pragmatic activities for maintaining unique wetland landscapes; Supporting the effective functioning of resort objects and efficient coast protection, tourism and leisure facilities of the lower inert material (400-450 mln m³) of Enguri HPP.

Keywords: shore, beach, shore protection, abrasion, marsh

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Петрушина М.Н.

Географический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Россия

e-mail: mnpetrushina@mail.ru

Abstract

On the basis of analysis of literature, cartographic materials, remote sensing surveys and field study landscape map and map of physical-geographical regionalization of the Caspian region were compiled. The complex principal was chosen as the basic for the physical-geographical regionalization. Taking into account the landscape structure of the study area 48 physical-geographical okrugov, 14 provinces, 7 areas (2 in the plains and 5 in the mountains) and 4 physical-geographical countries – East-European plain, Turan plain, Crimea-Caucasus and Iranian Highland were shown on the map. The most complex landscape structure is typical for the Great Caucasus, the most contrast – to the Iranian Highland. These maps can be a base for the applied natural regionalization such as for rational nature management.

Key words: landscape, physical-geographical regionalization, Caspian region

Введение

Каспийское море и прилегающая к нему территория, называемые Каспийским регионом, являются одним из уникальных природных объектов, которые расположены в трансграничной области между Европой и Азией, умеренным и субтропическим климатическими поясами. Регион включает горные и обширные равнинные районы со сложной и динамичной ландшафтной структурой. Он характеризуется богатыми природными ресурсами и длительным разнообразным антропогенным воздействием со стороны нескольких прибрежных государств, и как следствие, целым рядом экологических проблем, требующих комплексного решения. Данный регион всегда привлекал внимание исследователей своеобразием природы. Каспийское море – самое большое озеро мира с морскими чертами, пережившее сложную историю развития с серией крупных стадий трансгрессий и регрессий в плейстоцене и голоцене, следы которых сохраняются в рельефе и отложениях [15, 16, 20]. Оно является центром одного из крупнейших бассейнов внутреннего стока, в водном балансе которого на долю стока рек, пересекающих территории девяти государств, приходится 78% [17]. Изменение речного стока в результате климатических флуктуаций и антропогенного воздействия – один из главных факторов динамики уровня моря, расположенного также в сейсмически активной зоне. В последние годы интерес к Каспийскому региону еще более возрос. Это связано с разработкой значительных запасов углеводородного сырья на шельфе и прилегающих равнинах, эксплуатацией уникальных биоресурсов, в том числе крупнейшего в мире стада осетровых, развитием рекреации. Активная динамика его береговой зоны в результате колебаний уровня моря оказывает большое влияние на ландшафты, природопользование и жизнь населения. Подтопление и затопление прибрежных ландшафтов, в том числе занятых объектами нефтегазодобывающего комплекса, сельского хозяйства, рекреации, высокая концентрация источников загрязнения, браконьерство привели к ухудшению экологического состояния региона. Комплексное решение сложных экологических проблем межгосударственного уровня в регионе должно опираться на знание региональных природных особенностей, на использование современных отраслевых и ландшафтных карт, карт физико-географического районирования как основы для разработки мер по рациональному природопользованию.

Основная цель данных исследований – создание единой ландшафтной карты и карты физико-географического районирования Каспийского региона. Работа проводилась в рамках темы Русского географического общества по составлению электронного Атласа Каспийского моря.

Материалы и методы

Физико-географическое районирование (ФГР) Каспийского региона выполнено на основе подходов и принципов, изложенных в работах сотрудников кафедры физической географии и ландшафтоведения под руководством Н.А. Гвоздецкого [7, 18]. За основной был принят принцип комплексности, т. е. одновременного и равнозначного учета зональных и азональных факторов и закономерностей дифференциации географической оболочки, учета ландшафтной структуры территории. Базовой при районировании региона стала карта физико-географического районирования СССР масштаба 1 : 8 000 000 [19], которая была детализирована и модифицирована с учетом необходимого более крупного масштаба и новых данных о ландшафтной структуре территории. Использовались также карты районирования на отдельные государства [2, 10 и др.] и республики [1, 2], выполненные в разном масштабе и с показом неодинаковых таксономических единиц, что потребовало сведения их в единую систему.

Основными единицами ФГР на представленной карте стали физико-географические (ФГ) страны, области, провинции и округа [18]. Следует отметить, что на большинстве проанализированных карт районирования округа не были выделены. На основе новых данных уточнены границы и содержание физико-географических единиц, проведена детализация схем районирования, в первую очередь Туркмении, на которую подобной схемы не было. Кроме этого, предложены новые названия для ряда таксонов, отвечающих современным названиям географическим объектов. Для характеристики ландшафтной структуры Каспийского региона как важного критерия выделения ФГ округов была составлена ландшафтная карта, основной единицей картографирования на которой стали виды ландшафтов. При ее создании использовались отраслевые карты [6, 13, 14, 21], карты из Атласов на отдельные территории [1, 2, 11] и ландшафтные карты [4, 5, 7, 8, 9, 10 и др.]. При выделении современных ландшафтов и физико-географических единиц и их характеристике применялись также космические снимки высокого разрешения Landsat. На основе анализа этих снимков, топографической карты, мелкомасштабной геоботанической карты [22], литературных источников [3, 12 и др.] было впервые проведено районирование прилегающей к Каспийскому морю территории Ирана. Использовались также полевые наблюдения автора преимущественно на территории Азербайджана.

Легенда к карте физико-географического районирования представлена в табличной форме с указанием особенностей ландшафтной структуры для физико-географических округов – сочетания зональных и интразональных типов ландшафтов на равнинах и структуры высотной поясности в горах. В легенде ландшафты даны в порядке уменьшения их доли в структуре равнинных округов, в горных – в соответствии с их изменением по высоте. Легенда к ландшафтной карте выполнена в текстовой форме.

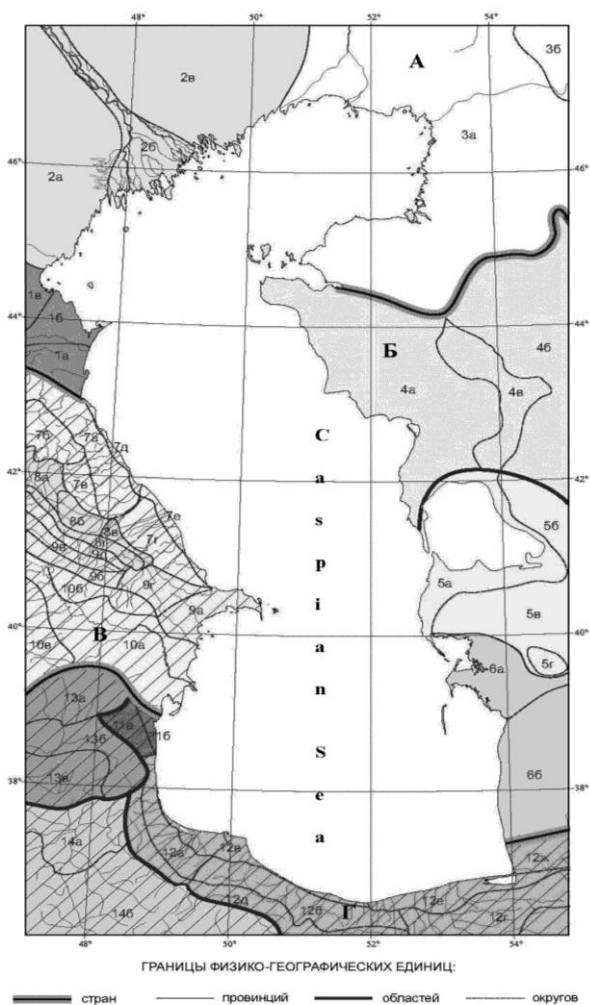


Рис. 1. Физико-географическое районирование Каспийского региона

Результаты и обсуждение

Южное положение на контакте умеренного и субтропического климатических поясов, сочетание обширных равнинных и высоких горных территорий, близость Каспийского моря обусловили сложную ландшафтную структуру исследуемого региона. По особенностям ландшафтной структуры территория отнесена к 14 физико-географическим округам, 7 областям (2 на равнинах и 5 в горах) и 4 физико-географическим странам (Восточно-Европейская равнина, Туранская равнина, Крымско-Кавказская и Иранское нагорье) (рис. 1, табл. 1). Область пустынь в пределах Туранской равнины с учетом почвенно-биоклиматических особенностей была разделена на две подобласти – северных и южных пустынь. В Восточно-Европейскую равнину входит северо-западная, северная и северо-восточная части Прикаспия, относящиеся к области пустынь и полупустынь (см. рис.1 (А)). Здесь преобладают низинные и низменные ландшафты аллювиально-морских и морских равнин с высокой долей интразональных солонцовых и солончаковых комплексов, формирование которых связано с близким залеганием засоленных грунтовых вод, засолением морских пород и высокой испаряемостью. Наиболее широко они развиты в Эмба-Бузачинском округе Прикаспийской провинции, где образуют серию озерно-солончаковых ландшафтов.

Таблица 1.

Легенда к карте физико-географического районирования

Равнинные страны			
Страна	Восточно-Европейская равнина		
Область	Область полупустынь и пустынь I		
Провинция	Округ	Подклассы ландшафтов Преобладающие роды ландшафтов	Типы ландшафтов (зональные и интразональные)
1	2	3	4
Терско-Кумская 1	Терско-Сулакский 1а	Низменный, аллювиально-пролювиальная равнина	степной, полупустынный, солонцовый
	Терский низменный 1б	Низинный, аллювиально-дельтово-морская равнина, песчано-глинистая	лугово-болотный, болотный, солончаковый, плавневый, полупустынный
	Прикумский 1в	Низинный, аллювиально-морская равнина, суглинистая-	полупустынный, солонцовый
Западно-Прикаспийская 2	Черноземельский 2а	Низинный, морская, глинисто-суглинистая с массивами песков, ильменями, бэровскими буграми	полупустынный, солонцово-солончаковый
	Волго-Ахтубинский 2б	Низинный, аллювиально-дельтовая равнина, песчано-глинистая	луговой, лугово-лесной, лугово-болотный
	Волго-Уральский 2в	Низменный, эоловая равнина, бугристо-грядовая, песчаная	полупустынный, сухостепной, незакрепленных песков
Прикаспийская 3	Эмба-Бузачинский 3а	Низинный, морская равнина, песчано-глинистая, местами с озерами, аллювиальная	солончаковый, полупустынный, пустынный песчаный, озерно-солончаковый
	Кульсарский 3б	Возвышенный, денудационная равнина песчано-суглинистая	полупустынный
страна	Туранская равнина Б		
область	Область пустынь II (подобласть северных пустынь) IIa		
Мангыстауско-Устюртская 4	Мангыстауский 4а	Возвышенный, аридно-денудационное плато, известняковое с глинисто-щебнистым чехлом, с глубокими впадинами, куэстовыми грядами	Пустынный (глинисто-щебнистых пустынь), солончаковый, полупустынный по грядам
	Устюртский 4б	Возвышенный, аридно-денудационное плато с крутыми склонами, известняковое с суглинистым и глинисто-щебнистым чехлом	Пустынный (глинистых пустынь на севере каменистых на юге)

	Карынжарыкский 4в	Аридная впадина с отдельными останцами с массивами песков	Солончаковый, пустынный
--	----------------------	---	-------------------------

Таблица 1. Продолжение

Область пустынь (подобласть южных пустынь) IIб			
1	2	3	4
Приморско-Красноводская 5	Кара-Богаз-Гольский 5а	Низинный, морская равнина песчано-глинистая	Солончаковый
	Устюртско-Туаркырский 5б	Возвышенный, аридно-денудационное плато суглинисто-щебнистое, расчлененное, с бессточными впадинами	Пустынный (каменистых пустынь) солончаковый
	Красноводский 5в	Возвышенный, аридно-денудационное плато суглинисто-щебнистое, с массивами песков	Пустынный (каменистых пустынь), пустынный (песчаных пустынь), солончаковый
	Балханский 5г	Низкогорные известняковые куэсты	Пустынный, полупустынный, степной, нагорно-ксерофитный, участки арчовых редколесий
Западно-Туркменская 6	Узбойский 6а	Низинный, аллювиально-морская равнина песчано-глинистая с массивами песков, впадинами	Пустынный (песчаных пустынь), солончаковый, такыры
	Приморский 6б	Низинный, аллювиально-пролювиальная глинистая подгорная равнина с массивами песков, узкая полоса низменной морской суглинисто-песчаной равнины	Пустынный (щебнисто-глинистой и песчаной пустынь) такыры, песчано-солончаковые, болотные

Таблица 1. Продолжение

Горные страны

страна	Крымско-Кавказская Б		
область	Большой Кавказ Ш		
провинция	округ	подклассы	типы и подтипы ландшафтов
Восточно-Кавказская 7	Внешне-Дагестанский 7а	предгорный низкогорный	сухостепные, степные, ксерофитно-лесные, широколиственно-лесные
	Внутренне-Дагестанский 7б	среднегорный, котловинный	степные, нагорно-ксерофитные, лугово-степные
	Вачи-Кубачинский 7в	среднегорный, высокогорный	лугово-степные, остепненные луговые
	Судур-Кусарский 7г	предгорно-низкогорный, среднегорный	степные с фрагментами шибляка, ксерофитно-лесные, широколиственно-лесные
	Приморский 7д	низинный равнинный	полупустынные, луговые
	Самур-Дивичинский 7е	низинный равнинный	полупустынные, пустынные, лугово-лесные, солонцово-солончаковые
Восточная высокогорная 8	Богосско-Дюльтыдагский 8а	высокогорный	луговые, нивально-гляциальные, хвойно-мелколиственные, реже широколиственно-лесные по склонам долин
	Самурский 8б	высокогорный котловинный	лугово-степные, луговые, степные в котловинах
	Шахдаг-Бабадагский 8в	высокогорный	луговые, скальные, степные и лугово-степные по склонам долин
	Закавказский 8г	высокогорный	луговые, скально-нивалые, редколесные

Восточно-Закавказская 9	Апшероно-Гобустанский 9а	низменный равнинный, предгорно-низкогорный	пустынные, полупустынные, нагорно-ксерофитные, ландшафты грязевых вулканов, солончаковые
	Аджинаурский 9б	предгорно-низкогорный котловинный	полупустынные, степные, аридно-редколесные
	Агричайский 9б	предгорно-низкогорный котловинный	степные, фрагменты аридного редколесья, пойменные лугово-лесные
	Шемахинский 9в	низкогорно-среднегорный	степные с ксерофитным редколесьем, ксерофитно-лесные, широколиственно-лесные
	Шекинский 9г	низкогорно-среднегорный	ксерофитно-лесные, широколиственно-лесные, лесолуговые
область	Курильская IV		
Кура-Араксинская 10	Кура-Араксинский низменный 10а	низменный равнинный	полупустынные, фрагменты пустынных, солончаки, лугово-болотные, чально-луговые, тугайные лесные
	Ширванский 10б	низинный равнинный	полупустынные, пустынные
	Приараксинский Западный 10в	низинный равнинный	полупустынные, степные, нагорно-ксерофитные

Таблица 1. Продолжение

страна	Иранское нагорье		
Область	Талыш-Эльбурская V		
провинция	округ	подклассы	Типы ландшафтов
Талыш-Ленкоранская 11	Талышский 11а	предгорно-низкогорный среднегорный	влажно-лесные гирканские, широколиственные, аридно-редколесные-степные
	Ленкоранский 11б	низинный низменный равнинный	фрагменты влажно-лесных гирканских, болотные
Эльбурская 12	Богровдагский 12а	предгорно-низкогорный среднегорный	влажно-лесные гирканские, широколиственные, луговые
	Центрально-Эльбурский 12б	низкогорный, среднегорный, высокогорный	влажно-лесные гирканские, широколиственно-лесные, субальпийская фригана, лугово-степные и аридно-редколесные (по котловинам)
	Западно-Южно-Каспийский 12в	низинный равнинный	влажно-лесные гирканские, болотные
	Восточно-Эльбурский 12г	предгорно-низкогорный, среднегорный	ксерофитно-лесные, широколиственно-лесные, аридно-редколесные, степные, нагорно-ксерофитные
	Южно-Эльбурский 12д	среднегорный котловинный	пустынные, аридно-редколесные, степные
	Южно-Каспийско-Горганский 12е	низинный, низменный, равнинный	ксерофитно-кустарниковые, луговые, болотные
	Атрекский 12ж	Низинный, аллювиально-дельтовая равнина песчано-глинистая	Такырно-солончаковые, глинисто-солончаковые полупустынные, болотно-луговые
Область	Северо-Западно-Иранская VI		

Себелан-Ардебильская 13	Приараксинский 13а	предгорный, низкогорный среднегорный	полупустынные, нагорно-ксерофитные степные, ксерофитно-кустарниковые
	Ахар-Ардебильский 13б	низкогорный, котловинный	степные, нагорно-ксерофитные, аридно-редколесные
	Себеланский 13в	низкогорный, среднегорный высокогорный	степные, нагорно-ксерофитные, аридно-редколесные, фрагменты широколиственно-лесных, луговые, нивальные вулканические
Область	<i>Внутреннего Ирана VII</i>		
Внутригорная Зенджанская 14	Мианеский 14а	котловинный	пустынные, полупустынные
	Зенджанский 14б	среднегорный котловинный	полупустынные, сухостепные, местами аридно-редколесные

Для аллювиально-дельтово-морских равнин типичны луговые, лугово-болотные, плавневые, реже лугово-лесные ландшафты. Относительно повышенные участки равнин заняты полупустынями, а аллювиально-пролювиальная равнина в Терско-Кумской провинции даже степями. Своеобразны ландшафты грядово-бугристых эоловых песчаных равнин, местами с незакрепленными песками с полынными, нередко с кустарниками сообществами, широко распространенными в Волго-Уральском округе Западно-Каспийской провинции.

Страна Туранская равнина отличается развитием пустынных ландшафтов, относящихся в северной ее части к подобласти северных пустынь пустынной равнинной зональной области, а на юге к подобласти южных пустынь (см. рис. 1, Б). В данной стране, особенно в Мангыстауско-Устюртской провинции, господствуют ландшафты возвышенных аридно-денудационных плато, осложненные впадинами с солончаковыми комплексами. Особо выделяется Карынжарыкский округ со сложным сочетанием пустынных ландшафтов песчаных массивов, каменистых останцов и солончаков. На фоне аридно-денудационных плато выделяются невысокие куэсты с полупустынными ландшафтами.

На юге страны в Приморско-Красноводской провинции структура осложняется за счет более четко выраженной яркости рельефа. В Кара-Богаз-Гольском округе доминируют низинные солончаковые ландшафты, сменяющиеся ландшафтами каменистых пустынь аридно-денудационных равнин с участием комплексов песчаных псаммофитных пустынь.

Своеобразен Балханский округ, для которого типична структура высотной поясности, сформированная на низкогорных известняковых куэстах. Здесь пустынные ландшафты сменяются полупустынными, степными и нагорно-ксерофитными комплексами с участками арчевых редколесий.

Небольшую площадь на юге занимает вытянутая вдоль побережья Западно-Туркменская провинция. В ней доминируют низинные пустынные ландшафты песчано-глинистой аллювиально-морской равнины и аллювиально-пролювиальной глинистой подгорной равнины с массивами песков, солончаками и такырами. Здесь высока доля песчаных саксаулово-кустарниковых и злаково-полынных с саксаулом сообществ.

В Крымско-Кавказскую страну (см. рис. 1, В) входит физико-географическая область Большого Кавказа со сложным спектром высотной поясности и Куринская область с господством межгорно-равнинных полупустынных и частично пустынных ландшафтов. Для Восточно-Кавказской провинции характерна смена сухостепных, степных, ксерофитно-лесных, широколиственно-лесных ландшафтов, формирующихся на хребтах северного макросклона Большого Кавказа, сложенных известняками, аргиллитами, песчаниками. Ландшафтная структура Внутренне-Дагестанского округа осложняется наличием межгорных котловин со степными и нагорно-ксерофитными комплексами. В эту провинцию как Приморский и Самур-Дивичинский округа включены прибрежные морские и аллювиально-морские равнины, осложненные местами функционально-динамически связанными с горным обрамлением пролювиальными конусами, с полупустынными, солонцово-солончаковыми и лугово-лесными ландшафтами в дельтах.

Восточно-Высокогорная провинция занимает верхние части осевых хребтов Большого Кавказа. Здесь преобладают луговые и в меньшей степени нивально-гляциальные ландшафты. Склоны разной экспозиции глубоковрезанных долин заняты хвойно-мелколиственными (сосново-березовыми), реже широколиственно-лесными и лугово-степными ландшафтами, а также степными комплексами в котловинах.

В Восточно-Закавказскую провинцию входят ландшафты крутого южного макросклона Большого Кавказа (за исключением высокогорных). Структура высотной поясности представлена сменой полупустынных, степных, аридно-редколесных, ксерофитно-лесных и широколиственно-лесных ландшафтов. Последние наиболее развиты в Шекинском округе (рис. 2(А)). Уникальны аридные редколесья из можжевельника (*Juniperus foetidissima*, *J. polycarpos*), фисташки туполистной (*Pistacia mutica*), сочетающиеся с участками шибляков, полынно-злаковых, ковыльных и бородачевых степей (рис. 2(Б)).

Своеобразной структурой отличается Апшерон-Гобустанский округ с предгорно-низкогорными пустынными, полупустынными и нагорно-ксерофитные ландшафтами, в том числе комплексами грязевых вулканов (рис. 2(В)). Для Куринской физико-географической области типичны полупустынные, степные, местами пустынные и нагорно-ксерофитные ландшафты, интенсивно используемые человеком (рис. 2 (Г)). По долинам рек, в первую очередь Куры развиты тугайные лесные комплексы, по понижениям – чально-луговые, лугово-болотные и солончаковые.

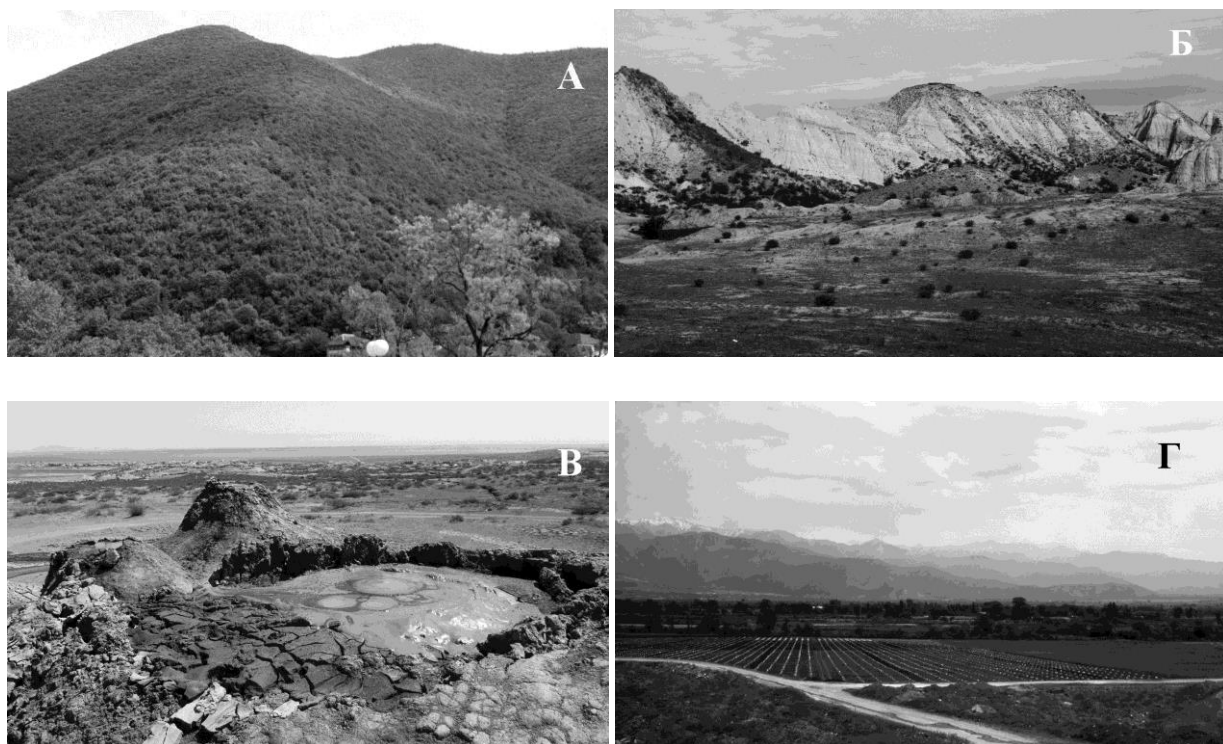


Рис. 2. Ландшафты: эрозионно-денудационных низкогорий с грабово-дубовыми лесами (А), аридно-денудационных низкогорий с шибляком и фриганой (Б), грязевых вулканов (В) и полупустынных окультуренных ландшафтов Кура-Араксинской низменности (Г) (фото автора)

К стране Иранское нагорье относятся территории, расположенные к югу от Каспийского моря. Они характеризуются контрастной структурой со сменой ландшафтов от субтропических влажно-лесных гирканских в северо-западной и северной частях на склонах Талышских гор и Эльбурса до подгорных пустынных в северо-восточной части и среднегорных и котловинных пустынных во внутренних районах Ирана.

В соответствии с ландшафтной структурой в этой стране выделены 3 физико-географические области – Талыш-Эльбурская, Северо-Западно-Иранская и Атрекская. В Талыш-Эльбурскую область включены Талышские горы, Эльбурс и прилегающие к ним Ленкоранская и Южно-Прикаспийская низменности. Эта область характеризуется наиболее сложной и контрастной структурой высотной пояности. Здесь сменяются влажно-лесные гирканские, широколиственно-лесные, лугово-степные и луговые ландшафты на северных склонах хребтов и пустынные, аридно-редколесные и степные на южных склонах.

Уникальны ландшафты влажно-лесных гирканских лесов. До высоты 600 м в них произрастают леса из реликтового железного дерева (*Parrotia persica*) с редким подлеском, участки которого сохранились преимущественно на заповедных территориях и то нередко в обедненном виде. Выше они сменяются широколиственными лесами с участием реликтовых и эндемичных видов – дуба каштанолистного (*Quercus castaneifolia*) клена (*Acer velutinum*), альбиции ленкоранской (*Albizia julibrissin*), дзельквы гирканской (*Zelkova hyrcana*) и некоторых других. В широколиственно-лесных ландшафтах доминируют дубовые (*Quercus macranthera*, *Carpinus betulus*), буковые и грабово-буковые леса (*Fagus orientalis*, *Carpinus caucasica*) [12].

Следует отметить, что Талыш-Ленкоранская область, показанная ранее на карте [19] как часть Крымско-Кавказской страны была отнесена к стране Иранского нагорья на основании тектонических и ландшафтных особенностей. Также в эту страну вошла и Атрекская область, выделяемая ранее в Среднеазиатской равнинной стране.

В Северо-Западно-Иранской области преобладают аридные и семиаридные ландшафты – предгорные полупустынные, низкогорные степные и нагорно-ксерофитные, среднегорные ксерофитно-кустарниковые и аридно-редколесные с фрагментами широколиственно-лесных. Небольшие площади занимают высокогорные луговые и нивальные вулканические ландшафты в Себеланском округе. Для области Внутреннего Ирана с широким развитием горных котловин типичны пустынные (полынные) и полупустынные ландшафты, а также сухостепные и местами аридно-редколесные в структуре высотной пояности окаймляющих средневысотных гор.

Заключение

Ландшафтная карта и составленная на ее основе карта ФГР отражают неоднородную пространственную структуру Каспийского региона. Наиболее сложная ландшафтная структура типична для горных ФГ стран, особенно области Большого Кавказа. Высокая контрастность структуры отмечена в Талыш-Эльбурской области Иранского нагорья, где сочетаются ландшафты субтропических влажных лесов, ксерофитных лесов и пустынь. Созданные карты могут служить основой для подготовки прикладных карт, в том числе рекомендаций по рациональному природопользованию.

Литература

- [1] Атлас Республики Дагестан (1999). Махачкала.
- [2] Атлас Азербайджанской ССР (1963). Баку-Москва. ГУГК.
- [3] Беликович А.В. Аридная растительность Ирана (2012). [Электронный ресурс: <http://ukhtoma.ru/geobotany/asia08.htm>].
- [4] Беручашвили Н.Л. Объяснительная записка к ландшафтной карте Кавказа (1980). Тбилиси: Изд-во Тбил. ун-та, 54 с.
- [5] Беручашвили Н.Л. Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты (1995). Тбилиси, 314 с.
- [6] Геоморфологическая карта СССР. Масштаб 1 : 4 000 000 (1989). М.: ГУГК.
- [7] Гвоздецкий Н.А. Ландшафтная карта и схема физико-географического районирования Закавказья (1972). В книге: Ландшафтное картографирование и физико-географическое районирование горных областей. М.: Изд-во Моск. ун-та, с. 97-118.
- [8] Ландшафтная карта Кавказа. 1 : 1 000 000 (1979). Сост. Н.Л. Беручашвили. Тбилиси: Изд-во Тбил. ун-та.
- [9] Ландшафтная карта СССР. 1 : 4 000 000 (1988). Под. ред. А.Г. Исаченко. М.: ГУГК.

- [10] Ландшафтная карта Азербайджанской ССР. Масштаб 1 :1 600000 (1975). Под ред. Н.А. Гвоздецкого и Н.Ш. Ширинова. ГУГК, 1975.
- [11] Национальный атлас Республики Казахстан (2006). Т. 1, 2. Алматы.
- [12] Недялков С.Т. Лесная растительность в Прикаспийской области Ирана. (1974). Труды Тбилисского Ин-та леса. 1974. Т.2, с. 47-61.
- [13] Почвенная карта Российской Федерации и сопредельных государств. Масштаб 1: 4000000 (1995). Под ред. М.А. Глазовской. М.: Роскартография.
- [14] Растительность Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). Масштаб 1 : 2 500 000 (1995). Санкт-Петербург.
- [15] Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря (1997). М.: Изд-во МГУ, 266 с.
- [16] Свиточ А.А., Янина Т.А. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря (1997). М.: РАСХН, 267 с.
- [17] Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления (2013). Под ред. В.Н. Михайлова. М.: ГЕОС. 703 с.
- [18] Физико-географическое районирование СССР. 1: 8 000 000 (1986). Под. ред. Н.А. Гвоздецкого и Г. С. Самойловой. М.: ГУГК.
- [19] Физико-географическое районирование СССР (1968). Под ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: Изд-во Моск. ун-та, 576 с.
- [20] Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция (2012). М.: МГУ, 264 с.
- [21] Экологический атлас Азербайджанской республики (2010). Под ред. Б.А. Будагова. Баку.
- [22] Tregubov V., Mobayen S. Map of the Natural Vegetation of Iran (1: 2 500000) with Explanatory Guide (1970). Fac. of For. Univ. of Tehran, Iran.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ПОЛУОСТРОВА АБРАУ

Петрушина Марина¹, Макалова Полина^{1,2}, Папунов Валерий³

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Оперативный центр "Международного института океана", Москва, Россия

e-mail: ¹mnpetrushina@mail.ru ²polina-makalova@yandex.ru ³papunov@mail.ru

Абстракт

В статье дана характеристика ландшафтной структуры береговой зоны полуострова Абрау Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа. (Черноморское побережье Кавказа). На основе крупномасштабного картографирования и профилирования с использованием батиметрической съемки и подводных работ, анализа дистанционного материала высокого разрешения (Landsat, Quickbird) выявлены особенности структуры наземных и донных природных комплексов (ДПК) морских участков заповедника «Утриш» и прилегающих территорий полуострова. По характеру слагающих пород и рельефу, связанному в первую очередь с воздействием волновой активности выделены 4 основных типа берега (абразионный скальный, аккумулятивный, денудационный и абразионный оползневые), вдоль которых формируется своя структура донных природных комплексов. Это позволяет использовать визуально тип берега в качестве индикатора структуры донных природных комплексов. Наиболее простая структура ДПК формируется вдоль абразионного скального и аккумулятивного типов берега, наиболее сложная и мозаичная на контрастном рельефе подводного берегового склона у денудационного оползневого типа берега. Выявлены основные закономерности изменения структуры и фитомассы альгоценозов при удалении от береговой линии вглубь моря.

Ключевые слова. Береговая зона, донные природные комплексы, ландшафтная структура, полуостров Абрау, заповедник «Утриш»

Введение

Береговая зона – один из сложных и динамичных природных комплексов, который включает природно-территориальные комплексы (ПТК) суши и сопредельные донные природные комплексы (ДПК), формирующиеся на подводном береговом склоне. В береговой зоне наиболее активно проявляется взаимное влияние природных процессов, протекающих на суше (разрушение и миграция твердого материала, водных масс) и в море, в первую очередь волновой деятельности, приводящих к формированию специфических комплексов [22, 17, 6, 21]. Отмечается также интенсивное влияние ветра и аэральный перенос вещества, в том числе солей и загрязнителей. Наиболее ярко влияние наземных комплексов на подводные проявляется при смене слагающих берег пород, что, обычно сказывается и на изменении донных отложений и рельефа. Это в свою очередь приводит к формированию разных сочетаний ДПК, что позволяет предположить возможность индикации их структуры по типу прилегающего берега. Под ДПК понимается относительно однородный участок дна, характеризующийся единством взаимосвязанных компонентов: литогенной основы (донных осадков в пределах активного слоя или поверхности коренной породы), придонной водной массы и населяющих их морских организмов [11].

Береговая зона всегда привлекала внимание исследователей, однако, большинство работ посвящено изучению наземных ПТК и их компонентов. Подводным ландшафтам уделялось меньшее внимание в связи с неоднозначностью их выделения и трудоемкостью проведения полевых исследований [5, 10, 2, 12, 25]. Большой вклад в становление морского

ландшафтоведения внес К.М. Петров [15, 16, 18], разработавший основные понятия этого направления и предложивший иерархию подводных ландшафтов, которую использует большинство исследователей [24, 14 и др.].

Цель данного исследования – выявление взаимосвязи наземных и подводных ландшафтов и особенностей структуры береговой зоны полуострова Абрау, расположенного в северо-западной части Черноморского побережья Кавказа между Анапой и Новороссийском. Разнообразие типов берегов, представленных на небольшом отрезке береговой линии, делает этот район удобным для исследования ландшафтной структуры береговой зоны и особенностей формирования в ее пределах ДПК, которые здесь слабо изучены. Кроме этого, в 2010 году здесь был образован Государственный природный заповедник «Утриш» для охраны уникальных субсредиземноморских ландшафтов Черноморского побережья России, в состав которого вошли 2 морских участка, которые ранее не исследовались [3, 26].

Район и методы исследования

Основными объектами изучения стали ландшафты береговой зоны заповедника «Утриш» и прилегающей к нему территории полуострова Абрау (рис. 1). Рельеф полуострова представлен приморскими низкоргорными хребтами, сложенными мел-палеогеновым флишем с чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников, реже мергелистых известняков. Хребты расчленены узкими долинами водотоков (щелями) на ряд второстепенных гряд. Водотоки, в основном пересыхающие в летний период, выносят небольшой объем рыхлого материала в береговую зону, что лимитирует здесь образование аккумулятивных типов берега. Особенность территории – широкое развитие разновозрастных сейсмогравитационных форм рельефа, осложняющих преимущественно южные склоны гряд, и часто спускающихся в береговую зону [8,3].



Рис. 1. Район исследования

Климат района переходный от умеренного континентального к средиземноморскому с сухим летом и влажным холодным периодом. Средняя температура воздуха на побережье составляет 2.6°C зимой и 23.7°C летом, понижаясь вглубь суши с изменением высоты. Среднее количество осадков сокращается от 800 мм на побережье до 550 мм по мере удаления от него [23]. Для района характерны сильные ветры, особенно северо-восточного направления (бора), которые наряду со средиземноморскими циклонами, играют важную роль в формировании штормовых волнений.

Средняя температура поверхностного слоя воды Черного моря составляет 15.7°C. Соленость воды у побережья достигает 16‰, увеличиваясь вглубь моря до 18‰, что обуславливает произрастание определенных видов водорослей на дне моря [7, 20].

Для приморской части типичны субсредиземноморские ландшафты, которые занимают преимущественно южные склоны хребтов до высоты 150-200 м [1, 27]. Здесь произрастают фисташковые (*Pistacia mutica*), фисташково-можжевеловые и можжевеловые (*Juniperus excelsa*, *J. foetidissima*, *J. oxycedrus*) леса и редколесья с высоким биоразнообразием, в том числе со средиземноморскими видами растений (*Ruscus ponticus*, *Jasminum fruticans*, *Cotinus coggygria* и др.) на коричневых почвах [4, 9, 27]. В западной части заповедника на побережье встречаются рощи сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa*). Эти средиземноморские сообщества занимают самый северо-восточный ареал в Средиземноморье. Значительные площади приходятся на пушистодубовые (*Quercus pubescens*) и пушистодубово-грабинниковые (*Carpinus orientalis*) сообщества, чаще вторичного генезиса. Выше 300 м они сменяются мезофитными скальнодубовыми (*Quercus petraea*), грабово-скальнодубовыми (*Carpinus betulus*) с липой (*Tilia begoniifolia*), кленом (*Acer campestre*, *A. laetum*), местами с буком (*Fagus orientalis*) лесами на буроземных почвах [13].

Основными методами исследования стали крупномасштабное полевое ландшафтное профилирование и картографирование, в том числе, с использованием батиметрической съемки и водолазных работ. Через береговую зону были заложены 11 профилей, протягивающихся поперек береговой линии на расстояние до 250 м в сторону моря и не менее 200 м вглубь суши. На профилях проводились комплексные описания площадок с шагом в 5 м, между которыми делались записи по маршруту. На отдельных участках описание ДПК велось непрерывно. Непосредственно в береговой зоне на суше обычно при отсутствии или очень разреженной растительности детальнее описывался рельеф (высота, ширина, уклон поверхности) и слагающие его отложения – их литологический и механический состав (размер преобладающих частиц, класс окатанности). За ее пределами в зоне аэрального воздействия особое внимание уделялось структуре и состоянию растительности. На некоторых точках отбирались образцы на определение фитомассы и зольности растений, под водой – состава и фитомассы альгоценозов, которые изменяются в зависимости от глубины моря, характера рельефа и отложений. На точках велась фотосъемка, под водой она была дополнена видеосъемкой.

Результаты и обсуждение

В районе исследования по преобладающему процессу формирования береговой линии и характеру слагающих берег пород выявлены основные четыре типа берегов со своей структурой наземных и подводных комплексов – абразионные скальные (флишевые), аккумулятивные, абразионные оползневые и денудационные оползневые (рис. 2, табл. 1).

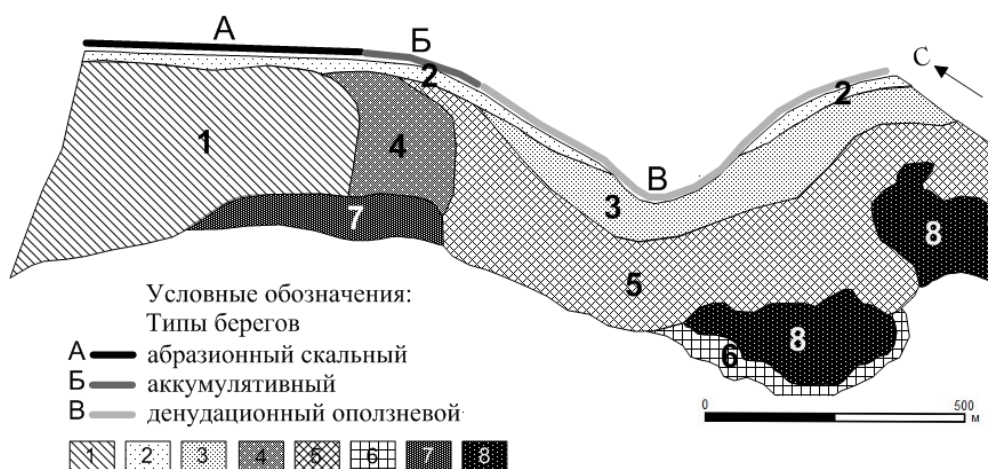


Рис. 2. Ландшафтная структура береговой зоны одного из морских участков заповедника "Утриш"

Таблица 1.

Легенда к рис. 2.

Бенч		Отмостка				Равнина	
		Склоны, град.				Субгоризонтальная	
		<15		>15			
Отложения							
Скальная платформа	Мелкая галька	Средняя галька	Крупная галька, валун	Крупный валун, глыбы	Крупный валун, глыбы	Мелко-зернистый песок	Крупно-зернистый песок с ракушкой
Глубина, м							
1-17	0-2	2-10	0-5	5-12	12-19	>17	19-20
Доминирующие виды водорослей							
Cystoseira barbata, Codium vermilara	Padina pavonica	Cystoseira barbata, C. crinita, Cladostephus spongiosus	Cystoseira barbata, C. crinita, Codium vermilara	Cystoseira spp., Corallina mediterranea, Phyllophora nervosa, Codium vermilara	Phyllophora nervosa, Codium vermilara	-	-
Номера ДПК							
1	2	3	4	5	6	7	8

Для абразионного скального типа берега характерны крутые, местами отвесные склоны приморских гряд, клифы. В нижних частях они осложнены небольшими волноприбойными нишами и абразионными уступами. Пологонаклонные пласты флиша, слагающие берег, нередко падают к морю и образуют неровный рельеф на суше и ступенчатый бенч в подводной части (рис. 3). Обычно на таком типе берега нет растительности в нижних частях склонов; разреженный травостой, местами с отдельными кустарниками и единичными низкими деревьями появляется вне зоны воздействия морских волн. Встречаются жабрица понтийская, мачок желтый, бурачок волосистый, выше по склону – сумах дубильный, на пологих ступенях, образованных пластами флиша – можжевельник, реже фисташка туполистная. Вдоль абразионного скального типа берега дно моря сложено плоскими пологонаклонными слоями флиша, образующими выровненную поверхность, часто с хорошо выраженным асимметричным профилем. Этот рельеф занимает до 67% площади дна у этого типа берега. Для ДПК характерна достаточно простая горизонтальная структура, связанная с относительно монотонным рельефом (см. рис. 2, табл. 1). Аккумулятивные берега, которые характеризуются большим объемом рыхлых отложений, приурочены к устьям щелей и лагунам. Они представлены пляжами и косами, отделяющими от моря лагуны шириной до 40-50 м (рис. 3).



Рис. 3. Аккумулятивный тип берега в районе лагун

На них формируется более разнообразная растительность, в распределении которой отмечается своеобразная полосчатость, обусловленная высотой валов, механическим составом отложений, степенью их засоления. Здесь обычны мачок желтый, солянка черноморская, катран приморский, лебеда распростертая и др. Однако, учитывая интенсивное использование данного типа берега для рекреации, во многих местах растительность сильно нарушена и разрежена. У аккумулятивного типа берега ДПК формируются преимущественно на галечниках.

В связи с достаточно простой литогенной основой для этого типа берега, также как и для абразионного скального типа (рис. 4.), характерны незначительные изменения альгоценозов, четкая смена которых наблюдается в прирезовой части из-за сильного воздействия волн.



Рис. 4. Абразионный скальный тип берега

Всего по профилю выделяется по два донных комплекса ранга урочища с простой фациальной структурой, изменяющейся с глубиной. На глубине 10-15 м скальная плита в случае скального типа берега и галечники, если аккумулятивный тип берега, обычно сменяется песчаным субстратом без растительности. (ДПК 7) (см. рис. 2).

Абразионный оползневой тип берега формируется в местах выхода к морю оползневых тел, обычно высотой не более 15–20 м (рис. 5).



Рис. 5. Абразионный оползневой тип берега

Для них характерны склоны разной крутизны, чаще крутые, сложенные разнообломочными отложениями. Вдоль данного типа берега формируются обширные мелководья, сложенные оползневой массой различного литологического и механического состава, из состава которого вымыта мелкая песчано-глинистая фракция. Морское дно здесь представлено валунно-глыбовым полем.

Денудационные оползневые берега также крутосклонны и часто прорезаны эрозионными ложбинами, которые заканчиваются небольшими пролювиальными конусами (рис. 6). В нижних частях берега осложнены делювиально-осыпными шлейфами, обвальными конусами.



Рис. 6. Денудационный оползневой тип берега

Для этих берегов типично фрагментарное развитие растительности, преимущественно в их средних частях. Это связано с более активным разрушением склонов в верхних частях и постоянным накоплением материала в нижних. Периодические срывы и сползание дернины с верхних частей склона приводит к сокращению площади ПТК, формирующихся на основной поверхности сейсмооползней. Это обычно фисташково-можжевельниковые низкие леса и редколесья, местами с сосной пицундской. На склонах встречаются отдельные низкие кусты сумаха дубильного, катрана коктебельского, ластовеня острого и некоторые другие виды. Для узкого пляжа, образующегося вдоль денудационного берега типичны скопления крупных глыб песчаника и щебня аргиллитов. Структура донных комплексов у денудационного оползневого типа берега сложнее и мозаичнее, т. к. его подводная часть сформирована бугристым телом сейсмооползня. Следствием этого являются значительные перепады рельефа дна (до 18-20 м) и неоднородность механического состава отложений, что отражается на распределении водорослей. Здесь выделяется пять ДПК с достаточно пестрой фациальной структурой.

Кроме изменения ДПК у разных типов берегов отмечается их смена при продвижении вглубь моря (рис. 4, 7). Она проявляется преимущественно в характеристиках сообществ макрофитобентоса. Было отмечено формирование 4 основных фитоценозов. В приурезовой части (до 0,5 м) произрастают приземистые, способные выдержать сильную волновую нагрузку и частое перемещение материала виды, в частности альгоценоз *Padina pavonica*. Он обладает малой фитомассой и невысоким проективным покрытием (до 25%). До глубины около 12 м доминирует альгоценоз *Cystoseira barbata+C. crinita*. На исследуемом участке флористический состав данного фитоценоза наиболее разнообразен из всех представленных, а фитомасса (от 490 до 2980 г/м²) – наибольшая. Виды, составляющие этот альгоценоз, произрастают в хороших условиях аэрации (из-за активного перемешивания вод) и освещенности на слабо динамичных грунтах, именно поэтому фитомасса и проективное покрытие (до 100%) здесь наибольшие. Цистозировый фитоценоз формирует основной аспект донной растительности в северо-

восточном гидрботаническом районе и приручен к глубинам от 0,5 до 13 (16) м. Встречен на всех профилях на глубинах до 13 м, на расстоянии до 300 м от береговой линии на скалистых поверхностях.

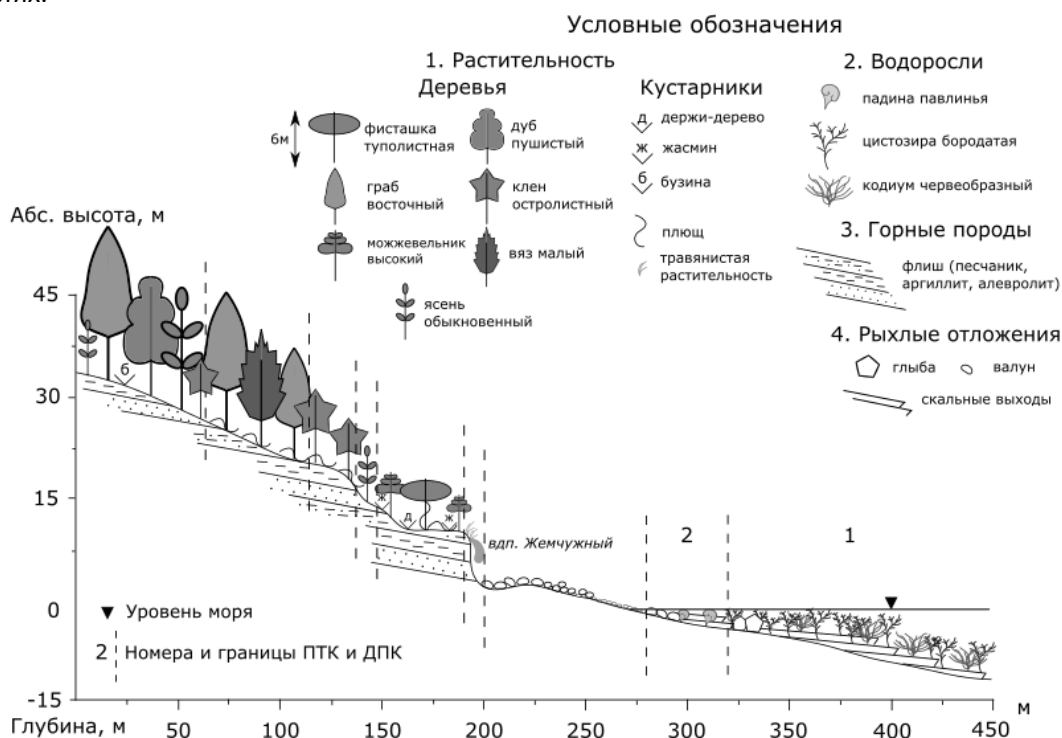


Рис. 7. Ландшафтный профиль № 1 через береговую зону в районе Водопадной щели

Глубже (от 10 до 17 м), несмотря на слабую волновую активность, сказывается недостаток освещенности. В сформированном здесь альгоценозе *Codium vermilara* фитомасса (в среднем 200 г/м^2) и проективное покрытие вновь снижаются. На глубине более 17 м произрастает монодоминантный альгоценоз из *Phyllophora crispa*. Фитомасса его очень низкая (в среднем менее 24 г/м^2), проективное покрытие не превышает 40%. За пределами береговой зоны все четко выделяющиеся ДПК переходят в обширное песчаное поле без растительности, кроме участка, перекрытого телом сейсмооползня, уходящего в море на 2 км. Средняя фитомасса водорослей-макрофитов в районе исследования составила 1590 г/м^2 , максимальные значения – до 2980 г/м^2 . Наибольшие средние фитомассы на обследованных площадках отмечены на глубине около 5 м, на больших глубинах (начиная с 7,5 м) наблюдается снижение средней фитомассы.

Вглубь суши за границами непосредственно береговой зоны также изменяются ландшафты и их компоненты, в первую очередь растительность (см. рис. 7). Это проявляется не только в смене сообществ, но и в высоте и форме древостоя и кустарников. По мере удаления от моря с ослаблением ветровой активности и импульверизации солей увеличивается высота древостоя (от 1-2 м до 14-16 м) и кустарников (от 0,2-0,5 м до 1,5-3 м), изменяется их форма – от стелющейся и флагообразной до нормальной. Так, граб восточный часто имеет кустарниковую форму и образует густые низкие заросли, на удалении от моря он одноствольный с более высоким коэффициентом стройности. Для можжевельников около моря часто характерна флагообразная форма кроны с укороченными ветвями со стороны моря. Кроме этого, концентрация натрия, магния и хлора увеличивается в растениях, почвах и водах вблизи моря, что было отмечено в наших предыдущих исследованиях [19]. В растениях и почвах содержание ионов Cl превышает содержание ионов Na, но их соотношение немного ниже, чем в почвах (в 2-7

раз). Для вод исследуемого района также характерно преобладание ионов Cl над ионами Na в 3-6 раз.

Для исследуемого района в пределах заповедника «Утриш» по сочетанию урочищ разных типов берегов выделены два основных вида приморских ландшафтов. В западной части преобладают урочища абразионных скальных, аккумулятивных лагунных и оползневых типов берегов. Особенностью ландшафтной структуры данного ландшафта является наличие урочищ с сосной пицундской. Небольшие площади занимают урочища аккумулятивного типа берега, представленные пляжами (рис. 8).



Рис. 8. Аккумулятивный и денудационный оползневой типы берега

Это связано с тем, что для водотоков характерны приустьевые ступени высотой до 4 м, на некоторых из которых образуются водопады (см. рис. 7). В восточной части заповедника большие площади занимают урочища пляжей, наиболее широкие в местах впадения в море более протяженных водотоков, для которых не типичны приустьевые ступени. Также большие площади занимают урочища абразионных оползневых берегов. В районе пос. М. Утриш здесь выражена серия террас, сложенных сейсмооползневыми отложениями, на которых формируются разные растительные сообщества.

Заключение

Проведенные нами исследования выявили морфогенетическую связь наземной и подводной частей береговой зоны, что дает возможность использовать строение берегов разного типа в качестве индикатора структуры донных природных комплексов. Наиболее простая горизонтальная структура ДПК отмечается у абразионного скального и аккумулятивного типов берегов, вдоль которых формируются подводные береговые склоны с выположенным, относительно монотонным рельефом. Наиболее сложная структура ДПК типична для денудационного оползневого типа берега из-за значительных перепадов рельефа и неоднородности механического состава отложений.

Исследования подтвердили большую роль в формировании альгоценозов донного рельефа как интегрирующего фактора гидродинамических условий, характера донных отложений и освещенности, которое было выявлено ранее для северо-западной части Черноморского Кавказа [20].

Литература

- [1] Беручашвили Н.Л. (1995). Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты. Тбилиси. 314 с.
- [2] Географические исследования морских побережий. (1998). Сб. статей, Владивосток, 158 с.
- [3] Государственный природный заповедник «Утриш». Атлас. (2013). Научные труды. Том 2. Анапа, 88 с.

- [4] Гребенщиков О.С., Шанина А.А., Белоновская Е.А. (1990). Леса крайней западной части Большого Кавказа. В кн.: Биота экосистем Большого Кавказа. М.: Наука, с. 63-83.
- [5] Гурьянова Е.Ф. (1959). Теоретические основы составления карт подводных ландшафтов. В кн.: Вопросы биостратиграфии континентальных толщ. Труды III сессии Всесоюзного палеонтологического общества. М.: Госгеолтехиздат, с. 35-48.
- [6] Дроздов А.В. (1985). Акваториально-территориальные природные системы: физико-географический подход. Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 6, с. 70–81.
- [7] Калугина-Гутник А.А. (1975). Фитобентос Черного моря. Киев: Изд-во «Наукова думка», 247 с.
- [8] Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря (2002). М.: Наука. 476 с.
- [9] Литвинская С. А. (2004). Растительность Черноморского побережья России (Средиземноморский анклав). Краснодар, 118 с.
- [10] Лымарев В.И. (1967). О применении ландшафтно-зонального метода к районированию побережий. Тезисы докладов XII науч. конф. ДВГУ, с. 133-136.
- [11] Мануйлов В.А. (1982). Изучение донных комплексов верхнего шельфа залива Петра Великого (для размещения хозяйств марикультуры). Вестник МГУ. Сер. Геогр. № 1, с. 48-52.
- [12] Митина Н.Н. (2005). Геоэкологические исследования ландшафтов морских мелководий. М.: Наука, 197 с.
- [13] Огуреева Г.Н. (2012). Ценотическое разнообразие растительного покрова северного макросклона хребта Навагир. В кн. Биоразнообразие государственного природного заповедника «Утриш». Научные труды. Т. 1, с. 77-89.
- [14] Папунов Д.В. (2006). Структура и динамика подводных ландшафтов береговой зоны Черного моря в условиях обвально-оползневого типа берега. Труды ИПГ. Москва, с. 29-33.
- [15] Петров К.М. (1960). Подводная растительность черноморского побережья Северного Кавказа и Таманского полуострова. I Вестн. Ленинград. ун-та. № 18. Сер. геол. и геогр., вып. 3, с. 124-143.
- [16] Петров К. М. (1961). Подводная растительность черноморского побережья Северного Кавказа и Таманского полуострова. II. Вестн. Ленинград. ун-та. № 12. Сер. геол. и геогр., вып. 2, с. 116-134.
- [17] Петров К.М. (1971). Береговая зона моря как ландшафтная система. Известия Всесоюзного географического общества. Т. 103, вып. 5, с. 391-396.
- [18] Петров К.М. (1989). Подводные ландшафты: теория, методы исследования. Л.: Наука. 124 с.
- [19] Петрушина М.Н. (2000). Геохимические особенности полуострова Абрау // Природа полуострова Абрау (ландшафты, растительность и животное население). М.: географический факультет МГУ, с. 72-79.
- [20] Симакова У.В. (2009). Влияние рельефа дна на сообщества цистозирры Северо-Кавказского побережья Черного моря. Океанология, т. 49, № 5, с. 672-680.
- [21] Скребец Г.Н., Агаркова-Лях И.В. (2009). В кн.: Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: монография. Научный редактор Е.А. Позаченюк. Симферополь, Бизнес-Информ, с. 63-78.
- [22] Солнцев Н.А. (1969). О природных аквальных комплексах Мирового океана. Вестник Моск. ун-та, №3, с. 20-26.
- [23] Ткаченко Ю.Ю., Денисов В.И. (2013). Климат. В кн. Государственный природный заповедник «Утриш». Атлас. Научные труды. Том 2. Анапа, с. 32-37.
- [24] Чернобровкина Е.И. (1985). Опыт классификации морских ландшафтов. Географические аспекты изучения Мирового океана. Тезисы докл. секции III, VIII съезда Географического о-ва СССР. Киев: Географическое общество СССР, с. 5-7.
- [25] Chappuis E., Gacia E., Ballesteros E. (2014). Environmental factors explaining the distribution and diversity of vascular aquatic macrophytes in a highly heterogeneous Mediterranean region. Aquatic Botany, vol. 113, p. 72-82.
- [26] Ogureeva G., Suslova E., Leontyeva O., Petrushina, M. (2013). Justification for creation of the “Utrish” reserve. In: Ozhan, E. (Ed.), Proceedings of EMECS 10 MEDCOAST 2013 Joint Conference, 30 Oct.–03 Nov., Marmaris, Turkey, p. 309–319.
- [27] Petrushina M.N. (2003). Landscape mapping of the Russian Black Sea coast. Marine Pollution Bulletin, 47 (1–6), p. 187–192.

GEOGRAPHIC AND LANDSCAPE STUDIES WITH MODERN TOOLS IN MOUNTAINOUS COUNTRIES

Hovhannisyan Varduhi

Assistant, lecturer at the Chair of Geography and its Teaching Methods, Geography Department at the Faculty of Biology, Chemistry and Geography of ASPU after Kh. Abovyan, Armenia

e-mail: vardh@mail.ru

The issues of interactions between nature and human have always interested geographers. Humans are part of nature, and a necessary condition for their existence lies in continuous exchange/metabolism of substances with natural environment. According to V. V. Dokuchaev, "Estimation and study of earth system parameters should be conducted thoroughly and comprehensively, which is one of the main problems of applied landscapology." The Republic of Armenia (RA) is a member of European Landscape Convention since 2003, which aims to encourage landscape protection and improvement. The system of ecological education and nurture is a component of the universal educational system in the Republic of Armenia. In the higher education circle of the educational system of RA, geographers of the Pedagogical University persistently organize various works during the conduct of theoretical and practical classes, field research works, ecotourism courses, etc. Practical exercises carried out with students in field conditions have a unique role in those works. Below is introduced and discussed the field research works carried out in July 2016 in the area of Aghavnadzor county, valley of river Marmarik in Kotayq region in Armenia, in the context of landscape profile. After collecting theoretical and informational materials we moved to the planned first station situated on the right bank of river Marmarik, 1484 meters above sea level, on the base of Tsaghkunyats Mountains. Students, who had been divided between groups, made corresponding measurements for air, soil, temperature, relative humidity, wind speed and direction through a measure tape by climbing every 50 meters through Tsaghkunyats Mountains. At each station, the cut of soil profile was determined, too. The rise went up to 1800 meters high. Observations were made also for plants on lower, middle and upper layers of mountain forest vegetation. For example, eastern campanula not only changed its color with height, but also was more often found per 1 sq. meter and was taller.

Geographers are aware that the base and finish for physical geography studies is drawing a landscape profile for a given area. Fascial analysis is an important component of drawing a landscape profile, and has two stages: Lithological, Biological. Doing landscape research in mountainous countries requires certain preparedness, possession and application of theoretical and practical skills.

In order to create a landscape profile appropriate works were done in the left coastal section of the river Marmarik valley. Moving towards Pambak Fold Mountains we performed the following according to the plan made in advance:

1. Selection and marking of the route line in place
2. Selection of key spots in coexistence of monitoring and design of geobotics description on them, and study of the soil profile
3. Explorations in various floral coexistences and selection of soil monoliths in various positions,
4. Landscape profiles can be placed in different water pool sections: exploration of biota of water pools adjacent to the landscape profile
5. Consideration of suggestions about creating a landscape profile.

Climbing up the Pambak Mountains up to 2750 meters above sea level (Mariam peak) we worked with similar scheme as for Tsaghkunyats Mountains. The differences were significant in terms of mount slope positions, soil-floral coverage and landscape areas.

Pambak Mountains are covered with mountain steppe vegetation, and not by mountain forest one. Therefore, the slope processes, fluvial shapes of landforms, gulches, grooves and ravines are plenty and clearly expressed here. So, we studied the natural territorial complex of the area and clarified the causes of landscape differentiation. Methods of complex analysis of the interrelations between components inside the natural territorial complex were carried out. The natural territorial complex and its anthropogenic modifications were identified during the research and subsequent compilation of landscape profiles. We have defined appropriate routes in river Marmarik valley: On these routes, as well as during office work, we solved the following tasks:

1. Introduction to the basics of landscape studies and methods of field landscape research,
 2. Master the practical skills of describing the physical and geographical facies and identify the internal relationships between the components that form the fascia.
 3. Organization of works on landscape profiling through the most characteristic, rare and unique natural territorial complexes.
 4. Study of anthropogenic territorial complexes available for investigation and their modifications by describing the facies and landscape profiling.
 5. Drawing up a systematic list of studied territorial complexes – separately natural and anthropogenically transformed.
 6. Large-scale landscape mapping of the study area.
 7. Development of recommendations for the proper organization of recreational and economic activities, taking into account the local natural situation and the mosaic structure of its constituent parts.
- In practice, in landscape studies in the process of complex studies, we have learned to distinguish facies and other natural territorial complex and give their names.

Below are the drawings of some plants that were identified during the study of landscapes. During the performance of these works, too, the geographer students used the above-mentioned tools, recorded the observations, took samples of soils and plants, mountain rocks, insects and butterflies. The following tools have been provided by the Scientific and educational laboratory after L. Valesyan of Geography department at ASPU after Kh. Abovyan.



Fig 1. Digital compass, weather station, altimeter

This multifunctional device has a built-in altimeter, a digital compass, a thermometer, a barometer, a symbolic weather forecast, a clock, an alarm clock.

Geological compass. The geological compass is intended for an approximate determination of the elements of occurrence of rock formation outcrops, orientation on the terrain, the laying of survey routes, sighting and other work in the field. **Digital electronic thermometer with probe.** The thermometer has a digital screen showing the temperature of the soil/water after inserting the metal platinum edge into the soil/water. **Anemometer with integrated impeller.** Compact anemometer (air

flow meter) with built-in impeller serves for measuring flow velocity, volume flow and air temperature. The volume flow rate, flow direction and temperature is displayed directly on the screen.



Picture 1. Field work on the right coast of river Marmarik, on Tsaghkunyats Mountain foot (Kotayk region, RA)



Picture 2. Field work with a digital multifunctional altimeter

These tools have also been used by the master degree students of our university during the studies in Sarnaghbyur and Mantash reservoirs and surrounding landscapes of Shirak Region of Armenia.

We think that those who have geographic education are able to adapt to changing needs of tourism and recreation in a best way. Tourism itself, with its different types, can have a positive impact on the development of the geographic science in a unique way. Therefore, the young geographers in the mountainous regions of the RA conduct different physical-geographic, social-economic and homeland research works.

Thus, our educational and research work in the field showed that in landscape studies in mountainous countries, the efficiency of the work is higher due to laboratory tools. At the same time, we must state the fact that a modern student and a master student must possess and easily utilize modern technology tools.

References

1. Authors' collective (2006), *The Nature of Armenia Encyclopedia*. Armenian Encyclopedia publishing, Yerevan, RA,
2. Kasimov, N. S., (2009), *Tourism and Recreation: Fundamental and Practical Research*. Collection of international conference publication, Moscow cultural dialogue publishing, Russia,
3. Isachenko, A. G., (1991), *Landscapeology And Geographic Zoning*, Vishaya Shkola publishing, Moscow, Russia.

SUSTAINABLE TOURISM AS A FORM OF ORGANIZATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Muradyan Yurik¹ , Matosyan Marine² , Muradyan Marieta³

¹ Professor of the Department of Geography and Methods of ASPU

^{2,3} Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography and Methods of Teaching Armenian State Pedagogical University (ASPU), **Armenia**

e-mail: ¹muradyan.yurik@mail.ru, ²marinematosyan@mail.ru, ³maramuradyan@gmail.com

Summary

The problem of environmental management has become one of the most topical and important problems facing humanity. It is quite difficult to simultaneously maintain the rates of economic growth and minimize the negative consequences of anthropogenic impact on nature. The goal of introducing environmental management is to minimize the negative impact of tourism on the environment.

The environmental strategy serves as a basis for setting specific environmental goals and objectives, developing environmental protection programs. At the same time, the environmental strategy should cover all aspects of tourism. It is about creating an environmental management system.

The development of activities in the field of environmental management will also largely be determined by the ability and ability of management and specialists to actively use the results obtained.

Key words: Environmental management, sustainable development, sustainable tourism, Indirect management, direct management

As it is widely known the rapid growth of population, speed industrialization of economy, high level of globalization, etc. have brought big challenges (environmental pollution, increase of greenhouse effect, climate change, loss of biodiversity, land degradation, loss of national identity of small nations, big gap between developed and poor countries, disparity in the social sphere, poverty etc.) for Society, which can be solved only by joint efforts of all World's Community.

The socio-economic system of any region is a complex education. It consists of interrelated elements of natural, socio-economic, industrial, demographic and political nature. Each of these elements is very dynamic, like as well as the relationship between them. Therefore, one can speak of the competitiveness of the region only if the region / reserves and progressively develops its essential features (industrial, economic and organizational structure, characteristics of the natural environment, the level of life support of the population, etc.), for a sufficiently long time in other words, is in a state of sustainable development.

Environmentally. Negative impacts from tourism occur, when the level of visitor use is greater than the environment's ability to cope with this use within the acceptable limits of change. Uncontrolled conventional tourism poses potential threats to many natural areas around the world. It can put enormous pressure on the area and lead to such consequences as soil erosion, increased pollution, discharges into the sea, natural habitat loss, increased pressure on endangered species and heightened vulnerability to forest fires.

Tourism is an industry that widely uses a sufficiently large number of different types of resources in spite of its close relationship with nature and environmental demands. Therefore, the rapid development, which is described by the high numerical results, should include the indicators of the increase in consumed resources and ejected waste. In addition, an important issue is the expansion of the territories used to create a tourist infrastructure [1]. On the one hand, the low-use crops are involved, old-industrial and farm-degraded lands are reclaimed , but on the other hand, the forests are

cut down, meadows and arable land are allocated, the coastline is changed in order to build hotels, ski lifts and new roads.

In the absence of proper planning and management, it can lead to socio-economic problems, as well as environmental hazards such as soil erosion and loss of biodiversity.

The following types of negative impact of tourism can be distinguished:

- Pollution by sewage, garbage
- Noise pollution and air transport emissions
- Erosion of the beach due to the removal of dunes and leveling of coastal surfaces
- Excessive use of natural areas (forests, mountain slopes, lakes)
- Destruction of natural areas for the accommodation of tourism objects
- Disruption of natural links in the chain: air, water, land surface and living organisms
- Influence on the culture of local residents
- Loss of historical and architectural heritage
- A one-time increase in population density in places of rest
- Worsening of social and economic tension
- Dissemination of the use of labour of minors

This is only an incomplete set of negative impacts of tourism. Often, the situation can correct or reduce the severity of the problem. Let us consider in more detail what happens as a result of the development of the tourist industry.

The negative impact of tourism today is felt by many developing countries, and especially those that do not have sufficient technical and financial capabilities to restore the resources expended by tourists and to remove their household waste. It is not a secret that the amount of such wastes often exceeds the amount of those that are generated in the daily activities of the entire population of the country that is the objective of tourism. For example, in Nepal, where a type of outdoor activity such as hiking is very popular, every tourist is estimated to burn about 6 kg of wood every day, and this is despite the fact that there is an acute shortage of fuel in the country. In the capital of Egypt, Cairo, a large hotel consumes as much electricity for the year as it is spent by 3,600 households belonging to Egyptians with middle income. In the Caribbean region, the demand for seafood (lobsters and edible mollusks) from tourists is so high that it has become a major factor in increasing the burden on the population[2]. The pursuit of "natural" building materials also often puts this or that natural resource on the brink of extinction.

Many beautiful corners of the planet, not excluding protected areas, have been suffered significantly in the result of the influx of tourists - nature lovers, which is fraught with harmful consequences for the biodiversity of these places.

Tourism, as noted above, also leads to environmental pollution: the discharge of untreated sewage into the waters of rivers and seas, transport emissions containing carbon dioxide and nitrogen oxide, and the production of garbage and other solid waste (for example, cruises ships with tourists in just only the Caribbean annually produce more than 70 thousand tons of waste). The construction of facilities and the development of tourist infrastructure also have a destructive effect on the natural environment. For example, three-quarters of the sand dunes on the Mediterranean coast between Spain and Sicily had virtually ceased to exist mainly in the result of their withdrawal for the construction of facilities designed to serve tourists.

Whether the tourists will be satisfied with the time spent at the resort or not, will depend on a decisive extent on how much the conditions of rest and the level of service will meet the expectations. Since the pristine natural environment is a prerequisite for a pleasant pastime, its preservation becomes an important economic factor for the tourism industry, for those who determine policies in this area, specialists and management of tourism companies acting, both independently and in cooperation with private and public sectors of the economy.

Restrictions and legal acts should be adopted to prevent and minimize damage caused by tourism to biological diversity.

Such measures should include the monitoring of existing actions, assessing the environmental impacts of new tourism projects. Particular attention should be paid to the preservation of unique and vulnerable natural systems, such as small islands, coral reefs and coastal zones.

One local resident can have up to 130 tourists. On the one hand, it stimulates the production of all types of products needed for consumption by tourists, provides for the loading of all services, and on the other hand, it can hinder the normal life of citizens, and in case of changing market conditions and seasonality, cause a surge of unemployment and aggravation of social tension.

The tourism industry is characterized by the high degree of monopoly, which implies the concentration of services and profits in the hands of a small number of international corporations. In many countries, most of the tourist facilities belong to foreign capital. There must be a fair balance between local participants and investors. Local residents, as the main source of labor, should be interested in interesting and well-paid work, and attracted to participation not only at the lowest levels of employment.

The tourism industry is one of the few sectors where developing countries can offer high quality goods on the world market. These countries receive income from tourism, and the vast majority of tourists are coming from the both industrially and economically highly developed countries.

This obvious fact shows that countries that are less burdened with industrial production and have preserved their natural environment, receive an indirect benefit from the economic production of industrially developed countries that have achieved a leading position at the expense of their ecology.

Consequently, the growing globalization of the world economy requires a global responsibility for the preservation and protection of nature. But the development of the tourist industry (oriented almost entirely to export) in developing countries leads to a number of problems. Basically, they affect the cultural and social sphere, and to a lesser extent the natural environment.

Tourism is a powerful agent of social change. International tourism acts as a catalyst for the transition from the traditional way of life to the so-called modern Western forms of society with all its attributes. Accordingly, tourism often brings with it the introduction of new trends in the social sphere. Often they contradict traditional norms existing in this society and there is a conflict with long-term cultural customs. Tourism has become associated with violation of human rights. As a consequence of the development of tourism, the prostitution, alcohol and drug use have been increasing. In addition, according to estimates made by the ILO (International Labor Organization), 3 to 19 million children and adolescents work in the tourism sector[4].

Tourists visiting developing countries from developed countries, often have an incomplete understanding of local characteristics, which leads to a cultural misunderstanding of society, and an increase in tensions.

The tourism industry should support projects taking into account the cultural and other characteristics of the local population and protecting the cultural heritage of nations. Revenues from tourism should be directed to the preservation of historical and cultural monuments, customs, and national traditions. In addition to special requirements for the environment, tourists are often interested in exotic or unique services. Various festivals, national holidays and other events can act as a weighty argument in the fierce competition between countries on the tourism market [1].

For most tourists, the best place to relax is where there is no harmful impact of production facilities and vehicles. Only for a narrow circle of specialists and amateurs-ecologists, primordial nature is associated with such concepts as biodiversity, tropical forests or ecosystems. For most, the benchmark is the environmental norms and practices adopted in various countries, although some deviations are possible under the influence of additional information that they learn on the spot.

The enlightenment of the tourists, the enrichment of their cultural information during the journey, the dissemination of ideas about respect for natural and other attractions is an important factor.

The information given to tourists should include codes of conduct, customs (including features of the kitchen, clothing and mentality), agreed with the local authorities. Examples of environmental thinking and behaviour of tourists in recent years are increasingly encountered, and this is valuable. They can extract the necessary information from catalogues that contain important environmental data on the state of nature and the environment in different tourist areas of the world, on environmental activities conducted by individual hotels under appropriate control in each of the recreation areas. All this information is designed to help tourists choose where to go and which hotel to stay at, having a real idea of what conditions await them. But the successes in the field of environmental protection and care depend on the initiatives of the government and administration of the host countries, international and national public and private organizations dealing with tourism and ecology (agencies, tour operators, carriers, and hotels). Tourism should be developed in a way that benefits the indigenous people, strengthens the local economy, trains and attracts local labour. Tourism should provide a rational use of available resources and building materials, as well as local agricultural products, taking into account the peculiarities of the territory.

In the face of stakeholders, the necessary direction for the development of tourism should be the government, both at local and national as well as international levels. It is the state that is able to act as a regulatory force, through laws and taxes to resolve, prohibit, and determine the conditions for development. Taking into account all the problems arising from the development of the tourist industry, which tourists, local residents and regional authorities have to face, it should be noted that there is a need for complex solutions to complex situations, this implies a transition to a sustainable development. Using the principles of the concept of sustainable development, tourism cannot only overcome difficulties, but also act as a locomotive, which will lead other industries to the path of sustainable development. But this transition is also not so simple. At the Ecological Summit in Rio de Janeiro (in 1992), little was said about travel and tourism. The branch was presented by the World Travel and Tourism Council (WTTC), one of the two international organizations involved in these inputs, and the topic itself was only addressed indirectly or in the context of other issues. However, on Agenda 21 a very far-sighted idea has been formulated that the travel and tourism industry has a tremendous potential that allows it to make a constructive contribution to the sustainable development of all regions of the planet.

It is important to understand this potential, as well as ensure prosperity, social progress and job creation in all countries, for even the poorest one has certain advantages over others, possessing a unique cultural, historical or natural heritage, the identity of which attracts more and more travellers.

Compared with other purely industrial economic activities, the travel and tourism industry has never polluted the atmosphere with smoke from factory pipes and has not degraded the environment by engaging in the extraction of natural resources. In addition, the true scope of the tourism industry has generally remained unnoticed due to the fact that air travel, hotel business and the catering system were usually perceived as independent types of service offerings, rather than as constituent elements of a single complex to satisfy, above all, the existing mass and the constantly growing demand for tourist and business trips.

Now in governmental, industrial and consumer circles, there is a growing understanding that the travel and tourism industry can also contribute to the achievement of environmental and social sustainability, which, in fact, was foreseen by the authors of the Agenda for the 21st century. This applies both to young market states and to industrialized countries.

But one should not overlook the problems of the obvious impact of the industry, which carries millions of people daily, provides them with shelter, feeds and entertains (and increasingly surrounded by unique and at the same time extremely vulnerable ecosystems) that builds, transforms landscapes directly affecting the indigenous population and local communities.

Of course, these problems cannot be ignored. There is much to be done for the decrease of the surge of unemployment, that is: through the intelligent planning and design, optimal planning and

rational use of opportunities - that's where the ideas of sustainable development can come in handy. In order to follow the basic principles of the concept of sustainable development, it is necessary to evaluate the nature and intensity of the impact, conducting environmental inspections, taking into account the potential load on the environment, optimizing resource consumption, investing in new technologies. It is necessary to take into account all factors, interests and obligations of interested parties - governmental, industrial and public circles, and the latter, of course, include both the tourists themselves and the local population.

The WTTC approved a multidimensional strategy for the introduction and dissemination of a sustainable development culture and formed a dynamic structure to achieve this goal.

Briefly, the main tasks for the near future are:

- Replace the culture of intensive consumption with a culture of reasonable growth.
- Balance economic and environmental impact factors.
- Find common interests of tourists and local people.
- Spread the benefits among all members of society, and primarily among the poorest and most disadvantaged groups of the population.

The impact of tourism on the natural environment can be managed directly and indirectly.

Direct management includes the limitation of the total number of tourists, the most important natural objects and restrictions on visits to the regions, the use of the latest technologies and technical resources that makes it possible to minimize the environmental pollution. Indirect management is considered to be a more flexible method to influence the behaviour of tourists and is based on the rise of their behaviour, ecological upbringing, respect for indigenous people, and caring humanitarian attitude towards the vegetative world representatives of the visited area.

References

1. А.Ю. Александровой / Е. В. Аигина, А. Ю. Александрова, В. Н. Баюра и др. — КНОРУС Москва, 2013. География туризма : учебник. 592 с.
2. Кусков А.С., Джаладян Ю.А. 2008. Основы туризма, учебник, М.: КНОРУС, 400 с.
3. Маслехникова И.С., Кузнецов Л.М., Пшенин В.Н. Экологический менеджмент, учебное пособие. СПб.:СПбГИЭУ, 2005. 197 с.
4. www.ilo.org

Резюме

Устойчивый туризм как форма организации управления охраной окружающей среды

Мурадян Юрик , Матосян Марине, Мурадян Мариетта

e-mail: muradyan.yurik@mail.ru, marinematosyan@mail.ru, maramuradyan@gmail.com

Проблема управления природоохранной деятельностью приобрела статус одной из самых приоритетных и острых проблем, стоящих перед человечеством. Достаточно сложно одновременно сохранять темпы экономического роста и минимизировать негативные последствия антропогенного воздействия на природу. Целью внедрения экологического менеджмента является минимизация негативных последствий туризма на окружающую среду. Экологическая стратегия служит основой для постановки конкретных экологических целей и задач, разработки программ природоохранных мероприятий. При этом, экологическая стратегия должна охватывать все аспекты деятельности туризма. Речь идет о создании системы экологического менеджмента. Развитие деятельности в области экологического менеджмента также во многом будет определяться возможностями и умением руководства и специалистов активно использовать получаемые результаты.

ЭКОТУРИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ АРМЕНИИ

Мелик-Адамян Гайк¹, Хачатрян Амазасп², Бабаян Тигран³

¹с. н. с. Института геологических наук НАН, Ереван, ²директор Ширакского краеведческого музея, Гюмри, ³картограф-исследователь Армянского гос.пед.университета, Ереван, **Армения**

e-mail: ¹hmelik-adamayn@mail.ru; ²smuseum@web.am; ³tigranmap@yahoo.com

ECOTOURIST POTENTIAL OF NORTH-WEST ARMENIA

Melik-Adamyuan Hayk¹, Khachatryan Hamazasp², Babayan Tigran³

¹Senior scientific worker, the Institute of Geological Sciences, Yerevan, ²director, Museum of Shirak Regional Studies, Gyumri, Armenia, ³chartist-researcher, ³Armenian State Pedagogical University, Yerevan, **Armenia**

e-mail: ¹hmelik-adamayn@mail.ru; ²smuseum@web.am; ³tigranmap@yahoo.com

Summary

North-western Armenia conditionally covers the Shirak province of Armenia, the western part of the Lori province, along the conditional line Tashir (Kalinino) - Spitak, and the northern part of the Aragatsotn province including the Aparan reservoir. This section borders on Turkey in the west and Georgia in the north, and despite its relatively small size (about 11% of the territory of the republic) is characterized by an extremely rich and diverse historical and architectural heritage: more than 2,500 cultural and historical monuments from the Paleolithic to modern times. There is an abundance of natural and climatic conditions of landscapes, fauna - more than 340 invertebrate species and 550 species of vertebrate fauna, as well as monuments of inanimate nature (geological monuments). Of the 8 climatic types of Armenia, 4 types can be found here: from moderately continental with the predominance of wild steppe landscapes to high-mountain nivals. In addition, the vast majority of this territory and the bordering northern and northwestern regions of Georgia and Turkey are virtually devoid of industrial pollutants such as factories, chemical plants, as well as natural polluting factors like dusty deserts. Taking into account the prevailing northern winds in the region, it greatly enhances the ecotourism-recreational potential of this region, putting it forward as an almost ideal area for the development of a wide variety of ecotourism directions: scientific, adventure and sports, mountaineering, pedestrian, equestrian, ski tourism, nature history tours, tours to nature reserves and protected areas. In the Arpa Lich National Park in the northernmost-western part of the Shirak province established in 2009, lives one of the rarest and most narrow-areal venomous snakes of Eurasia: the endemic viper *Darevsky Vipera darevskii*, listed in the International Red Book, as well as endemic a white-bellied lizard *Darevskia unisexualis*. The surroundings of the lake include numerous and diverse water birds and birds of prey which might be attractive objects for ornithological tours and photo-hunting. Objects of the inanimate nature of the region, worthy of mentioning as geological monuments, such as waterfalls (Trchkan), slag (Kaputkog) and lava (Sepasar) cones of extinct volcanoes, paleontological-stratigraphic subtype monuments with fossil fauna (tiger shark inhabiting the area 61-66 million years ago, steppe mammoth - 0,6-0,7 million years ago), for further involvement in ecotourism excursion routes are also characterized by a wide variety and richness. There are more than 25 separate outlets of various mineral waters in the region, 6 locations of therapeutic peats and 1 location of therapeutic mud, which are practically not used for medical and recreational purposes. However, in spite of the abovementioned facts, the region's significant ecotourism potential is currently in short demand.

Аннотация

Северо-западная Армения условно охватывает Ширакский марз Армении, а также приграничные к данному марзу западную часть Лорийского марза, по условной линии Ташир (Калинино) – Спитак, и северную часть Арагацотнского марза до Апаранского водохранилища включительно. Данный

участок с запада граничит с Турцией, а с севера – с Грузией, и несмотря на относительно небольшие размеры (около 11% территории республики) характеризуется чрезвычайно богатым и разнообразным историко-архитектурным наследием – более 2500 культурно-исторических разнообразных памятников от палеолита до новейших времен. Здесь отмечается изобилие природно-климатических условий ландшафтов, фауны – более 340 видов беспозвоночной и 550 видов позвоночной фауны, а также памятников неживой природы (геологические памятники).

Из 8 климатических типов, развитых в Армении, здесь наличествуют 4 типа: от умеренно-континентального с преобладанием диких степных ландшафтов до высокогорных нивальных. Кроме того, подавляющая часть территории и приграничные северные и северо-западные районы Грузии и Турции практически лишены загрязняющих атмосферу и водную среду техногенных (заводы, химические комбинаты и т.д.) и природных (пыльные пустыни и т.д.) факторов, что с учетом господствующих в регионе ветров северного направления сильно повышает экотуристическо-рекреационный потенциал данной области, выдвигая его в качестве почти идеального объекта для развития самых разнообразных направлений экотуризма: научного, приключенческого и спортивного, а также альпинизма, скалолазания, горного, пешеходного, конного, лыжного, горнолыжного туризма, туры по истории природы, в природные заповедники и ООПТ. В национальном парке Арпа Лич, в районе одноименного озера-водохранилища в крайне северо-западной части Ширакского марза, созданного в 2009г., обитает один из редчайших и узкоареальных ядовитых змей Евразии: эндемическая гадюка Даревского *Vipera darevskii*, занесенная в Международную Красную книгу, а также эндемическая белобрюхая ящерица *Darevskia unisexualis*. Окрестности озера насчитывают многочисленными и разнообразными околотовными, водными и хищными птиц – привлекательных объектов для орнитологических туров и фотоохоты. Объекты неживой природы региона, достойные выделения в качестве геологических памятников, такие как водопады (Трчкан), шлаковые (Капутког) и лавовые (Сепасар) конусы потухших вулканов, памятники палеонтологическо-стратиграфического подтипа с ископаемой фауной животных (тигровая акула, обитавшая 61-66 млн лет назад; степной мамонт - 0,6-0,7 млн лет назад), для дальнейшего вовлечения в экотуристические экскурсионные маршруты также характеризуются довольно большим разнообразием и насыщенностью. В регионе более 25 отдельных выходов разнохарактерных минеральных вод, 6 местонахождений лечебных торфов и 1 местонахождение лечебной грязи, которые для лечебно-рекреационных целей практически не используются. Однако, несмотря на вышеизложенные факты, значительный экотуристический потенциал региона к настоящему времени мало востребован.

Северо-западная Армения охватывает Ширакский марз Армении, приграничные с ним западную часть Лорийского марза по условной линии Ташир-Спитак и северную часть Арагацотнского марза до Апаранского водохранилища. Данная условная территория с запада граничит с Турцией, а с севера – с Грузией. Несмотря на относительно небольшие размеры (около 11% территории республики), она характеризуется как чрезвычайно богатым и разнообразным историко-архитектурным наследием – более 2500 культурно-исторических памятников от нижнего палеолита до наших дней [27], так и природно-климатическими условиями, фауной и флорой – более 340 видов беспозвоночной и 550 видов позвоночной фауны - памятниками неживой природы (геологические памятники) и ландшафтами [12, 13, 29].

С позиции ландшафтно-геосистемной организации, данная территория входит в Восточно-Закавказскую область (континентально-субтропическая подзона) Прикаспийской горной геосистемы. Данная область подразделяется на Ширакскую подпровинцию – Ашоцкий высокогорный луговой пояс (Амасийский и Ашоцкий районы севера Ширакского марза) и Гюмрийский горно-степной (Ахурянский, Артикский и Анийский районы центральной и южной части Ширакского марза), северную часть Арагацкого ландшафтного подокруга и западную часть Лорийского подокруга Сомхето-Мравской ландшафтной подпровинции [9]. Регионально-

ландшафтная многообразная мозаичная дифференциация природы данного региона, как и территории республики в целом обусловлены в первую очередь плиоцен-четвертичным вулканизмом и новейшей тектоникой [9]. Климат данной территории выделяется большим разнообразием и довольно четко выраженной вертикальной зональностью, что в свою очередь обусловлено высотными отметками отдельных ландшафтных округов и подокругов с самой высокой отметкой 4090м – вершиной потухшего стратовулкана Арагац и средней высотой над уровнем моря 1550м, спецификой круговорота воздушных масс и рядом других факторов.

В данной области наличествует 4 климатических типа: умеренно-континентальный тип с преобладанием диких степных ландшафтов до высотных отметок в 1800м, умеренно-горный климат в приблизительном интервале 1800-2400м, с двумя подтипами с умеренно-теплым летом и влажной холодной зимой, с годовыми осадками прибл. 600мм и подтип с влажным климатом (520-530мм в год) с коротким летом и суровыми зимними условиями, со средней годовой температурой 15°C . Третий и четвертый типы с холодным горным климатом, с субальпийскими лугами, начиная с отметок 2300-2400м, и высокогорный нивальный холодный тип климата, от 3400м и выше охватывает относительно небольшую часть региона [4, 6, 17, 29].

С эколого-рекреационной точки зрения климат и природные условия большей части данной области характеризуются хорошо выраженным рекреационным потенциалом, обусловленным экологической чистотой данной территории и прилегающих областей южной Грузии и восточной Турции (отсутствие загрязняющих атмосферу в водную среду техногенных производств, хвостохранилищ). Регион выделяется также отсутствием или незначительным развитием экологически вредоносных природных явлений - активных крупных оползневых тел, селевых потоков, пыльных бурь и т.д. [7, 29], а также наличием большого количества уголков нетронутой дикой природы, особенно в северной, приграничной к Грузии части. Это выгодно отличает его от большинства других регионов республики [7, 29]. Таким образом, эти оптимальные факторы выдвигают регион как наиболее благоприятный для развития природно-ориентированных видов туризма и экотуризма в том числе. Под последним, согласно определению Международной организации экотуризма (TIES) подразумевается “ответственное путешествие в природные зоны, области, сохраняющие ее окружающую среду и поддерживающие благосостояние местных жителей”. Экотуризм в свою очередь подразделяется на 4 вида.

1. Научный туризм. Туры по наблюдению за поведением животных и птиц (орнитологические туры), зарубежные научно-исследовательские разнохарактерные природоведческие экспедиции, полевая практика студентов естественно-научной направленности.
2. Туры по истории природы. Совокупность учебных, научно-популярных и тематических экскурсий по специально оборудованным экологическим тропам.
3. Приключенческий, или экстремальный, туризм, альпинизм, скалолазание, спелеотуризм, зиплайн (скольжение по канату, протянутому над пропастью), дельтапланеризм, парапланеризм, горный, пешеходный, конный, лыжный, горнолыжный туризм, джиппинг.
4. Путешествие в природные заповедники и резерваты особо охраняемых природных территорий [5, 28].

Данный регион отличается большим видовым разнообразием и высокой популяционной плотностью флоры и фауны, многие виды которых являются редкими и эндемичными и занесены в Красную книгу Армении и Международную Красную книгу. Территория практически лишена лесных массивов, однако выделяется разнообразием травянистой растительности. Один из самых представительных лесных массивов - небольшая в 57га роща обыкновенной осины, или дрожащего тополя *Populus tremula* находится прибл. в 3км западнее г.Амасия, в Горшабердском ущелье, на абсолютных отметках 2300м и включена правительством РА в список памятников живой природы в мае 2013г. Данная популяция уникальна для всего Армянского нагорья [19].

Из редких и эндемичных растений в регионе произрастает закавказский эндемик, высокодекоративный гладиолус, или шпажник джавахетский *Gladiolus dzhavakheticus Eristavi* из

окрестностей села Мец Манташ Артиковского района, бассейна оз.Арпи-лич и прилегающих районов Джавахетского плато южной Грузии, на высоте 1440-2200м, в окрестностях с.Мецаван Лорийского марза; кубышка желтая *Nuphar lutea L. Smith* из окрестностей оз.Арпи-лич и прилегающих районов южной Грузии на высоте 1800-2000м; валериана щерстистолистная *Valeriana eriophylla (Ledeb.) Uthin* из бассейна верхнего течения р.Ахурян и Джавахетского хребта южной Грузии, в окрестностях села Агворик и района Джадурского перевала на гипсометрических отметках 1800-2200м; кавказский эндемик козлородник клубненосный *Tragopogon tuberosus K.Koch* из окрестностей села Мецаван Лорийского марза на высотных отметках 800-1600м и т.д. [13].

Исследуемый регион с фаунистической точки зрения расположен между Кавказским и Малоазиатским крупными зоогеографическими провинциями и выделяется чрезвычайным разнообразием позвоночных и беспозвоночных животных. Здесь насчитывается более 340 видов беспозвоночной фауны (черви, моллюски, насекомые), из которых можно назвать реликтового и очень редкого в мировом масштабе моллюска вертиго узкого *Vertigo angustior* из влажных лугов окрестностей г.Степанавана и очень редкую для Армении стрекозу коромысло зазубренное *Aeshna serrata Hagen*. Последняя встречается только в окрестностях маленького озера Гели, или Арденис, на западной окраине одноименного села, в 5км восточнее оз.Арпи-лич, на высотной отметке 2102м. Вне пределов Армении данный вид встречается также на Ахалкалакском плато в Грузии и в районе оз.Ван в Турции [12, 31].

Из Красной книги животных среди бабочек наиболее редки голубянка алькон *Maculinea alcon monticola Staud* из района Джадурского перевала на высотных отметках 1900-1950м северо-восточнее г.Гюмри, голубянка арион *Maculinea arion zara Jach* и черный аполлон, или мнемозина, *Parnassius mnemosyne rjabovi Shelj* в окрестностях с.Ашоцк, лучистая голубянка Нины *Agrodiaetus ninae Forst.* из района Джаджурского перевала. Из кузнечиков следует отметить эндемичных кобылу армянскую *Gomphocerus armeniacus Uvarov, 1931* из окрестностей сел Вардахпюр, Джаджур, Покрашен и города Артик, а из сверчков – толстуна расширенного *Bradyporus dilatatus Stal.* из прибрежных степей озера Арпи-лич и окрестностей г.Амасия [12]. Такое разнообразие редких насекомых и, в частности, бабочек делает регион благоприятным для организации энтомологических специальных научных туров.

Редкие рептилии представлены несколькими эндемичными видами. Это широко известная в научном мире девственным (партеногенетическим) способом размножения белобрюхая ящерица *Darewskia unisexualis Darewsky, 1966* из северной части Ширакского марза и из приграничной части Грузии на высотных отметках 1700-2000м, малоазиатская ящерица *Parvilacerta parva Boulenger*, обитающая только в окрестностях села Ланджик Ширакского марза и на труднодоступных каменистых участках Спитакской области Лорийского марза. Из ядовитых змей надо особо отметить армянскую горностепную гадюку *Vipera (Pelias) eriwanensis Reuss, 1933*, встречающуюся в горно-степных и высокогорных луговых биотопах на отметках 1200-1300м, и более узкоареальную армянскую гадюку, или гадюку Радде *Vipera (Montivipera) raddei Boettger, 1890*, обитательницу каменистых склонов на высотах от 1300 до 1800м. Ареал последнего вида на Малом Кавказе проходит по южным отрогам малокавказских хребтов. Однако самой редкой формой как среди рептилий, так и среди всех форм позвоночной фауны считается чрезвычайно узкоареальный вид ядовитой змеи гадюки Даревского *Vipera (Pelias) darevskii Vedmederja, Orlov et Tuniev, 1986*, по современным данным, обитающий на крошечном участке в 200га на крайней северной части Ширакского марза, прямо на границе с южной Грузией, на горе Ачкасар, на высотных отметках 2350-3000м. Этот эндемичный вид также занесен в Международную Красную книгу и, согласно Бернской конвенции, оценен как вид, находящийся в критическом положении. Основными биотопами этой змеи являются каменистые склоны субальпийских лугов [12, 24, 29].

Ихтиофауна региона также характеризуется большим разнообразием: из 90 видов рыб около 20 обитают в реках, озерах и водохранилищах данной территории, из коих 48 видов – только в водохранилище Арпи-лич. Здесь наиболее обычны сазан *Cyprinus carpio*, куринская

храмулия, или капут *Capoeta capoeta*, кавказский голавль *Leuciscus cephalus orientalis*, а также ангорский голец *Nemachilus angorae*, интродуцированный в 2000г серебряный карась *Carassius auratus gibelii*. Эти виды можно использовать для организации спортивной рыбалки. Приблизительно такой же состав ихтиофауны и в Ахурянском водохранилище, южнее г.Гюмри, на приграничной с Турцией части Ширакского марза. Здесь встречаются также сом локо *Silurus glanis*, который водится также в р.Ахурян, однако как правило выше 1000м над уровнем моря не поднимается, и красногубый жерех *Aspius taeniatus* из семейства карпообразных, встречающийся в речках, впадающих в Арпи-лич и в р.Ахурян. Очень редко можно увидеть ручьевую форель *Salma trutta fario* в верховьях речки Дарик, которая впадает в озеро с северной стороны, и чаще - кавказского голавля *Leuciscus cephalus orientalis*, который к настоящему времени является наиболее многочисленным речным видом Джавахетского плато в целом [10, 24].

Среди земноводной фауны отмечаются 3 вида: зеленая жаба *Bufo viridis*, озерная лягушка *Rana ridibunda* и малоазиатская лягушка *Rana macracnemis*. Самая распространенная среди них – зеленая жаба, которая распространена практически во всех биотопах до высоты 2700м. Озерная лягушка обитает в основном в окрестностях села Казанчи до высотных отметок 2650м [24, 29].

Регион отличается крайним разнообразием и обилием орнитофауны, особенно водно-болотных видов. Именно для сохранения уникального биологического разнообразия и, в первую очередь, птиц на крайней северной части Ширакского марза, с приграничной с Грузией Ашоцком плато решением правительства РА 16 апреля 2009г был создан третий по счету национальный парк Армении Арпи-лич площадью 21 179га [16]. Среди 4 известных разновидностей Особо охраняемых природных территорий ООПТ – заповедники, заказники, отдельные памятники природы и национальные парки – последние являются самыми многофункциональными. В отличие от заповедников, на территории которых рекреационные и экотуристические возможности, согласно законодательству РА, крайне ограничены, кроме первоочередных природоохранных функций, призваны также способствовать самому широкому спектру разнообразных направлений туризма и, в первую очередь, экотуристически-рекреационной направленности. [29] В регионе обитает более 150 видов птиц, подавляющая часть (143) которых присутствует в национальном парке Арпи-лич, и 29 видов хищных птиц (около 80% всей хищной орнитофауны республики) и более 20 видов водных и околоводных птиц, в том числе краснокнижный большой баклан *Phalacrocorax carbo L.*, розовый пеликан *Pelicanus onocrotalus L.*, серощекая поганка *Podiceps grisegena* (встречается также в озерах Урасар и Новосельцево Лорийского марза), кудрявый пеликан *Pelicanus crispus*, каравайка *Plegadis falcinellus L.*, колпица *Platalea leucordia*, армянская эндемичная чайка *Larus armenicus Buturlin 1934*, огарь, или красная утка *Tadorna ferruginea*, широконоска *Anas clypeata*, черный аист *Ciconia nigra*. Среди хищных птиц Красной книги надо отметить болотного и лугового луней *Circus aeruginosus* и *Circus pygorgus*, степную пустельгу *Falco naumanni*, беркута *Aquila chrysaetos*, большого подорлика *Aquila clanga*, стервятника *Neophron percnopterus*, могильника *Aquila heliacal*, сокола сапсана *Falco peregrines*, филина *Bubo bubo*. Для региона в целом наиболее характерны канюк обыкновенный *Buteo buteo*, обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus*, черный коршун *Milvus migrans* и серая ворона *Corvus corone*, не включенные в Красную книгу [2, 12, 24]. Такое изобилие и концентрация птиц в окрестностях озера-водохранилища Арпи-лич выдвигает данный регион в качестве идеального объекта для организации экотуристическо-орнитологических туров.

Териофауна региона, в отличие от орнитофауны не столь разнообразна и представлена в основном также видами из Красной книги: насекомоядной куторой Шелковникова *Neomys schelkownikovi* (Лорийский марз), летучей мышью (бурым ушаном) *Plecotus auritus* (Лорийский марз), малоазийского суслика *Spermophilus xanthoprymnus* (степи Ширакского марза), полевки Шидловского *Microtus schidlovskii* (центральная и южная части Ширакского марза, южнее г.Гюмри), перевязки *Vormela peregunsa* (национальный парк Арпи-лич и сопредельные территории Грузии, район Джанджурского перевала), выдры *Lutra lutra* (национальный парк Арпи-лич, бассейн

р.Ахурян). Среди млекопитающих, не занесенных в Красную книгу, наиболее обычными являются волк *Canus lupus*, армянский подвид обыкновенной лисицы *Vulpes vulpes armenicus*, барсук *Meles meles*, обыкновенная полевка *Microtus arvalis*, водяная полевка *Arvicola terrestris*, горный, или белозубый слепыш *Spalax leucodon* (Ашоцкий район Ширакского марза и приграничные к нему Цалкинские и Ахалкалакские районы южной Грузии) и т.д. [12, 18, 22, 24].

Объекты неживой природы исследуемого региона, достойные выделения в качестве геологических памятников и дальнейшего вовлечения в экотуристические маршруты и использования в рекреационно-оздоровительных целях, также характеризуются большим разнообразием и насыщенностью. К настоящему времени в вопросах классификации геологических памятников (ГП), или памятников неживой природы (объектов геологического наследия) нет единого унифицированного подхода, что объясняется многофакторными причинами как объективного, так и субъективного характера. По классификации А.В.Лапо и др. [15], геологические памятники подразделяются на 12 типов, В.П.Новиков [23] подразделяет их на 10 типов, и существует также множество других типизаций.

Исходя из генетических особенностей, уникальности, научной и эстетической значимости и других факторов, геологические памятники Армении с некоторой долей условности нами подразделяются на 6 категорий: 1. геоморфологические, сформировавшиеся под воздействием экзогенных факторов, эрозионной деятельности ветра, воды и льда, как то: карстовые пещеры, причудливые мелкие формы рельефа (экзорационные и флюогляциальные формы; 2. стратиграфо-палеонтологические - хорошо охарактеризованные ископаемыми фаунистическими и флористическими остатками геологические обнажения и разрезы; 3. тектонические – хорошо выраженные в рельефе геологические объекты, образованные тектоническими факторами: антиклинальные складки, разломы, сейсмогенные дислокации и т.д.; 4. петрографо-минералогические (хорошо выраженные в рельефе геологические тела, образовавшиеся вследствие эффузивных и интрузивных магматических процессов, лаколлиты, дайки, некки, вулканические конуса, столбчатые отдельности и т.д., геологические обнажения с полудрагоценными, поделочными камнями и минералами; 5. гидрогеологические – отдельные выходы пресных и минеральных вод, озера; 6. Естественно-исторический тип – нерукотворные разногенезисные геологические образования: пещеры, гроты и т.д. со следами материальной культуры [20].

К сожалению, подавляющее большинство разнообразных объектов геологического наследия не имеет полноценного паспорта и даже не внесено в утвержденный правительством список памятников природы 2013г. Однако значительная часть этих объектов представляют научную, научно-познавательную ценность, относительно легкодоступную для обозрения и в дальнейшем наряду с объектами живой природы могут быть вовлечены в разнообразные экотуристические маршруты.

К настоящему времени в вышеупомянутой список вошли всего 2 памятника: трехметровое природное изваяние “Черепаша” в 32км южнее г.Гюмри [1] и водопад Трчкан, которые относятся к геоморфологическому типу геологических памятников. Только водопад Трчкан в 20 км северо-восточнее г.Гюмри на стыке Ширакского и Лорийского марза имеет полноценный паспорт, составленный Мелик-Адамяном Г.У. в 2012г. Этот водопад на реке Чичхан выработан в туфопесчаниках среднеэоценовой (49-37 млн.лет) ширакской вулканогенно-осадочной свиты, низвергается с 23-метровой высоты и является одним из красивейших и полноводных водопадов Армении. В регионе находится самый высокогорный в Армении 20-метровый водопад Гегарот на северо-восточном склоне г.Арагац, на гипсометрической отметке 3000м, в 11км северо-восточнее села Арагац на северной части Арагацотнского марза Армении, возникший в четвертичных эффузивных базальтах. Этот труднодоступный и чрезвычайно живописный водопад, по всей видимости, является самым высокогорным среди крупных (15-25м) водопадов обширного Кавказского региона.

Среди других памятников геоморфологического типа, заслуживают внимания небольшие карстовые пещеры севернее села Крашен в окрестностях Джаджурского перевала, возникшие в верхнемеловых (сантон-маастрихских 86-66 млн.лет) известняках (по свидетельству жителя села Крашен Хачатура Нагапетяна.

К стратиграфо-палеонтологическому типу геологических памятников необходимо отнести отдельные участки хорошо выраженных раннеплейстоценовых арапийских обнажений в сс.Айкадзор, Арапи, Мармарашен, Баяндур в районе г.Гюмри, из-под черных туфов ереван-ленинканского типа, образующих озерно-аллювиальную глинисто-песчанистую арапийскую свиту, где с 1930 по 1980 г были обнаружены ископаемые остатки крупных млекопитающих: этрусского носорога *Diarorhinus ex gr. etruscus*, мосбахской лошади *Equus sp. (cf. mosbachensis)*, раннего подвида трогонтериевого, или гладкошерстного степного слона *Mammuthus trogontherii trogontherii*. Монтированный скелет данного гигантского слона высотой 3,7м выставлен в геологическом музее Института геологических наук НАН РА в Ереване. Многие фрагменты - коренные зубы, бивни, части посткраниального скелета – этого слона и других крупных млекопитающих находятся в Гюмрийском краеведческом музее г.Гюмри [21]. Степной слон, или мамонт, был крупнее современных африканских и индийских слонов, а также шерстистого мамонта, достигая 5-метровой высоты.

В окрестностях с.Ширакамут, в 5км северо-западнее г.Спитак на западной части Лорийского марза, на расстоянии 172 верст от Тбилиси еще в конце XIX века во время строительства Тбилиско-Карсской железной дороги, в галечно-конгломератовых отложениях выдающимся армянским геологом и палеонтологом, профессором Никогайосом Оганесовичем Каракашем (1862 Симферополь – 1916 Санкт-Петербург) были идентифицированы обломки бивней и коренные зубы настоящего шерстистого мамонта *Mammuthus primigenius*, который обитал здесь приблизительно 20 000 – 40 000 лет назад [11].

Другим важным памятником стратиграфо-палеонтологического типа, который обязательно должен быть включен в правительственный список геологических памятников и с экотуристической точки зрения представляет большой интерес, является естественное обнажение, представленное чередованием песчанистых мергелей, известняков и коричневых алевролитов датского яруса (61-66 млн лет) палеогена в окрестностях села Крашен 15-17км северо-восточнее г.Гюмри, откуда были обнаружены зубы нескольких видов ископаемых акул, в т.я. очень редкой для обширного Кавказского региона и сопредельных областей трехметровой песчаной тигровой акулы *Lamna (Odontaspis) macrota Agassiz 1843*. [3]

К интересному геологическому памятнику того же типа относится также небольшое геологическое обнажение верхнемеловых (кампан-маастрихт, 66-83 млн лет) известняков и алевролитов в 1 км к северу от села Агворик, в 9км восточнее озера-водохранилища Арпи-лич, с ископаемыми остатками двустворчатых моллюсков, плеченогих и морских ежей, а также сариарское месторождение окаменелых деревьев к западу от села Большой Сариар[3].

Тектонический тип геологических памятников в первую очередь включает следы крупного сейсмогенного разрыва (общая длина 37км) катастрофического Спитакского землетрясения 1988г, которое наиболее четко проявляется на южной окраине г.Спитак и у села Гехасар [1].

В петрографическо- минералогическом типе геологического наследия статуса геологического памятника несомненно заслуживают отдельные выходы плейстоценовых черных и черно-коричневых полосчатых вулканических стекол (обсидиан, или ванакат) у села Агворик. Регион богат также эффектно выраженными потухшими вулканами четвертичного возраста. Только в северной части Ширакского марза наличествуют 17 моногенных (из коих 8 шлаковый, 5 лавовых и 3 смешанных элаково-лавовых конусов и 3 полигенных потухших вулканов. Шлаковый моногенный конус Капут Ког (2208м), сложенный кварцсодержащими андезитами среднечетвертичного возраста на восточном побережье озера-водохранилища Арпи-лич, обладает хорошо выраженным воронкообразным кратером (диаметр бровки 550м, глубина 50м, а

на его западном склоне находится циклопическая постройка. Лавовые вулканы Сепасар (2086м) северо-восточнее Ашоцка и Лорусар (2546м) прямо на границе с Ахалкалакским районом южной Грузии в 12км юго-западнее с.Гореловка, представлены куполовидными аппаратами, поверхности которых почти полностью покрыты чингилами. Вулканические аппараты бескратерные и представлены соответственно плитчатыми среднететвертичными двупироксеновыми андезито-базальтами и роговообманковыми андезито-дацитами. Полигенные вулканы, или стратовулканы, являются самыми высокими вершинами Джавахетского или Кечутского хребта и имеют наибольшие относительные высоты (140-160м), эффектно возвышающиеся над окружающим ландшафтом. Все они бескратерные, а стратовулкан Кечут (3156м) на границе с Грузией в 25км юго-западнее Дманиси в нижней части сложен роговообманковыми андезитодацитами, а в верхней части – темными базальническими андезитами позднего плейстоцена [26].

К настоящему времени в регионе насчитывается 25 отдельных выходов разнохарактерных минеральных вод, которые, согласно нашей классификации, целесообразно рассматривать в качестве гидрогеологических памятников неживой природы [4]. Среди них самым мощным по дебиту (18 л/сек) является Вардапюрская углекислая гидрокарбонатно-кальций-магниевая вода, обогащенная небольшим количеством двух- и трехвалентного железа, кремния, брома и йода. Этот источник находится на правой стороне автодороги Гюмри-Ашоцк, в 0,8км северо-западнее с.Вардапюр и занимает шестое место по дебиту среди всех минеральных вод Армении. Ближайшим аналогом этой воды является знаменитая гидрокарбонатно-кальциево-магниевая минеральная лечебно-столовая вода Дарасун в Читинской области России, которая применяется при широком спектре заболеваний желудочно-кишечного тракта: гастрите с пониженной секреторной активностью, неосложненная язвенная болезнь желудка, хронические колиты, заболевания печени и желчевыводящих путей, болезни обмена веществ, сахарный диабет, ожирение, подагра и т.д., а также Туджур, или Лисагор в Нагорно-Карабахской республике, недалеко от г.Шуши. По степени минерализации минвода Дарасун (1,5г/л) уступает Вардапюрской (2,4-4,7г/л), а по наличию кальция – соответственно 61 и 51 мг/л – превосходит ее. Все эти воды по своему химическому составу близки также знаменитому на весь мир минеральной воде Кисловодский нарзан, однако отличаются от последней отсутствием сульфатов. [4, 8, 14]. Углекисло-гидрокарбонатные воды включают также магниево-натриево-кальциевые воды Чайбасар на восточном побережье оз.Арпи-лич, на территории национального парка Сепасар на северо-западной окраине с.Мец Саритар, Цахкабер на восточной окраине одноименного села в западной части Лорийского марза и т.д. [4]. Большой интерес представляют также довольно редкие для территории Армении в целом сероводородные минеральные воды южной части Ширакского марза, гидрокарбонат-хлоридно-натрий- магниезиального типа в районе сс. Исаакян, Ахурян, Норабер, Ширакаван, Ахурик, которые отличаются довольно значительным содержанием бора и йода [4, 25]. В северном сегменте Арагацотнского марза наиболее известна углекислая хлоридно-сульфатно-натрий-магниевая вода Гехадзор в окрестностях одноименного села и углекисло-гидрокарбонатно-сульфатная вода Туджур («кислая вода») юго-восточнее г.Апаран [4].

В регионе известны также 6 местонахождений лечебных торфов и 1 местонахождение лечебной грязи, в частности гидрокарбонат-натриевые и хлоридно-магниевые торфы в окрестностях с.Мецаван Лорийского марза, лечебная грязь Ашоцк, находящаяся на севере от райцентра Ашоцк и т.д. [4]. Тем не менее, как вышеперечисленные минеральные воды, так и лечебные торфы и грязи для экотуристических и лечебно-рекреационных целей почти не используются. Все упомянутые объекты неживой природы, кроме водопада Трчкан и «Черепахи» не фигурируют в туристических путеводителях даже последних лет [1, 30] и по сей день не вовлечены в имеющиеся немногочисленные экотуристические маршруты. Природные памятники региона, в особенности, геологические памятники, требуют серьезного и углубленного изучения и доизучения, полноценной паспортизации, популяризации и включения в разнообразные

экотуристические и общетуристические маршруты. Таким образом, огромный экотуристический потенциал региона слабо востребован и нуждается в серьезных научных исследованиях.

Литература:

1. Аванесян А., Малхасян Э., Назаретян С. (2000) Уникальные геологические памятники Армении. Путеводитель для туриста. Ереван, 159 с. (на арм., англ. и русском яз.).
2. Адамян М.С. (2009) Сияние родной природы. (на арм., рус. и англ. яз.) Ереван: Вин-Принт, 231 с.
3. Акопян В.Т. (1978) Биостратиграфия верхнемеловых отложений Армянской ССР. Ереван: АН Арм.ССР, 285 с.
4. Атлас “Климат и природные лечебно-оздоровительные ресурсы Армении”. (2010) Ереван: Тигран Мец, 136 с.
5. Бабкин Л.В. (2008) Специальные виды туризма. Ростов-на-Дону: Феникс, 252 с.
6. Багдасарян А.Б. Климат Армянской ССР. Ереван: АН Арм.ССР, 1958, 139 с.
7. Бойнагрян В.Р., Степанян В.Э., Хачатрян Д.А. и др. Оползни Армении. Ереван, 2009, 308 с.
8. Гидрогеологический атлас Армении. Ереван: АН Арм.ССР, 1990, 68 с.
9. Григорян Г.Б. Региональная ландшафтная дифференциация территории Арм.ССР (районирование). Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1987, #1, С.48-56.
10. Дадикян М.Г. Рыбы Армении. Ереван: изд. АН Арм.ССР, 1986, 245 с.
11. Каракаш Н.И. О новых находках остатков мамонта на Малом Кавказе. Дневник X съезда русских естествоиспытателей и врачей в Киеве, 1898, с.241.
12. Красная книга животных Республики Армения. Ереван: изд. Минрироды РА, 2012, 367 с. (на арм. яз.).
13. Красная книга растений Республики Армения. Ереван: изд. Минрироды РА, 2012, 591 с. (на арм. яз.).
14. Куликов Г.В., Желавков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР. Справочник. М.: Недра, 1991, 398 с.
15. Лапо А.В., Давыдов В.И., Пашкевич Н.Г. и др. Методические основы изучения геологических памятников природы России // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993, т.1, #6, С.75-83.
16. Макачян Г.Т. Экотуризм как возможный фактор воздействия на биоразнообразие особо охраняемых природных территорий Армении. Диссертация на соиск. уч. ст. канд. биол. наук по спец. 03.00.11. Экология. Ереван, 2016. 126 с.
17. Манасян М.Г., Григорян А.Т., Потосян А.А., Ширакский марз (природа, население, экономика). Ереван: Наапет, 2002. 130 с. (на арм. яз.).
18. Мартиросян Б.А., Папанян С.Б. Дикие млекопитающие Армении. Ереван: АН Арм.ССР, 1983, 154 с. (на арм. яз.).
19. Мартиросян Л.М. Рекреационная география. Ванадзор: СИМ, 2014, 163 с. (на арм. яз.).
20. Мелик-Адамян Г.У. К вопросу о классификации геологических памятников Армении // Тезисы докладов научной конференции “Вопросы охраны природы”. Ереван: НАН РА, 1998. С.35-36 (на арм. яз.).
21. Мелик-Адамян Г.У. Стратиграфия и палеогеография плиоцена и нижнего неоплейстоцена центральной и северо-западной Армении на основании фауны наземных позвоночных. Автореф. диссер. на соиск. уч. ст. кандидата геологических наук. Ереван, 2003, 29 с.
22. Млекопитающие животные Грузии. Атлас. Тбилиси: Мецниерба, 1981, 109 с. (на груз. и рус. яз.).
23. Новиков В.П. Памятники неживой природы в национальных парках и заповедниках России. 2014.
24. План управления национального парка Арпа Лич на 2011-2015 гг. Приложение к решению правительства #1854-Մ от 22.12.2011, Ереван, 147 с. (на арм. яз.).
25. Халатян Э.С. Сероводородные воды Ширака и перспективы их использования. Природа Армении, 1970, # 1, с.9. (на арм. яз.).
26. Харазян Э.Х. Геология и четвертичный вулканизм Армении. Ереван: ГЕОИД, 2012. 615 с.
27. Хачатрян А., Еганян Л., Гаспарян Б. Ширак – колыбель культуры. Ереван: Тигран Мец, 2013, 101 с. (на арм., англ., рус. яз.).
28. Храбовченко В.В. Экологический туризм. М.: Финансы и статистика, 2003, 208 с.
29. Энциклопедия: Природа Армении. Ереван: Тигран Мец, 2006, 692 с. (на арм. яз.).
30. Guidebook: Shirak. Developed by USAID EDMC Project Short Term Consultant Svetlana Dingrar. Yereva, 2013, 37 p.
31. Tourist Trails of the Lake Arpi National Park.

**USING GUIDED- INQUIRY TASKS IN THE “NATURE OF ARMENIA” MYP
(MIDDLE YEARS PROGRAMME OF THE INTERNATIONAL BACCALAUREATE)
UNIT PLANNER TO ENHANCE GEOGRAPHY LEARNING PROCESS
FOR MYP 4 YEARS STUDENTS
(CASE STUDY: ANANIA SHIRAKATSY ARMENIAN NATIONAL LYCEUM,
REPUBLIC OF ARMENIA)**

Mkrtumyan Ani

*Postgraduate, Teacher of Geography, ASPU, Department of Geography and Teaching
Geography, Armenian National Lyceum aft. Anania Shirakatsy Yerevan, Armenia*

e-mail: animyan@mail.ru

The IB's (International Baccalaureate) approach to individuals and societies includes a strong focus on inquiry and investigation. "Geography of Armenia" is one of subjects of Individuals and Societies subjects group in the MYP, which gives a lot of space to students for inquiries in secondary schools, such as guided- inquiry tasks are. The purpose of this paper is to investigate the relationships between using guided- inquiry tasks and MYP 4 years students' engagements in learning processes of the "Nature of Armenia" MYP unit planner.

We did observations while teaching the planner at Anania Shirakatsy National Lyceum. MYP 4 years students also reflected their learning processes by pointing out benefits and difficulties in their reflection cards.

Students did research according to their topics (geographic overview about their predecessors' home cities/ villages), created research papers and presentations by getting teachers instructions.

After finishing our observations and studying MYP 4 years students' reflections we notice that they were engaged in the learning process of the "Nature of Armenia" MYP unit planner actively and effectively as they found links between the academic knowledge and their personal stories, they did research to find their "roots" and recognized themselves better. This experience helped them to fill responsibility for the future of their whole fatherland (not only Yerevan, where they live now). In addition, there were applied interdisciplinary connections of Geography and Armenian History, Informatics, Armenian Language.

To make the conclusion, we would like to emphasize that guided-inquiry tasks foster MYP 4 years students' engagement in the learning process of the "Nature of Armenia" MYP unit planner.

Key words: Geography teaching, guided- inquiry tasks, Geography of Armenia, the MYP unit planner

Introduction

As Nelson Mandela said, "Education is the most powerful weapon to change the world". It is a contemporary issue to promote high quality education across the world to make it a better and peaceful place to live. This problem is taken into consideration of various international organization, where the UNESCO (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) has significant importance.

The world has made some remarkable progress in education since 2000, when the six Education for All (EFA) goals and the Millennium Development Goals (MDGs) were established. Those goals were not, however, reached by the 2015 deadline and continued action is needed to complete the unfinished agenda. With Goal 4 of Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development – 'Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all'– and its associated targets, the world has set a more ambitious universal education agenda for the period from 2015 to 2030. Every effort must be made to guarantee that this time the goal and targets are achieved [6, p.20]. Thus, there is a huge need to make changes in education faster, to empower it and make it

accessible, to promote learning for the whole life for development of the world. In this context, the IB (International Baccalaureate) plays a vital role. It was founded in 1968, as a non-profit educational foundation, which offers four highly respected programmes of international education that develop the intellectual, personal, emotional and social skills needed to live, learn and work in a rapidly globalizing world.

The International Baccalaureate aims are to develop inquiring, knowledgeable and caring young people who help to create a better and more peaceful world through intercultural understanding and respect. [2 p. vi,3 p. vi,4]. To fulfil the aims it has four programmes which are the Primary Years Programme (PYP), the Middle Years Programme (MYP), the Diploma Programme (DP), the Career-related Programme (CP). The PYP is for students aged 3-12, MYP is for students aged 11-16, DP and CP are designed for students aged 16-19.

The only educational complex in the Republic of Armenia, which implements the corresponding IB programs in the primary (PYP), middle (MYP) and high (DP) schools, is Anania Shirakatsy Armenian National Lyceum [5], where I am occupied as the MYP Geography Teacher. There are certain standards how to fulfil the IB education, where designing the MYP unit planners and teaching by them have vital importance. These are given in the IB documentations such as “MYP: From principles into practice”, subject specific guides are.

In the context of the MYP curriculum, a unit can be defined as a period of study that concludes with a summative assessment [2, p. 50]. The MYP unit planner has following main elements: inquiry, action and reflection, which have their components too (Appendix, Table 1).

Geography is included in “The Individuals and societies” subjects group of the MYP, thus we use the “Individuals and societies” guide for designing Geography unit planners. In this subject group, students can engage with exciting, stimulating and personally relevant topics and issues. The IB’s approach to individuals and societies includes a strong focus on inquiry and investigation. Students collect, describe and analyze data used in studies of societies; test hypotheses; and learn how to interpret increasingly complex information, including original source material. This focus on real-world examples, research and analysis is an essential aspect of the subject group [2.p.4]. Therefore, designing inquiry- based unit planners and real-world tasks are significant in case of Geography teaching in the MYP.

In this paper, we will discuss the case study at Anania Shirakatsy Armenian National Lyceum, which refers to “the Geography on Armenia” subject by its “The Nature of Armenia” unit planner for MYP years 4 students (13-14 years). This unit has significant influence for students’ education, it values their approach towards the nature and homeland, helps to understand geographic phenomena better and apply knowledge in the real world and it is the first step into Armenian Geography. Moreover, there are given a lot of space for inquiry such as guided- inquiry tasks are. Guided-inquiry is an approach to learning that involves students in finding and using a variety of sources of information to increase their understanding of a specific area of the curriculum [1].

Although there are above mentioned special documentations, publications and guides for designing and implementing the MYP unit planners, there is lack of information about practical solutions to implement and empower the MYP unit planners of Armenian Geography. There are also presented general requirements in the Armenian National Curriculum of Geography. Some authors suggest ways to make effective and modern different themes of “the Geography of Armenia” (Kh. Sargsyan, A. Minasyan, A. Khachatryan and others) but these studies do not refer to the MYP units. Therefore, the purpose of this paper is to investigate the relationships between using guided- inquiry tasks and MYP 4 years students’ engagements in learning processes of the “Nature of Armenia” MYP unit planner.

The research problem is to find out to what extent guided- inquiry tasks effect teaching and learning process of “the Geography of Armenia” subject by teaching the “Nature of Armenia” MYP unit planner.

Here is presented the Hypothesis: Guided- inquiry tasks can enhance Geography teaching and learning process of “the Nature of Armenia” MYP unit planner (MYP 4 years students), as they allow to do geographic research by connecting academic knowledge to students’ personal stories. Below we will

present methods, results and discussion of research which will be helpful to create the final picture of our study.

Methods

We designed a case study research to observe “Geography of Armenia” teaching and learning process by using the “Nature of Armenia” MYP unit planner (MYP years 4) at Anania Shirakatsy National Lyceum. First, we created the above-mentioned unit planner (Appendix, Table 2), designed its elements, then we used it during Geography lesson. For evaluating its influence on the teaching process, we done self-observation, did reflections (prior teaching, during and after teaching), also we observed other teachers work and had face- to- face interviews with them (Appendix, Table 3 a, b).

We did survey and participants observation for investigating students’ learning process by the unit planner, then we reflected students’ grades of summative assessment tasks.

To test the hypothesis, we used questioners both for teachers and students (Appendix, Table 3 a, b) and analyze 110 students’ summative assessment grades (Chart 1).

Results

The guided- inquiry task was to create a research portfolio about students’ historical homeland and present its geographic features. Students did research according the instructions and before summative assessment they had formative assessment tasks too (Appendix, Table 2). We made recommendations during the research process to find valid resources and organize information. Students did research according to their topics, created questionnaires for interviewing their relatives (parents, grandparents and others) to find out their “roots”- the place where their predecessors' came from (e.g. when a student lives in Yerevan, but his/her father’s grandfather was born in Garni village, the student finds information about Garni). They asked inquiry questions, designed their family trees, investigated the geographical (including landscapes) and historical features of their predecessors' home cities/ villages. So, they presented geographic features of the city/village and the geographic overview, where there was information about the geographic location, historical overview, the origin of the city/village name, natural conditions (mountains, rivers, climate, landscape) and natural resources, famous buildings and sightseeing places. We highly recommended to study about the climate of Armenia (and regions) and its features, the relationships between the climate and landscapes by explaining the patterns of landscape changes. They also shared information about their predecessors, studied about population of these regions and presented information about their family trees, their predecessors (who had great influence on development of Armenia or other countries, e.g. heroes of wars) by providing evidence (books, pictures, records, diaries, etc.). They used maps and contour maps, organized data and wrote reports, shared their ideas by oral presentations. As a result, they presented the outcomes of their research by Power Point Presentations and research portfolios. After, the were assessed by summative assessment rubrics and had teachers’ reflection about their efforts.

The students were also asked to reflect to their learning process, mention the benefits and difficulties during interviews and survey.

Discussion and Conclusion

To evaluate the research hypothesis, we studied and explored teachers’ answers before, during and after the teaching. The teachers mentioned that they expect the MYP 4 year’s students will gain new skills, knowledge to transfer geographic knowledge by using their background knowledge of previous years. They will develop inquirer, knowledgeable, communicative attributes of the IB learning profile. They will be also encouraged to love their fatherland and be responsible for its future, to understand effects of human activity towards natural landscapes, to make stress on the UNESCO Development Goals, to understand and explain those geographic processes and phenomena which are typical to Armenia, to find out endangered species of the wildlife and promote eco-friendly lifestyle. They also noted about

potential usage of interdisciplinary links (Armenian History, Armenian Language and Literature, Informatics, Sciences, Mathematics) which will make interesting the learning process.

Next, the teachers stated that students were actively involved during lessons, they did tasks with pleasure and pride especially when they presented their family trees and told about their predecessors. Students followed their action plans mainly, designed their inquiry questions. They needed support to organize collected data correctly and use maps. In addition, the teachers said that formative assessment tasks were useful and helped to get done the final work gradually.

After, the teachers reflected by mentioning that they reached the objectives which they planned. The students could deliver valid information about their home cities/ villages, gained new knowledge about Armenian natures and its features, implement guided -inquiry by presenting the outcomes via research portfolios and oral presentation, communicated their personal attitudes and develop their research skills by presenting good academic results too. It is vital to mention, that the students used interdisciplinary connections with Armenian History(historic overview of the home city/ village, reflection of historical events), Armenian Language and Literature (communicating ideas), Informatics (designing family trees, creating Power Point Presentations), Sciences (understanding geographic phenomena and explain them), Mathematics (problem solving tasks).

On the other hand, the students' reflections were about their feelings and evaluating their self-perceptions, some of them did not know much about their predecessors and diversity of Armenian natural conditions and resources, flora and fauna, differentiation of landscapes. They participated discovering their fatherland with pleasure. Moreover, they realized that each generation is responsible for sustainable development of our fatherland and they should take care of ecosystems and keeping biodiversity.

After analyzing the results of both teachers' and students' interviews, our observations, we can mention that the students were actively involved during the learning process. Some of them found out new information for them, about their family members and their historical homeland. They studied the theme not just lessons but as an important part of their biographies to know themselves better. Therefore, the unit helped students to develop some of 21st century skills (as communication and research skills are) and make education meaningful.

Thus, guided inquiry tasks of the "Nature of Armenia" MYP unit planner enhance teaching and learning process of "The Geography of Armenia" subject by following the instructions and recommendations for the MYP years 4 students.

Acknowledgements. We would like to thank my lecturers at ASPU, colleagues and students of Ananaia Shirakatsy Armenian National Lyceum as the fulfilment of this research could not have been possible without their participation and assistance.

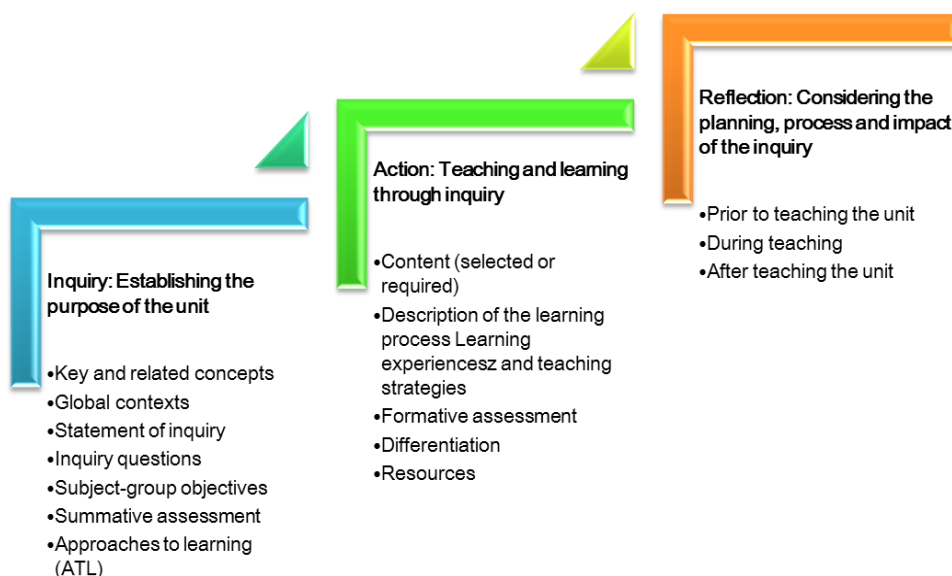
Reference List

1. Kuhlthau, Maniotes, and Caspari (2007) Guided Inquiry: Learning in the 21st Century, Libraries Unlimited, pdf.
2. The International Baccalaureate Organization, Middle Years Programme, MYP: From principles into practice Geneva, Switzerland, 2014, pdf
3. The International Baccalaureate Organization, Middle Years Programme, Individuals and societies guide, Geneva, Switzerland, 2014, pdf
4. <http://www.ibo.org/about-the-ib/>
5. <http://shirakatsy.am/en/about-us-2/>
6. UNESCO. 2015. Incheon Declaration and SDG4 – Education 2030 Framework for Action, <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245656E.pdf>

Appendix

Table 1.

Elements of the MYP unit planner



Source: [2. p 50-51]

Unit plans are an essential component of the MYP written curriculum and must include the following elements.

Table 2.

“The Nature of Armenia” unit planner, inquiry, 2016-17

Teacher(s)	Ani Mkrtumyan	Subject group and discipline	Individuals and Societies/Geography of Armenia		
Unit title	The Nature of Armenia	MYP year	4	Unit duration (hrs)	10
Inquiry: Establishing the purpose of the unit					
Key concept	Related concept(s)	Global context			
Systems	Diversity, Processes	Orientation in time and space. Exploration: Natural and human landscapes and resources			
Statement of inquiry					

Armenia is a museum under the open sky. Armenia has diverse ecosystems which change through the time.		
Inquiry questions		
Factual — Which are the main geographic objects of Armenia?		
Conceptual — Which processes do effect to ecosystems?		
Debatable — To what extant people are responsible for changes of the naturals landscapes of Armenia?		
Objectives	Summative assessment	
Objective A Knowing and understanding Objective B, Investigating, Objective C. Communicating	Outline of summative assessment task(s) including assessment criteria: Criterion A (Knowing and understanding)-test and contour map Criterion B Investigating and Criterion C. Communicating -research and oral presentation	Relationship between summative assessment task(s) and statement of inquiry:
ATL(s) skills		
1. Research skills -information literacy skills- collect and interpret data		
2. Communication skills-communicate ideas to share information the audience, use appropriate vocabulary and techniques to make an effective oral presentation		
Action: Teaching and learning through inquiry		
Content	Learning process	
1. Armenia, Armenian Highland	According to lesson plans	
2. The Geographic Location of Armenia. Borders	Formative assessment tasks Questions and answers during lessons Designing action plans Formulating research questions Creating family trees Using geographic and historic maps of Armenia Using contour maps of Armenia Creating questioners Creating research portfolios Testing knowledge Designing and presenting Power Point Presentations	
3. The Geology of Armenia, the main features of surface		
4. The Climate and its features		
5. The rivers and lakes		
6. The Solis. The Flora and The Fauna. Landscapes		
7. Practical work		
8. The Republic of Armenia (RA). Formulation of modern borders		
9. Administrative division of RA		
10. Summary		

Table 3.

Questioners both for teachers(a) and students (b): Based on “The International Baccalaureate Organization Middle Years Programme, MYP: From principles into practice” , Geneva, Switzerland, 2014, pdf.

Questioners for teachers a)		
Prior to teaching the unit	During teaching	After teaching the unit
1. Why do we think that the unit or the selection of topics will be interesting?	1. What difficulties did we encounter while completing the unit or the summative assessment task(s)?	1. What were the learning outcomes of this unit?
2. What do students already know, and what can they do?	2. What is the level of student engagement?	2. What evidence of learning can we identify?
3. What have students encountered in this discipline before?	3. What is happening in the world right now with which we could connect teaching and learning in this unit?	3. Which teaching strategies were effective? Why?
4. What does experience tell us about what to expect in this unit?	4. How well are the learning experiences aligned with the unit’s objectives?	4. What was surprising?
	5. What opportunities are we giving to help students explore the interpretative nature of knowledge, including	5. What can students carry forward from this unit to the next year/level of study?

<p>5. What attributes of the IB learner profile does this unit offer students opportunities to develop?</p> <p>6. What potential interdisciplinary connections can we identify?</p> <p>7. What do we know about students' preferences and patterns of interaction?</p>	<p>personal biases that might be retained, revised or rejected?</p> <p>6. How to enhance the teaching and learning process?</p> <p>7. How do students implement guided-inquiry tasks?</p>	<p>6. Which subject groups could we work with next time?</p> <p>7. What did we learn from standardizing the assessment?</p>
--	---	---

Questioners for students b)	
<p>What topics are interesting for you in Geography lessons? What do you already know about the unit? How you participate in Geography lessons? Are you familiar with guided- inquiry tasks? What resources are useful? What skills need more practice? What is the level of your engagement? How do you link statement of inquiry, global context and your summative assessment task? How do you design your research and where do you need support? What kind of new knowledge and skills did you gain?</p>	<p>What evidence of your learning can you identify? What were the learning outcomes of this unit? Was the task sufficiently complex to you to reach the highest levels? What was interesting in this unit? Which were benefits and difficulties of this unit? What experience was important for you and why? What attributes of the IB learner profile did this unit offer you to develop? What are the benefits and difficulties of this task?</p>

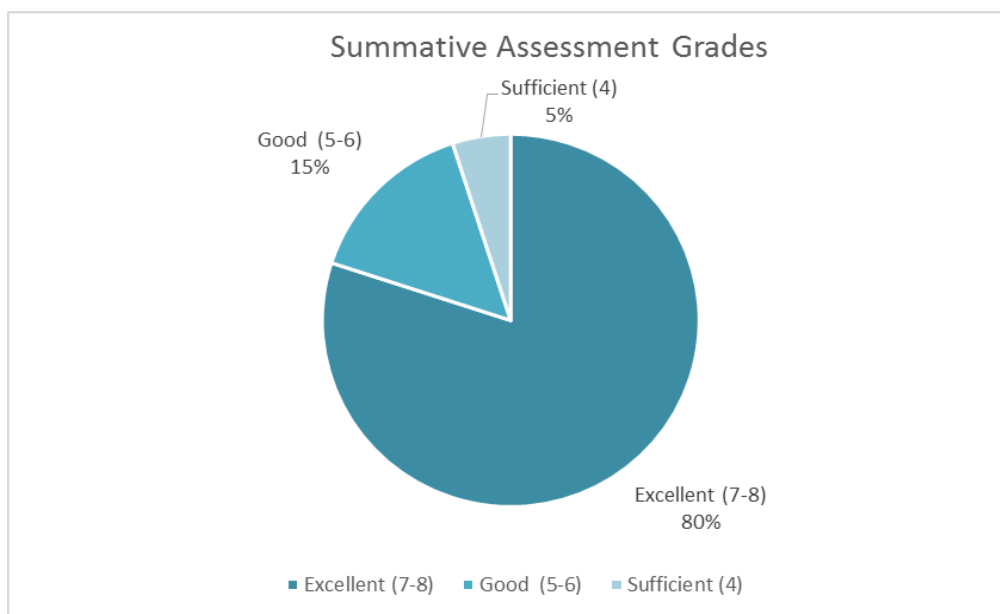


Chart 1. MYP years 4 students' Summative Assessment grades; "the Nature of Armenia" unit planner.

Acknowledgements

We would like to thank my lecturers at ASPU, colleagues and students of Ananaia Shirakatsy Armenian National Lyceum as the fulfilment of this research could not have been possible without their participation and assistance.

Резюме

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ В РАМКАХ ЮНИТ-ПЛАНЕРА “ПРИРОДА АРМЕНИИ” УЧАЩИХСЯ 4-ОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ В МҮР (ПРОГРАММА СРЕДНЕГО ОБУЧЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО БАКАЛАВРИАТА) В ЦЕЛЯХ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССА ИЗУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ (ПРИМЕР: «АРМЯНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИЦЕЙ ИМ. АНАНИЯ ШИРАКАЦИ», РЕСПУБЛИКА АРМЕНИЯ)

Мкртумян Ани Сейрановна

*Аспирант, учительница географии, АГПУ, Армянский Национальный Лицей им. Анания Ширакаци, Армения
e-mail: animkrtumyan@shirakatsy.am, animyan@mail.ru*

Подход IB (Международного Бакалавриата) к группе «Личности и общество» содержит в себе пристальное внимание к исследованию. «География Армении» - один из предметов, входящих в группу «Личности и общество» в МҮР, который предоставляет студентам широкое пространство для изысканий в средних школах, например, таких, как исследовательски ориентированные задания.

Целью данной статьи является исследование связей между использованием исследовательски ориентированных задач и вовлеченностью студентов 4 года обучения МҮР в учебный процесс в рамках юнит-планера «Природа Армении».

Мы провели наблюдения в процессе обучения планера в лицее им. Анания Ширакаци. Студенты также фиксировали процесс своего изучения предмета с указанием на успехи и сложности в своих рефлексивных картах.

Студенты проводили изыскания по темам (географический обзор родных городов/деревень своих предков), создавали исследовательские работы и презентации в соответствии с инструкциями учителей.

После завершения наших наблюдений и изучения рефлексии студентов 4 года обучения МҮР мы заметили эффективность их активного участия в учебном процессе в рамках юнит-планера МҮР, поскольку они находили связи между академическими знаниями и историями из своей жизни. Учащиеся проводили исследования с целью лучше узнать себя и свои «корни». Этот опыт помог им осознать ответственность за будущее всей своей родины (не только Еревана, где они живут сейчас). Кроме того, были обеспечены междисциплинарные связи между географией и историей Армении, информатикой, армянским языком.

В заключение мы хотели бы подчеркнуть, что исследовательски ориентированные задания способствуют эффективному вовлечению студентов МҮР в процесс обучения в рамках юнит-планера «Природа Армении».

Ключевые слова: обучение географии, исследовательски ориентированные задания, география Армении, юнит-планер МҮР

ИЗУЧЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ С ПОМОЩЬЮ ШКОЛЬНОЙ ГИС «ЖИВАЯ ГЕОГРАФИЯ»

Нижарадзе Г.А.

Географический факультет Московского государственного педагогического университета, **Россия**

e-mail: ga.nizharadze@mpgu.edu

Возрастающие потребности человечества в обработке накопленных знаний и все большего объема данных привели к существенным изменениям в системе организации работ и предъявляемым требованиям к квалификации работников. Одним из примеров обработки большого массива данных являлся пример профессора Н. Беручашвили, представленный им в работе «Четыре измерения ландшафта» (Beruchashvili, N.L. Four Dimensions of a Landscape. Moscow: Mysl, 1986.) С момента создания и внедрения геоинформационных систем (ГИС), являющихся универсальным инструментом визуализации пространственных данных, ГИС заняли свое место в системе методов географических исследований.

Первые приемы использования ГИС в процессе организации географических исследований ландшафта были приведены профессором Н. Беручашвили (Rougerie, G., Beroutchachvili, N. Géosystèmes et Paysages: Bilan et Méthodes. Paris: Armand Colin, 1991.).

Процесс информатизации общества, являющийся следствием развития информационных технологий, трансформирующих движущие силы общества на производство услуг, формирование инновационного а не материального продукта кардинально изменил систему образования. За последнее десятилетие произошли существенные изменения в организационно-методической системе школьного образования. В Российской Федерации принят Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС). В основе ФГОС лежит системно-деятельностный подход, который предполагает овладение учащимися универсальными учебными действиями (УУД).

Одним из важнейших средств формирования УУД являются информационные и коммуникационные технологии (ИКТ). Активное использование ИКТ, компьютерного и цифрового оборудования, современных цифровых образовательных ресурсов в урочной и внеурочной деятельности, увеличивает возможности для формирования универсальных учебных действий (УУД), как важнейшего результата реализации ФГОС.

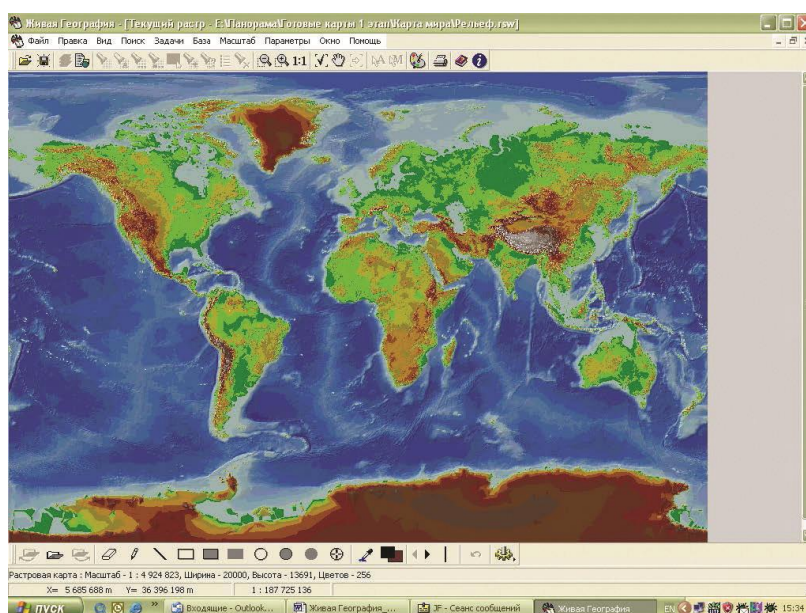


Рис.1. Цифровые образовательные ресурсы

Тем самым ИКТ-компетентность становится фундаментом для формирования УУД в современной массовой школе.

Наряду с изменениями в организационно-методической части системы школьного образования произошли качественные изменения в профессиональных требованиях к педагогическим работникам. Принятый Профессиональный стандарт педагога (Профстандарт) отображает характеристики педагогических работников в области овладения ими общепользовательскими, общепедагогическими и предметно-педагогическими компетентностями в области использования ИКТ. Профессиональная педагогическая ИКТ-компетентность основана на рекомендациях ЮНЕСКО «Структура ИКТ-компетентности учителей», 2011 г. Следовательно, произошли изменения и в системе подготовки квалифицированных, педагогических работников. Для студентов педагогических вузов, по программам подготовки бакалавров и магистров, введены дисциплины: «Информационные и коммуникационные технологии», «Информационные технологии в образовании». В сфере повышения квалификации учителей также реализуются схожие программы и тренинги, направленные на формирование ИКТ-компетентности.

Одним из важнейших пунктов овладения ИКТ-компетентностью на всех уровнях географического образования является овладение знаниями, умениями и навыками использования ГИС, как общераспространенного в данной профессиональной области в развитых странах средств ИКТ для решения профессиональных задач. В настоящее время в ряде стран мира (в частности, в США, Великобритании, Франции и др.) эти цифровые образовательные ресурсы широко применяются в школьном географическом образовании.

С целью внедрения информационных технологий в географическое образование была создана школьная геоинформационная система «Живая география». С помощью школьной ГИС «Живая география» реализуется овладение традиционными навыками и умениями географических исследований: современные геоинформационные технологии для поиска, интерпретации и демонстрации различных географических данных; использование географических знаний для объяснения и оценки разнообразных явлений и процессов.

Начиная со знакомства в начальной школе с инструментария ГИС «Живая география», продолжая в средней школе изучение методов картографирования и описания состояний природно-территориальных комплексов и организуя в старшей школе проектное обучения на основе ГИС «Живая география» сформировалась методика использования ГИС в обучении ландшафтных исследований и подготовке учителей географии, которая была представлена на региональной конференции Международного географического союза в 2015 г. (International Geographical Union. Regional conference: "Geography, Culture and Society for Our Future Earth", Moscow, 2015).

Опыт использования ГИС «Живая география» был обобщен в работе «Использование школьной ГИС (Живая География)». Методическое пособие для учителя географии.

Школьная ГИС расширяет сферу учебно-познавательной деятельности учащегося и учителя в процессе обучения географии и повышает качество учебного процесса благодаря педагогически целесообразному использованию цифровых инструментов: геоинформационных систем, систем пространственного позиционирования GPS. Они предназначены для получения, сбора, хранения, обработки, отображения и передачи пространственно-координированных данных и современных источников географической информации – цифровых карт и аэрокосмических снимков.

Основным элементом ГИС «Живая география» является цифровая карта: цифровая модель карты, созданная путем цифрования – преобразования географической информации в электронную, цифровую форму с помощью специального оборудования (приложения).

В состав ГИС «Живая география» входит комплект цифровых карт, с подготовленным содержанием к требованиям школьного курса географии. По территориальному охвату комплект включает два раздела: набор общегеографических (базовой карты) и тематических карт для территории России и всего мира.

В состав базовой карты, состоящей из слоев (информационных разделов), входит содержание соответствующее справочным и общегеографическим картам:

- планово-высотная основа;
- рельеф суши (основные и промежуточные горизонталы, названия крупных форм рельефа, наивысшие точки, подписи горизонталей);
- населенные пункты;
- дорожная сеть;
- гидрография (океаны, моря, заливы, проливы, реки, озера, водохранилища);
- рельеф дна прибрежных морей и океанов (основные и промежуточные изобаты, точки с наибольшими глубинами, подписи изобат);
- растительность
- гидротехнические сооружения;
- политическая карта (политико-административное деление мира);
- математическая основа (рамка карты).

В состав тематических карт входят карты: Недра Земли, Климатическая карта, Природные зоны, Почвы, Глобальные проблемы, Политико-административное деление, Народы и религии, Плотность населения, Промышленность, Агропромышленный комплекс, Транспорт, Памятники природы и культуры, Определение координат, Контурная карта.

В состав школьной ГИС входят и цифровые космические снимки территории России. Снимки поставляются в особом графическом формате geoTIFF. Этот формат позволяет работать со снимками и как с «картинками» территории России из космоса, и как с цифровыми растровыми картами. Дело в том, что в файле формата geoTIFF имеется не только растр, но и информация о привязке этого растра к географическим координатам. Поэтому названные снимки можно накладывать на базовую и любую тематическую карту России (или их комбинацию) для решения конкретных учебных задач, в частности, по составлению описаний географических объектов и явлений.

Этот прием наложения различных слоев из разных карт является важнейшим методическим инструментом позволяющим реализовать задачи обучения географии. Пользователь может изменить конфигурацию отображаемых слоев и объектов.

Построение трехмерной модели местности – особая дидактически функция «Живой Географии». Ее использование способствует развитию пространственного мышления учащихся, позволяет показать информацию, размещенную на плоскости, в объемном трехмерном виде (что при работе с традиционными бумажными картами просто невозможно), а при наложении на созданную трехмерную модель тематических карт/слоев появляются дополнительные возможности анализа взаимосвязей между географическими объектами и явлениями.

Построение гипсометрического профиля местности – нужное умение, развивающее пространственное мышление учащихся. При использовании традиционных бумажных карт эта работа становится очень трудоемкой и требует большого количества учебного времени.

Живая География дает в руки ученика быстродействующий инструмент, который освобождает его от рутины вычислений и геометрических построений и позволяет сосредоточить внимание на географической сущности результата.

Чтобы иметь возможность строить гипсометрические профили по любому участку местности, изображенному на карте, нужно сначала создать матрицу высот. Она превращает плоское двумерное изображение на карте в трехмерную модель местности.

Школьная ГИС «Живая География» поддерживает экспорт в открытые форматы, как MapInfo (файлы с расширением MIF/MID) и SHAPE (ESRI) . Есть возможность импортировать карты в графические форматы BMP, TIF, EMF, EPS как «картинки», которые потом можно применять в качестве иллюстраций в презентациях, текстовых документах, веб-страницах и т.д.

Живая География может импортировать географические данные из открытых форматов. Среди них уже названные форматы SXF, MIF/MID, SHP и некоторые другие.

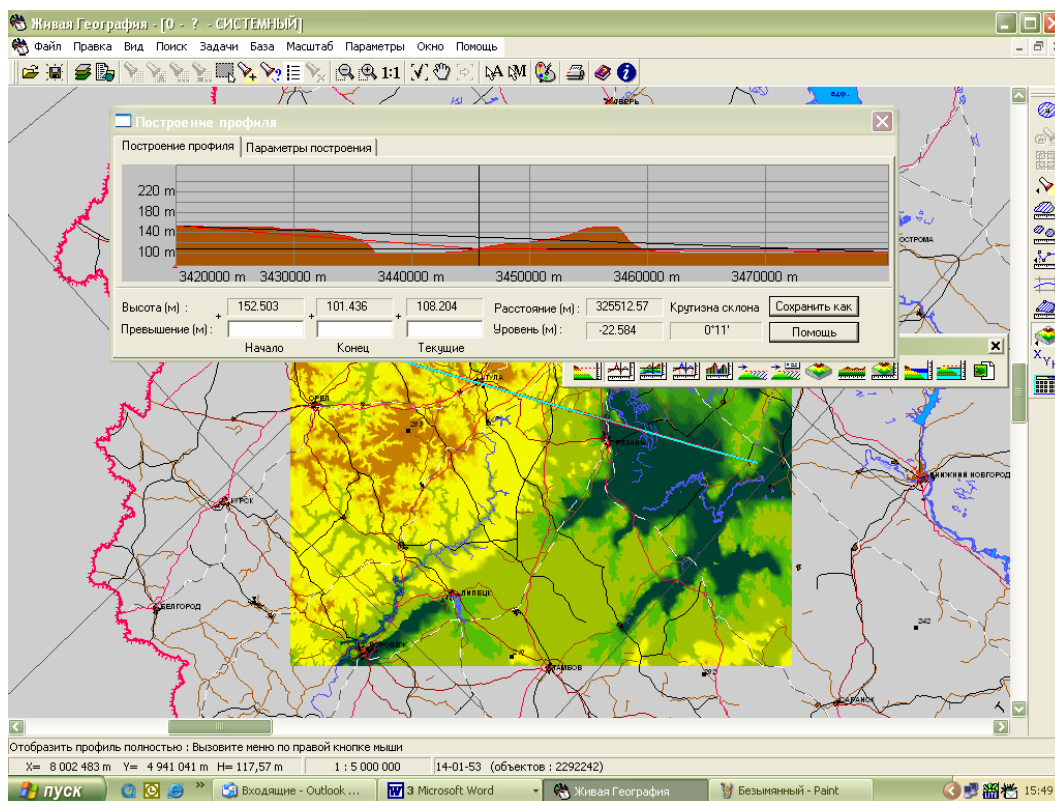


Рис.2. Пример построения гипсометрического профиля

Каким образом использование ГИС интегрируется в школьный курс географии?

Во-первых, во время изучения нового материала и закрепления пройденного на уроках привлечь для визуализации пространственных закономерностей развития природы и общества на конкретном материале регионального или локального содержания.

Во-вторых, достаточно эффективна самостоятельная работа учеников. На таких уроках ученики выполняют непосредственно практические работы и задания.

Таким образом, школьная ГИС поможет учителю:

- использовать на уроках разные пространственные модели – цифровые карты, цифровые снимки и трехмерные модели местности;
- оперативно менять масштаб картографического изображения на экране с целью изменения детализации размещения географических объектов и явлений;
- накладывать одни тематические карты (слои) на другие, а также на общегеографическую, физическую карту или космический снимок;
- подготовить набор цифровых карт, в том числе и контурных, необходимых для практических работ;
- подготовить набор демонстрационных картограмм и картодиаграмм, построенных с использованием привязанных к картам статистических данных.

Ученику школьная ГИС поможет научиться:

- читать географические карты в цифровом виде;
- искать географические объекты на цифровой карте;
- проводить измерения и расчеты по цифровой карте;
- заполнять цифровые контурные карты;

- создавать собственную цифровую географическую карту;
- анализировать статистические материалы с построением картограмм и картодиаграмм;
- описывать взаимосвязи между географическими объектами и явлениями при наложении цифровых тематических карт разного содержания.

ГИС, как интерактивные средства обучения, позволяет учителю и ученику управлять потоком информации, акцентируя внимание на наиболее интересных или сложных моментах изучаемого материала. Интерактивные средства предоставляют возможность моделировать географические явления и процессы, наглядно демонстрируя их в динамике. Таким образом, они облегчают понимание сущности этих явлений и процессов учениками.

В процессе использования ГИС «Живая география» отрабатываются следующие навыки обработки географической информации: Чтение цифровых карт, поиск географических объектов номенклатуры, масштабирование, проведение измерений по карте, проведение расчетов по карте, определение координат географических объектов, создание тематических карт, построение гипсометрических профилей, построение трехмерной модели карты, анализ статистических данных и построение картодиаграмм и картограмм.

Анализ статистических данных и построение картограмм и картодиаграмм также реализуется в программе ГИС «Живая география». Задача статистических материалов в географии состоит в том, чтобы отрывочные наблюдения и более или менее субъективные впечатления заменить точными числовыми величинами, дать объективную оценку изучаемых географических явлений. Важно не только анализировать объемы и структурные особенности статистических совокупностей, но и представлять себе территориальное размещение совокупностей или территориальную изменчивость их признаков. Для этого предназначены статистические карты. Существует два вида статистических карт – картограмма и картодиаграмма.

На картограмме различной штриховкой или окраской (от светлой к более темной) показывается разная интенсивность изображаемого явления, например, урожайность сельскохозяйственных культур, плотность населения и т.д.

Картодиаграмма – карта с определенным территориальным делением и соответствующими этому делению диаграммными фигурами – точечными, линейными, площадными, объемными. Картодиаграмма используется для изображения пространственного распределения явлений в их абсолютных величинах – например, производства стали или добычи угля по странам и регионам мира и т.д. Создание картодиаграммы в основном сводится к построению диаграммных фигур в рамках определенных территориальных единиц. Картограмма, в отличие от картодиаграммы, демонстрирует территориальное распределение относительных показателей и коэффициентов.

В семантиках ряда объектов, нанесенных на цифровые карты мира и России, содержатся статистические данные, которые можно обработать средствами ГИС и представить в виде картограмм и картодиаграмм.

На основе полученных в процессе обучения материалов возможно построение цифровой карты с использованием ГИС «Живая география»

Школьная ГИС позволяет учителю и ученику построить собственную цифровую карту на базе уже существующих карт.

Частным случаем создания собственной карты является использование школьной ГИС в школьном полевом географическом практикуме. Полевой географический практикум является неотъемлемой составляющей школьного географического образования.

В процессе его проведения, например, на природном учебном полигоне, можно использовать школьную ГИС для картирования полигона и нанесения на цифровую карту точек мониторинга за состоянием природной среды. Создание новой цифровой карты возможно по результатам полевой цифровой съемки, выполненной посредством GPS-приемника.

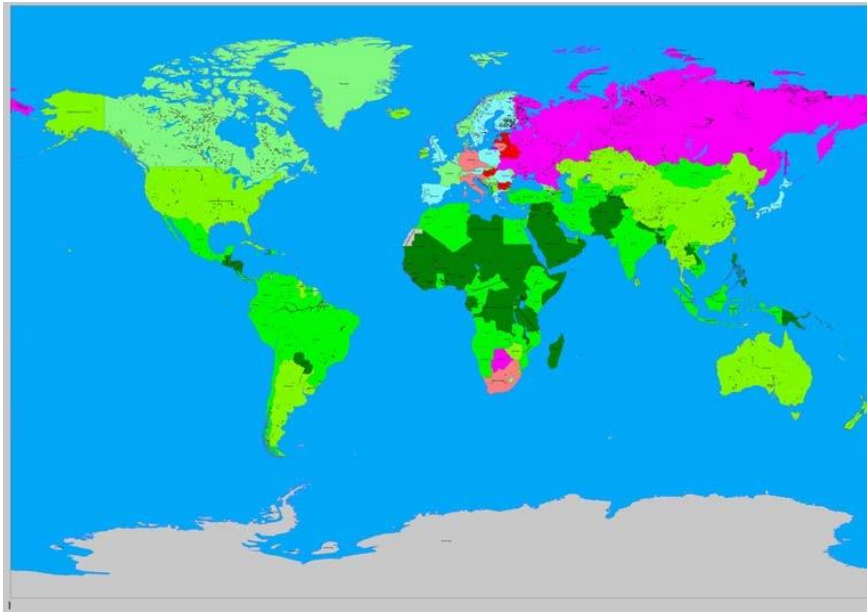


Рис.3. Пример построения картодиаграммы

В ходе такого полевого географического практикума учащийся под руководством учителя и самостоятельно сможет, например, определить свое местоположение на местности, географические координаты объектов на местности, построить цифровой план местности, нанести маршрут на цифровую карту или план местности и др. При этом для картирования местности школьная ГИС должна быть установлена на портативный компьютер (ноутбук), к которому должен быть подключен GPS-приемник.

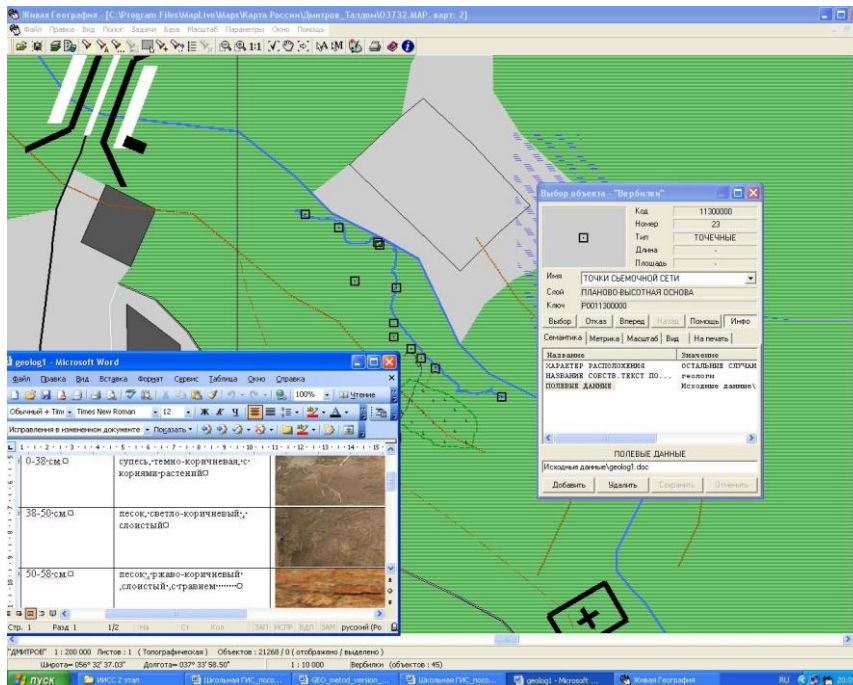


Рис.4. Пример построения плана местности

Таким образом, созданную в процессе полевой съемки информацию можно структурировать в «Базу данных» и в дальнейшем, с помощью школьной ГИС «Живая география» визуализировать пространственные данные. Также, опыт показывает, что школьная ГИС, сочетая цифровые карты и

GPS-приемник, позволяет коренным образом изменить методику практических работ по созданию плана местности и проводить на новом техническом и методическом уровне школьный географический практикум, являющийся неотъемлемой частью системы обучения географии в школе. Перечисленные возможности ГИС «Живая география», в том числе создание 3D моделей местности, подключение GPS приемника и интеграции данных о динамике ландшафта с помощью цифровой лаборатории для проведения полевых исследований с последующим картографированием местности-неотъемлемая часть современного исследования состояния ландшафта.

Приведенные примеры иллюстрируют возможности ГИС как инструмента решения пространственных задач. Множество задач, решаемых современными ГИС, – научных, прикладных, образовательных, наконец, бытовых, – не поддается исчислению, складываясь из необозримого числа достойных внимания и описания объектов реальности, помноженных на разнообразие мотивов и целей человеческой деятельности.

С помощью ГИС в образовании происходит интеграция географической, пространственной информации и данных в процесс обучения и подготовки высококвалифицированных кадров для решения задач описания процессов и явлений нашей планеты.

Литература

1. «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКОЛЬНОЙ ГИС» (ЖИВАЯ ГЕОГРАФИЯ) МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ ГЕОГРАФИИ. Москва, 2008
2. Д.В. Новенко, Н.Н. Петрова, А.В. Симонов, Е.В. Смирнова Информационный источник сложной структуры «Использование школьной ГИС (Живая География)». Методическое пособие для учителя географии– М., – 304 с.
3. «Живая География 2.0». Школьная геоинформационная система: Методические рекомендации.– М., – Д. В. Новенко, 118 с.

SUMMARY

GIS «LIVE GEOGRAPHY» IN TEACHING LANDSCAPE

Nizharadze George

*Moscow Pedagogical State University, Department of Economical and Social Geography, Russia
e-mail: ga.nizharadze@mpgu.edu ; esgedu.ru*

To achieve the goals in teaching geography in modern, digital socium was created GIS «Live geography» (GIS L.G.). GIS L.G. can help learners of all ages understand the world around them. GIS L.G. helps students and educators engage in studies that promote critical thinking, integrated learning, and multiple intelligences at any grade. GIS L.V has tools for creating and editing digital maps, measurement and calculation of distances and areas, construction of 3D-models, remote sensing data processing, such as digital satellite images, as well as tools for working with databases.