

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА



На правах рукописи

КЛИМАНОВА Оксана Александровна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАНОВЕДЕНИЕ:
ФОРМИРОВАНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

1.6.21. Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора географических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Официальные оппоненты: **Бочарников Владимир Николаевич**, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН (г. Владивосток)
Стрелецкий Владимир Николаевич, доктор географических наук, доцент, заведующий отделом социально-экономической географии, Институт географии РАН (г. Москва)
Ямашкин Анатолий Александрович, доктор географических наук, профессор, декан географического факультета, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева (г. Саранск)

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

Защита состоится 30 ноября 2022 года в 11.00 на заседании диссертационного совета 99.0.075.03 (Д 999.228.03) при ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр РАН», ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова» по адресу: 364051, Чеченская Республика, г. Грозный, пр. Х.А. Исаева, д. 100.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, подписанные и заверенные печатью организации, просим высылать по адресу: 346051, Чеченская Республика, г. Грозный, пр. Х. Исаева, д. 100, на имя ученого секретаря диссертационного совета 99.0.075.03 (Д 999.228.03) З.Ш. Гагаевой.

E-mail: geodissovet@mail.ru; тел./факс 8(8712)223607.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке «ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова» и на сайтах: https://gstou.ru/science/dissertation_council/, vak.minobrnauki.gov.ru

Автореферат разослан « _____ » _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

99.0.075.03 (Д 999.228.03)

кандидат географических наук



З.Ш. Гагаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Постановка проблемы и ее актуальность. Спустя восемь десятилетий после введения К. Троллем в научный оборот слова «геоэкология» (1939) методологическая база этого научного направления все еще не обладает стройностью и единством. В отечественных науках о Земле пик длительных и активных дискуссий о предмете и методах геоэкологии пришелся на 1990-е – первую половину 2000-х гг. (эти вопросы последовательно рассматривались в работах С.Б. Лаврова, А.Т. Трофимова, С.П. Горшкова, В.И. Осипова, Г.Н. Голубева, Н.А. Ясаманова, Б.И. Кочурова, В.А. Николаева, И.А. Карловича, К.М. Петрова, А.В. Евсеева, Т.М. Красовской, В.Т. Трофимова). Затем число публикаций по теории геоэкологии сократилось, хотя интерес к данной проблематике сохранялся (в частности, в работах И.Е. Тимашева, О.А. Климановой, В.Н. Солнцева и др.). Однако единая точка зрения на объект, предмет и методологию «новой» – междисциплинарной геоэкологии так и не были сформированы. Более того, несколько параллельных трактовок геоэкологии в настоящее время, даже в рамках географии, настолько очевидны и подкреплены результатами исследований, что позволяет рассматривать этот плюрализм как неотъемлемую черту современной картины геоэкологического знания.

Опираясь на принятую в географии пространственную иерархию и топологическую приуроченность объектов (это указание дано А.А. Тишковым и В.И. Осиповым), геоэкология в настоящее время нуждается в разработке собственной методологии и методов исследований для разных территориальных уровней и одновременной ревизии таковых, уже существующих в географии. В условиях глобальных изменений природной среды, различий в региональных откликах на них и необходимости дифференцированного ответа на происходящие изменения на уровне стран и макрорегионов мира особую актуальность приобретает разработка методологии исследования территориальных систем мезомасштабного уровня, в том числе геоэкологических районов.

Формирование, траектории экологического развития и, тем более, современное состояние таких систем определяются действием не только природных, но и историко-культурных и социально-экономических факторов. Главной информационной базой для исследований таких территориальных систем становятся глобальные геопространственные данные; на основе геоинформационного моделирования они позволяют создать достоверные модели взаимодействия в пространстве факторов разной природы, определяющие, в том числе, и региональную неоднородность территории.

Указанные причины – изменение характера исходных данных, переосмысление природы возникновения экологических проблем и динамичность тенденций мирового развития – актуализируют задачу формирования и обновления концептуального аппарата геоэкологического страноведения – как самостоятельного синтетического научно-исследовательского направления в рамках географии, исследующего в том числе проблемы взаимодействия природы и общества на мезомасштабном уровне. Разработка методологии и алгоритмов исследований таких систем с позиций междисциплинарного подхода составляет суть представляемой диссертационной работы.

Степень разработанности проблемы Территориальные системы мезомасштабного уровня, возникающие в результате взаимодействия общества и природы, исследуются в отечественной географии параллельно в рамках природоведческой и общественно-географической ветвей науки. В рамках ландшафтоведения и геоэкологии разработаны учение об антропогенных ландшафтах (Ф.Н. Мильков), классификация современных ландшафтов (А.М. Рябчиков, Л.И. Куракова), выполнено их картографирование на глобальном уровне (Е.В. Миланова, Э.П. Романова и др.), предложена геоэкологическая классификация ландшафтов (В.А. Николаев). Э.П. Романовой с соавторами введено понятие ландшафтно-геоэкологической системы (ЛГЭС), Б.И. Кочуровым предложено понятие геоэкосоциосистем (природно-хозяйственных систем) и разработаны принципы экодиагностики на региональном уровне. А.Г. Исаченко обосновал

выделение ландшафтных макрорегионов и выполнил их картографирование на глобальном уровне. Подходы к выделению интегральных единиц природно-антропогенного генезиса на глобальном уровне предложены в рамках концепции антропогенных биомов и ландшафтно-экологических единиц (*ecological land unit*).

Концептуальные основы страноведения рассмотрены в работах В.М. Гохмана и Я.Г. Машбица. Ими развита идея проблемного страноведения, в фокусе которого стоят в том числе и проблемы взаимодействия общества и природы. Теория страноведения подробно изложена в работах Н.С. Мироненко. А.И. Трейвишем предложена классификация современного страноведения как комплекса географических наук. Типология стран В.В. Вольского получила развитие в работах А.С. Фетисова по эволюционному страноведению. В конце 2000-х гг. появились немногочисленные работы, интегрирующие экологический и страноведческий подходы (в частности, работы Д.В. Севастьянова).

Вопросы использования оценок природно-ресурсного потенциала для выделения сходных частей территории подробно рассмотрены в трудах по природно-ресурсному, ресурсно-хозяйственному и природно-хозяйственному районированию (Ю.Г. Симонов, Г.А. Приваловская, Т.Г. Рунова, П.Я. Бакланов, И.Н. Волкова, Т.Г. Нефедова и др.). В ряде работ этих авторов ставится знак равенства между природно-хозяйственными и геоэкологическими системами, что создает основу для междисциплинарных исследований взаимодействия природы и общества.

В то же время, вопросы интеграции достижений и методов гуманитарных и естественно-географических наук для анализа взаимодействия общества и природы пока не получили должного развития (за исключением, географической концепции культурного ландшафта). Относительно слабо разработаны в современной геоэкологии вопросы оценки вклада историко-культурных факторов в формирование геоэкологических систем на мезомасштабном уровне; нуждается в анализе и теоретическом обосновании вопрос соотношения природных, историко-

культурных и социально-экономических факторов при формировании мезомасштабных геоэкологических систем.

Цель исследования – разработка теории геоэкологического страноведения в части развития представлений о факторах и процессах формирования мезомасштабных геоэкологических систем

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие **задачи исследования**:

определение места и отличительных особенностей мезомасштабных геоэкологических систем и формирование концептуальных основ геоэкологического страноведения;

разработка подходов и методов выделения геоэкологических районов на уровне материка на основе синтеза геопространственных данных;

анализ вклада природных, социально-экономических и историко-культурных факторов в формирование территориальной структуры мезомасштабных геоэкологических систем (на примере отдельных репрезентативных территорий);

выявление значимых свойств мезомасштабных урбанизированных геоэкологических систем и их зеленой инфраструктуры, а также ее вклада в формирование благоприятной городской среды.

Объект настоящего **исследования** – мезомасштабные геоэкологические системы и их территориальная структура.

Предмет исследования – взаимодействие природных, социально-экономических и историко-культурных факторов в ходе формирования мезомасштабных геоэкологических систем. С учетом многообразия данных систем исследование проводилось для территорий разного типа и объектов разного территориального уровня. Среди них – Монголия и ее отдельные сомоны (районы); Африка как континент, ее природные зоны и геоэкологические районы; страны Средиземноморья и историко-культурный регион в целом; Бразилия, ее районы и штаты; Москва и прилегающие территории; крупнейшие города России и отдельных зарубежных стран; отдельные туристские территории и др.

Методологическая база. Теоретико-методологической базой работы стала созданная концепция геоэкологического страноведения как интегрального научного направления в рамках географии. В ее основу положены труды отечественной научной школы по изучению физической географии зарубежных стран – А.С. Баркова, Б.Ф. Добрынина, Е.Н. Лукашовой, Г.М. Игнатьева, А.М. Рябчикова, Э.П. Романовой, Л.И. Кураковой, Е.В. Милановой, Н.Н. Алексеевой, а также работы по региональному ландшафтоведению А.Г. Исаченко, В.А. Николаева, В.Н. Солнцева и др. В зарубежной литературе тематика геоэкологического страноведения находит отражение в различных отраслях научного знания и направлениях исследований, включая *Regional Environmental Sciences, Land Systems Sciences, Land Use Systems*.

Геоэкологическое содержание работы строится на теоретических положениях, изложенных в трудах Г.Н. Голубева, С.П. Горшкова, П.Д. Гунина, Б.И. Кочурова, Л.И. Кураковой, В.А. Николаева, Э.П. Романовой и др. Значительное влияние на формирование концепции оказали труды И.А. Витвера, И.М. Маергойза, В.В. Вольского, Я.Г. Машбица, В.А. Пуляркина, Л.В. Смирнягина, А.И. Трейвиша, А.С. Фетисова и др., в которых заложены основы комплексного и проблемного страноведения. В построениях, связанных с культурными ландшафтами, диссертанту многое дали идеи, высказанные в трудах Ю.Г. Саушкина, Ю.А. Веденина, В.Н. Калуцкова, Е.Ю. Колбовского.

Методы исследования. Основные результаты исследования получены с использованием историко-географического, статистического и сравнительно-географического методов, системно-структурного анализа, метода картографических обобщений с использованием геоинформационных технологий.

Исходные материалы, личный вклад автора, достоверность результатов. В основе диссертации лежат результаты, полученные лично автором или под его руководством в период 1994–2021 гг. Для разработки ее

различных разделов использованы результаты собственных полевых исследований на территории Монголии и Казахстана, данные полевых наблюдений во время поездок по изучению объектов природного и культурного наследия в странах Средиземноморья в 1996–2020 гг., а также прикладных работ по геоэкологической оценке в ряде регионов России. Важными исходными материалами также стали базы геопространственных данных Совместного исследовательского центра Европейской Комиссии (*Joint Research Centre European Commission*), *FAO-Geonetwork*, Всемирного фонда дикой природы (*WWF Terrestrial Ecoregions*), Университета Мэриленда, статистические данные базы *World Resources Institute*, Росстата, базы данных Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО и др.

Результаты, включенные в диссертационную работу, получены на основании исследований, проведенных с применением программного пакета *ArcMap* и программ анализа данных *Statistica* и *MS Excel*. Достоверность проведенного геоэкологического районирования подтверждается многочисленными эмпирическими данными о состоянии окружающей среды, этнокультурной дифференциации, процедурой ГИС-моделирования; значимость различных факторов районирования и степень индивидуальности выделенных районов подтверждена результатами статистического анализа. Основные выводы и рекомендации, сформулированные автором, обоснованы теоретически; защищаемые положения не противоречат материалам ранее опубликованных работ по данной тематике. Результаты работы были апробированы в ряде прикладных исследований, неоднократно докладывались автором на международных и всероссийских конференциях.

Автором лично разработана методология геоэкологического страноведения и районирования, выполнен анализ литературных и статистических данных, предложены подходы по верификации выделенных границ геоэкологических районов (расчеты и моделирование выполнены совместно с Е.Ю. Колбовским и Д.Н. Козловым), интерпретации данных о роли трансформации земельного покрова на зональном уровне (анализ проведен совместно с Н.Н. Алексеевой и другими сотрудниками кафедры

физической географии мира и геоэкологии), разработаны подходы к оценке состояния и экосистемных услуг зеленой инфраструктуры в урбанизированных районах (расчеты выполнены совместно с О.А. Илларионовой и Е.Ю. Колбовским).

Диссертант выступал руководителем и принимал участие в выполнении работ по проектам, поддержанным Российским фондом фундаментальных исследований «Географические факторы экономической самостоятельности регионов России», «Картографирование ландшафтно-геоэкологических систем», «Трансформация землепользования в ландшафтах мира: анализ и типология изменений», разработке Климатической стратегии города Москвы, раздела «Экологический каркас» рабочей версии Стратегии пространственного развития Российской Федерации, проекте *TEEB-Russia* по оценке экосистемных услуг России на разных территориальных уровнях, поэтому часть результатов получены им совместно с сотрудниками, аспирантами и студентами географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, а также других научных учреждений страны.

В работе выдвигаются следующие **защищаемые положения**:

1. Мезомасштабные геоэкологические системы формируются в условиях взаимодействия природных, историко-цивилизационных, этнокультурных геополитических, и социально-экономических факторов, что определяет интеграцию геоэкологического и страноведческого подходов при их исследовании.
2. Комплексное геоэкологическое районирование основано на сопряженной оценке территориальных ареалов действия природных и историко-культурных факторов, плотности населения и категорий земельного покрова, дополненной методами геоинформационного и статистического моделирования.
3. Состав и структура земельного (ландшафтного) покрова – важнейший индикатор современного состояния и траекторий краткосрочного развития мезомасштабных геоэкологических систем. В более длительной столетней и тысячелетней ретроспективе ее дополняет анализ исторических культурных

ландшафтов, состав и возраст которых отражает основные этапы и характер освоения территории.

4. Урбанизированные регионы представляют собой мезомасштабные геоэкологические системы, внешние границы и внутренняя структура которых определяются экспансией городской застройки. Состав, распределение по территориальным уровням и объем экосистемных услуг зеленой инфраструктуры в таких регионах свидетельствуют о направленности их экологического развития.

Научная новизна работы. Новизна научных результатов исследования заключается в следующем:

показано особое место территориальных систем мезо- и макроуровня в геоэкологии, обусловленное их формированием в результате взаимодействия физико-географических, историко-культурных (цивилизационных), социально-экономических, политико-административных, технологических и иных факторов пространственной дифференциации;

разработана методология анализа взаимодействия природных, историко-культурных (цивилизационных) и социально-экономических факторов в ходе формирования мезомасштабных территориальных систем;

на основе разработанной методологии предложены обобщенные алгоритмы и методики исследований объектов разного типа (материков, природных зон, макрорегионов, урбанизированных регионов и отдельных городов);

на основе геоинформационного и математического моделирования выделены и охарактеризованы геоэкологические районы разного иерархического уровня и типа (на примере Африки);

определен вклад историко-культурных (цивилизационных) факторов в формирование мезомасштабных геоэкологических систем (на примере Средиземноморья);

определены роль и вклад трансформации земельного покрова в формирование зональных территориальных систем;

показана роль зеленой инфраструктуры в формировании качества среды в урбанизированных регионах (городах) России и других стран;

оценены экосистемные услуги для крупнейших урбанизированных ареалов в России.

Практическая значимость работы. Результаты исследования могут быть применимы для разработки региональных стратегий и программ экологического развития территорий; при формировании и актуализации основ и инструментов экологической политики Российской Федерации в целом и для отдельных регионов, при реализации международных проектов в области экологии и природопользования и прогнозировании научно-технологического развития.

Они использованы при чтении учебных курсов для бакалавров и магистров по направлениям подготовки «География» и «Экология и природопользование» на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, в Московском государственном институте международных отношений (университете) МИД России, в Московском институте открытого образования, а также на программах повышения квалификации для работников образования в более чем 20 регионах России. Разработанные принципы геоэкологического страноведения составляют содержательную основу учебников для общеобразовательных учреждений по географии, подготовленных под руководством соискателя, вошедших в федеральный перечень Минобрнауки России и выдержавших более 20 изданий в 2004–2021 гг.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались автором в 2000–2021 гг.:

на 15 международных конференциях, в т.ч. на региональных конференциях и конгрессе Международного географического союза (Москва, Кёльн, Копёр), европейских конференциях *IALE* (Гент, Милан), конференции *EUROGEO* (Малага), Конгрессе ассоциации испанских географов (Сарагоса), конференциях Ассоциации региональных исследований (Лион, Палермо, Марракеш, Крайсчёрч);

более чем на 20 всероссийских и региональных научных конференциях в Москве, Санкт-Петербурге, Владимире, Воронеже, Оренбурге, Смоленске, Ярославле и других городах.

Особым каналом внедрения разработанного автором научного подхода стала подготовка статей для Большой Российской энциклопедии, посвященных природе и состоянию окружающей среды стран Африки, Азии и Латинской Америки.

Структура работы. Работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов, заключения, списка литературы и приложений.

Оглавление:

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАНОВЕДЕНИЯ

1.1. Разнообразие современных трактовок и тематик в геоэкологии

1.2. Мезомасштабные географические и геоэкологические системы

1.3. Страноведческий анализ и возможности его применения в геоэкологии

1.4. Комплексное геоэкологическое районирование и страноведение

ГЛАВА 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ: ПОДХОДЫ И АЛГОРИТМЫ

2.1. Выделение геоэкологических районов на основе экспертной оценки роли факторов (на примере Африки)

2.2. Проблема достоверности районирования и его верификация

2.3. Использование геоинформационного моделирования для формализации процедуры районирования

2.4. Группировка геоэкологических районов Африки по степени трансформации природной среды

ГЛАВА 3. ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

3.1. Методические подходы к изучению историко-культурных факторов в геоэкологическом страноведении

3.2. Природные и антропогенные факторы обособления и территориальной дифференциации Средиземноморского региона

3.3. Культурные ландшафты и объекты Всемирного наследия в Средиземноморье

ГЛАВА 4. ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРОВА В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

4.1. Глобальные базы данных земельного покрова и возможности их использования для картографирования геоэкологических систем

4.2. Процессы трансформации земельного покрова на зональном уровне

4.3. Соотношение природных и антропогенных факторов трансформации земельного покрова на разных территориальных уровнях

ГЛАВА 5. УРБАНИЗИРОВАННЫЕ РЕГИОНЫ КАК ОБЪЕКТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАНОВЕДЕНИЯ

5.1. Методические подходы к изучению территориальной структуры урбанизированных регионов

5.2. Урбанизация и трансформация земельного покрова урбанизированных регионов в конце XX – начале XXI века (на примере Москвы)

5.3. Экосистемные услуги зеленой инфраструктуры в крупнейших городах России

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Благодарности. Работа подготовлена в рамках текущих фундаментальных научных исследований кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Автор выражает благодарность своим коллегам, прежде всего, заведующей кафедрой Н.Н. Алексеевой и сотрудникам кафедры Е.Ю. Колбовскому, М.А. Аршиновой, Ю.С. Гринфельдт, поддерживавшим соискателя на всех этапах работы; Д.Н. Козлову, И.Л. Марголиной, С.Г. Сафронову, В.Е. Шувалову за ценные замечания и предложения в ходе формирования конкретных гипотез и выводов, а также своим ученикам О.А. Илларионовой, Д.С. Климову, Е.А. Северяковой, И.А. Селедчиковой, О.В. Царевой, Е.С. Хазиевой за помощь при выполнении отдельных направлений работы. С

чувством искренней признательности автор вспоминает об идейной поддержке ныне ушедших профессоров А.П. Горкина, П.Д. Гунина, Л.В. Смирнягина.

Публикации. Основные идеи и положения диссертации изложены в 88 научных работах автора общим объемом более 60 п.л., в том числе 23 публикациях (объемом более 15 п.л.) в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по географическим наукам.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Теория и методология геоэкологического страноведения

Библиометрический анализ отечественных и зарубежных научных публикаций с упоминанием слова *геоэкология* за 1994-2015 гг., а также исследовательских проектов и диссертаций по геоэкологии за 2014-2020 гг. позволил определить семь основных сформировавшихся направлений в геоэкологии. Из них в 2010-х гг. наиболее активно развивались «эколого-ландшафтное» и «природопользовательское». Объединяющее для работ этих двух направлений – широкое использование метода геоэкологических оценок характера и последствий антропогенного воздействия для природно-территориальных комплексов, экосистем, в т.ч. бассейновых и других территориальных объектов, трактуемых как системы. Фактически в таком виде геоэкология по предметному полю совпадает с отдельными направлениями географии, а ее объекты с геосистемами. Вслед за В.Т. Трофимовым, высказавшим аналогичное суждение о «геологической» геоэкологии, следует признать, что вопрос о возможности/необходимости создания комплексной методологии исследования взаимодействия человека и природы так и остается открытым.

Для дальнейшего движения в этом направлении принципиально важным является решение вопроса о формировании геоэкологических систем и их отличии от географических. Мы придерживаемся точки зрения о том, что в целом ряде случаев географические системы могут быть

интерпретированы и как геоэкологические (примером такой системы выступает, например, природно-антропогенный или современный ландшафт). В то же время, если в географическом пространстве системообразующим процессом выступает взаимодействие человеческих общностей (народов, стран) с природой могут формироваться иные – геоэкологические – системы, отличные по своему составу и территориальным проекциям от географических. Взаимодействие природных, социально-экономических и историко-культурных факторов их формирования достигает максимального уровня синергии на мезомасштабном уровне, где масштаб действия факторов относительно соразмерен. Таким образом, **мезомасштабные геоэкологические системы** - системы регионального и макрорегионального уровней, формирование которых происходило в ходе антропогенизации географической оболочки, проявлявшейся как результат разнообразного взаимодействия природных, историко-цивилизационных, этнокультурных, геополитических, и социально-экономических факторов.

Для изучения таких систем целесообразно использование методологического аппарата, сформированного не только в рамках ландшафтоведения, но страноведения – отрасли географии, традиционно занимающейся изучением территориальных систем подобной размерности. Объект геоэкологического страноведения - взаимодействие географического пространства и человеческих общностей – этносов, наций, социумов, в том числе и в историческом аспекте, а предмет – территориальные проекции таких взаимодействий. Территориальные единицы, с которыми «работает» геоэкологическое страноведение, это не только единицы «промежуточного» - между глобальным и локальным – уровня физико-географической дифференциации, но и системы, развитие которых происходит, в том числе, под влиянием историко-культурных, геополитических и цивилизационных факторов, т.е. страны, экономические и цивилизационные макрорегионы, историко-культурные регионы и др.

Методология геоэкологического страноведения основана на представлении о том, что территориальная структура мезомасштабных

геоэкологических систем – это результат взаимодействия факторов разной природы – природных, социально-экономических, историко-культурных, геополитических и др. Каждый из этих факторов определяет формирование собственной территориальной матрицы дифференциации географического пространства.

Исходя из этого, возможны, как минимум, три варианта взаимного расположения ареалов геоэкологических систем и ареалов действия отдельных факторов. Первый предельный случай - матрица-реплика, когда все границы всех ареалов близки друг другу. Второй - матрица-конгломерат – возникает в районах с высоким природным, историко-культурным и социально-экономическим разнообразием, где границы систем, образованных каждым из факторов, существенно расходятся с границами геоэкологических систем. Наконец, возможна и промежуточная матрица с частичным совпадением либо расхождением контуров.

Данный «матричный» подход может продуктивен при анализе соотношения границ геоэкологических районов (район – наиболее часто используемое в географии для обозначения единиц мезомасштабного уровня понятие) и ареалов распространения народов, историко-культурных областей, единиц административно-территориального деления и др. В общем случае границы и конфигурация геоэкологических районов (как и других территориальных систем) определяются набором действующих факторов, степенью преобладания (наличием или отсутствием ведущей роли) одного из них и временем начала активного действия каждого.

В реальности нашему изучению и пониманию лучше поддаются предельные случаи сочетания факторов, степени их проявления и времени вступления в силу. Так, в горных районах или районах с экстремальными природными условиями и низкой плотностью населения будет ярко выражена роль природных факторов, а остальные будут «приглушены». В районах с относительно благоприятными природными условиями, высокой плотностью населения и длительной историей освоения на уже трансформированных территориях выше роль социально-экономических и

историко-культурных факторах. Промежуточный вариант обнаруживается в районах с преимущественно зональным распределением ландшафтов, сохранившейся традиционной структурой хозяйства и разнородным этническим составом. Частный случай действия социально-экономических факторов представляет собой возникновение урбанизированных ареалов, где этот фактор значительно преобладает над остальными.

Несмотря на, очевидно, большую повсеместную длительность действия природного фактора по сравнению с общественно-географическим, есть и исключения из этого правила. Они связаны с наступлением стихийных явлений, природных катастроф и др., которые могут радикально изменить матрицу дифференциации. Такое же – катастрофическое – следствие из факторов общественно-географической дифференциации может вызвать смена государственного строя или процесс деколонизации в стране или даже материке (например, в Африке к югу от Сахары), сказывающийся на характере ведения хозяйства и приводящий к смене традиционных хозяйственных укладов.

Линейка размеров объектов мезомасштабного уровня чрезвычайно широка; так как принадлежность к мезомасштабным системам определяется как промежуточным положением в ряду территориальной организации геосферы или социосферы, так и масштабом проявления системообразующих процессов. В этой связи к таким системам могут относиться и урбанизированные регионы, и значительно большие по площади природные зоны с экстенсивным типом хозяйственного освоения. Это отличает мезомасштабные системы от традиционной строгой иерархии объектов в физической и социально-экономической географии.

В диссертации рассматриваются различные направления исследования мезомасштабных геоэкологических систем в рамках геоэкологического страноведения. Методология геоэкологического районирования апробирована на примере Африки. Средиземноморье выбрано в качестве примера мезомасштабной геоэкологической системы, где наиболее очевидна роль историко-культурных формирования ее внутренней структуры. Роль трансформации земельного покрова как важного фактора формирования

мезомасштабных геоэкологических систем на зональном уровне проанализирована для природных зон различных материков. Роль урбанизации в формировании и трансформации внутренней структуры мезомасштабных геоэкологических систем рассмотрена на примере крупнейших городов России и мира.

Глава 2. Геоэкологическое районирование: подходы и алгоритмы

Содержательно геоэкологическое страноведение тесно связано с районированием, так как общая цель обоих может быть сформулирована как выявление индивидуальных особенностей территорий, определяемых взаимодействием природы и общества в контексте глобальных проблем. Страноведческое изучение территории невозможно без анализа ее региональных различий, приводящих к образованию районов. В главе рассмотрены подходы, методы и результаты комплексного геоэкологического районирования, выполненного на примере Африки. Полагая, что комплексные геоэкологические районы представляют собой один из видов тотальных районов, закономерно учитывать при их выделении как природные, так и социальные, исторические, культурологические и, опосредованно, экономические факторы. На основе изученных теоретических подходов к районированию было высказано предположение, что границы геоэкологических районов могут быть проведены «сверху» – от уровня материка в целом до уровня геоэкологического района низшего порядка с использованием границ операционно-территориальных единиц различных видов районирования. Схематичным отражением последних служат следующие базовые для геоэкологического районирования Африки карты: физико-географического районирования (ландшафтная структура территории), речных бассейнов (бассейновая структура), ареалов проживания языковых макросемей (этнолингвистическая структура), политико-административного устройства (политическая карта), плотности населения (интегральный индикатор антропогенной нагрузки). Все указанные ареалы были оцифрованы в программе *ArcMap* и составили основу базы данных

комплексных геоэкологических районов, полученных в ходе векторного наложения слоев

Исходя из подходов мягкого районирования была выдвинута гипотеза о том, что комплексные геоэкологические районы образуют трехуровневую систему территориальной организации.

Геоэкологические районы первого порядка (макрорегионы) обладают общностью геоструктурного плана и макрорельефа, сходством макроклиматических условий (географический пояс и сектор) и своеобразием зональной структуры современных ландшафтов, а также особенностей бассейновой дифференциации. По принципиальному подходу к выделению они близки с физико-географической страной, но, как и в случае с физико-географическим районированием, основанием для комплексного геоэкологического районирования на высоких таксономических уровнях становятся не столько зональные, сколько индивидуальные особенности территории.

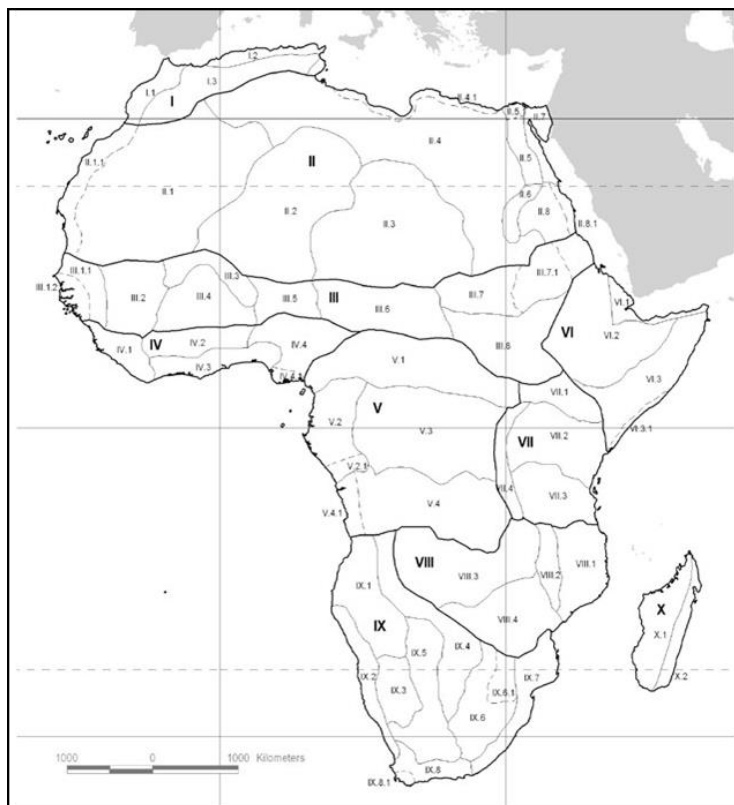
Геоэкологические районы второго порядка (мезорегионы) преимущественно выделены на основе общности истории цивилизационного освоения, этнолингвистического состава территории и типа хозяйственного освоения. На малозаселенных территориях (с плотностью населения менее 1 чел. на кв. км) для делимитации использовались ландшафтные и бассейновые факторы.

Геоэкологические районы третьего порядка (микрорегионы) выделялись на основе общности техногенного воздействия и проявления его последствий. Преобладание сельскохозяйственного освоения территории Африки определило фрагментарную представленность этих таксонов районирования и их локальный характер.

В результате экспертной оценки вклада факторов было выделено 10 геоэкологических районов первого порядка, 48 геоэкологических районов второго порядка и 13 – геоэкологических районов третьего порядка (рис. 1).

Для оценки достоверности выделения геоэкологических районов по результатам экспертной оценки вклада факторов мы использовали процедуру дискриминантного анализа, который относится к методам

многомерного анализа (Пузаченко, 2004). Для этого были использованы слои растровых данных, доступные на картографическом портале *FAO-GeoNetwork*, данные цифрового моделирования *GTOPO 30*, данные *CIESIN* (www.ciesin.org). Все данные были преобразованы в изображения с размером ячейки $0,5 \times 0,5$ градуса.



Фрагмент легенды (три порядка геоэкологических районов)

II – Сахара (Пустынный пояс): II.1 – Мавританская Сахара (*II.1.1 – Западно-Сахарский*); II.2 – Плато и горы сахарских туарегов; II.3 – Пустыни впадины озера Чад; II.4 – Северная и Восточная арабская Сахара (*II.4.1 – Присредиземноморский*); II.5 – Нижненильский оазис и дельта (*II.5.1 – Каирский*); II.6 – Нубия; II.7 – Приравийская Сахара; II.8 – Нубийская Сахара (*II.8.1 – Порт-Саудский*)

Рис. 1. Геоэкологическое районирование Африки

Далее для каждой ячейки были получены показатели плотности населения, абсолютной высоты, индекса аридности, различных категорий ландшафтного покрова, типов антропогенных биомов, затем при помощи программного пакета *Statistica* были определены средние значения

указанных показателей для каждого геоэкологического района. Применение средств дискриминантного анализа позволило получить следующие результаты: 1) для всей территории Африки – долю ячеек, однозначно отнесенных к своему району, 2) для каждого геоэкологического района – долю ячеек, однозначно отнесенных к этому району, 3) для каждой ячейки – наиболее вероятный район. В табл. 1 показана степень изолированности каждого геоэкологического района первого порядка в совокупном пространстве признаков.

Таблица 1

**Степень изолированности районов в пространстве
рассмотренных признаков**

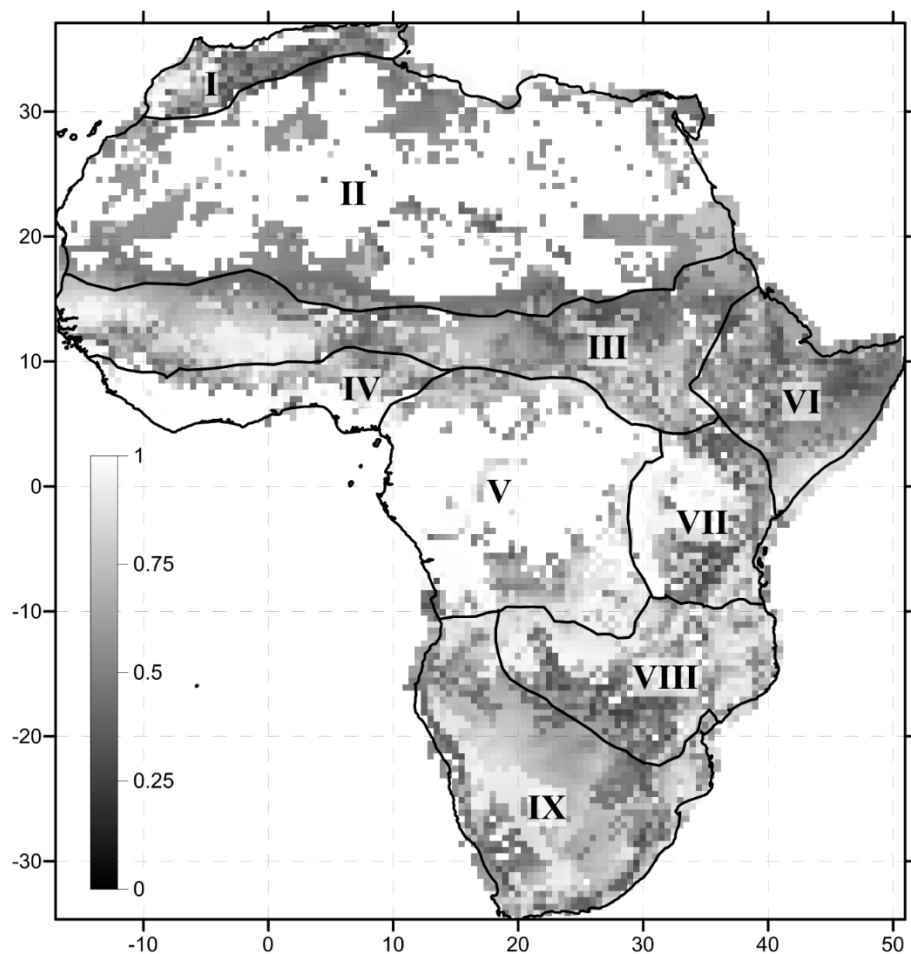
Макро- регион	Точ- ность, %	Предсказанное для каждого района число ячеек								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	30,9	344	114	172	12	0	11.0	20	0	442
II	90,4	336	11900	562	0	0	3.0	11	0	350
III	69,5	158	429	3852	94	42	2.0	42	544	382
IV	50,4	1	1	639	895	97	6.0	58	79	0
V	70,1	0	0	73	101	3998	9.0	0	1519	4
VI	16,7	0	276	712	3	15	406.0	179	190	646
VII	39,1	114	7	282	67	27	7.0	824	510	272
VIII	69,1	4	3	267	8	14	2.0	176	2140	481
IX	68,1	0	237	527	0	11	114.0	0	653	3290
Всего	69,5	957	12967	7086	1180	4204	560.0	1310	5635	5867

Источник: Климанова, Козлов, 2015

Общая определенность районирования составляет 70 % (именно столько ячеек на районированной территории однозначно относятся к одному из районов). Районы с самой высокой степенью определенности районирования (>70%) – Пустынный пояс (II) и Лесное Конго (V). Наименее определенный район – Абессомалия (VI). Как видно из данных таблицы, в пространстве признаков он пересекается с районами III (Судано-Сахельский коридор) и IX (Южная и Юго-Западная Африка). Магриб (I) также имеет много пересечений с этими районами, а также с Пустынным поясом (II). У района VII (Высокие плоскогорья Восточной Африки) много общих признаков с районами VIII, IX и III. Район IV (Леса и лесосаванны Гвинейского побережья) пересекается в пространстве признаков с районом

III. Три оставшихся района с достаточно высокой определенностью районирования (68–69%) – Судано-Сахельский коридор (III), Юго-Восточная Африка (VIII), Южная Африка (IX) – в пространстве признаков пересекаются между собой.

Как уже указывалось выше, дискриминантный анализ позволил разделить геоэкологические районы Африки по степени достоверности выделения. Для каждой ячейки определена вероятность ее отнесения к «своему» району (рис. 2).



Источник: Климанова, Козлов, 2015

Рис. 2. Вероятность отнесения ячеек к геоэкологическим районам первого порядка

Чем светлее ячейка на рисунке, тем выше степень вероятности. Максимальные значения вероятности характерны для ячеек в центральной части Лесного Конго, южной части района Лесов и лесосаванн Гвинейского побережья, а также большей части ячеек Пустынного пояса. Наименьшая

вероятность (самый темный цвет) отмечена на периферии районов Эфиопское нагорье, Судано-Сахельский коридор и Южная и Юго-Западная Африка. Таким образом, на территории каждого района есть ареалы с высокой степенью определенности – «ядро района» и «периферия». Хуже всего ядро выражено в Эфиопском нагорье и Судано-Сахельском коридоре.

Наиболее хорошо выделяются районы, радикально отличающиеся по своим свойствам от остальных, – пустынные районы Сахары и влажные леса впадины Конго. Пустынный пояс Сахары большей частью равнинный, аридный, малоиспользуемый, он сильно отличается от остальной территории Африки. При этом, как видно на рис. 2, в его пределах отчетливо выделяются области, свойства которых отличаются от свойств большинства ячеек района. К ним относятся складчато-блоковые нагорья в центре и на южной периферии (особенности их рельефа схожи с таковыми в районе Высоких плоскогорий Восточной Африки), оазис долины Нила и переходные полосы на юге и севере (схожи по аридности и типам земельного покрова с районами Магриба и Судано-Сахельского коридора, а также Южной Африки).

Реализованный подход дает дополнительные возможности для определения ядер типичности и периферийных частей территории, обладающих общими признаками со сходными районами. Эти результаты способствуют поиску «слабых мест» в границах районов и указывают на дальнейшие направления совершенствования методов районирования.

Дискриминантный анализ также позволил определить вклад той или иной переменной в формирование геоэкологических районов второго порядка. (табл. 2).

Отметим, что в данном случае речь идет не об анализе векторных ареалов районов (именно на этом была основана экспертная оценка факторов), а о работе с растровыми изображениями – именно в этом виде представлена большая часть тематических геоэкологических данных в глобальных базах. Из приведенной таблицы видно, что наиболее значимым для их выделения стала средняя по району плотность населения (*pop_avg*). Также высока роль и стандартного отклонения от средней плотности (*pop_StDev*), оно косвенно характеризует уровень урбанизации в районе, а

точнее, наличие в нем крупных городов. Вклад морфолитогенной основы характеризует значение абсолютной высоты (*gtopo_qd*), его вклад ниже, чем плотности населения. Группа показателей с индексом *lcv* относится к различной дифференцирующей роли категорий земельного покрова; из них наиболее значимы категории «вечнозеленые леса» (*lcv_1*) и «мозаика лесов и сельскохозяйственных земель» (*lcv_7*). Следовательно, для Африки данные о распределении плотности населения и категорий земельного покрова могут быть оценены как минимально достаточные для проведения геоэкологического районирования.

Таблица 2

Оценка вклада переменных в разделение территории на мезорегионы

Переменная	Критерий Фишера, <i>F</i>	Характеристика переменной
pop_avg	4281,66	Среднее значение плотности населения
pop_StDev	1146,15	Стандартное отклонение от средней плотности населения
gtopo_qd	1047,03	Абсолютная высота и уклоны местности
aridity_qd	680,48	Индекс аридности
npp_qd	667,77	Первичная продуктивность
cropland_qd	253,25	Распаханность
Принадлежность к типу земельного покрова		
lcv_1	543,55	Вечнозеленые леса
lcv_7	426,90	Мозаика лесов и сельскохозяйственных земель
lcv_8	206,28	Мозаика лесов и саванн
lcv_24	164,15	Каменистые россыпи
Принадлежность к типу антропогенного биома		
a_40_44	402,28	Пастбища
a_31_35	159,83	Пашни
a_51_52	145,08	Лесные земли
a_11_12	17,38	Селитебные земли

Расшифровка обозначений переменных приводится в работе на с. 111-112.

Исходя из полученных результатов, для каждого из геоэкологических районов первого и второго порядков были оценены распределение по категориям плотности населения (*CIESIN*) и земельного покрова (*Global Land Cover 2000*) (рис. 3). И на верхнем (макро-) и на среднем (мезо-) уровнях

организации районы, сходные по природно-зональным условиям образуют единые ряды по степени трансформации земельного покрова. Для лесных районов первого порядка этот ряд по суммарной доле категорий пахотных земель и мозаики лесов и сельскохозяйственных земель может быть выстроен следующим образом: Лесное Конго – Мадагаскар – Леса и лесосаванны Гвинейского побережья.

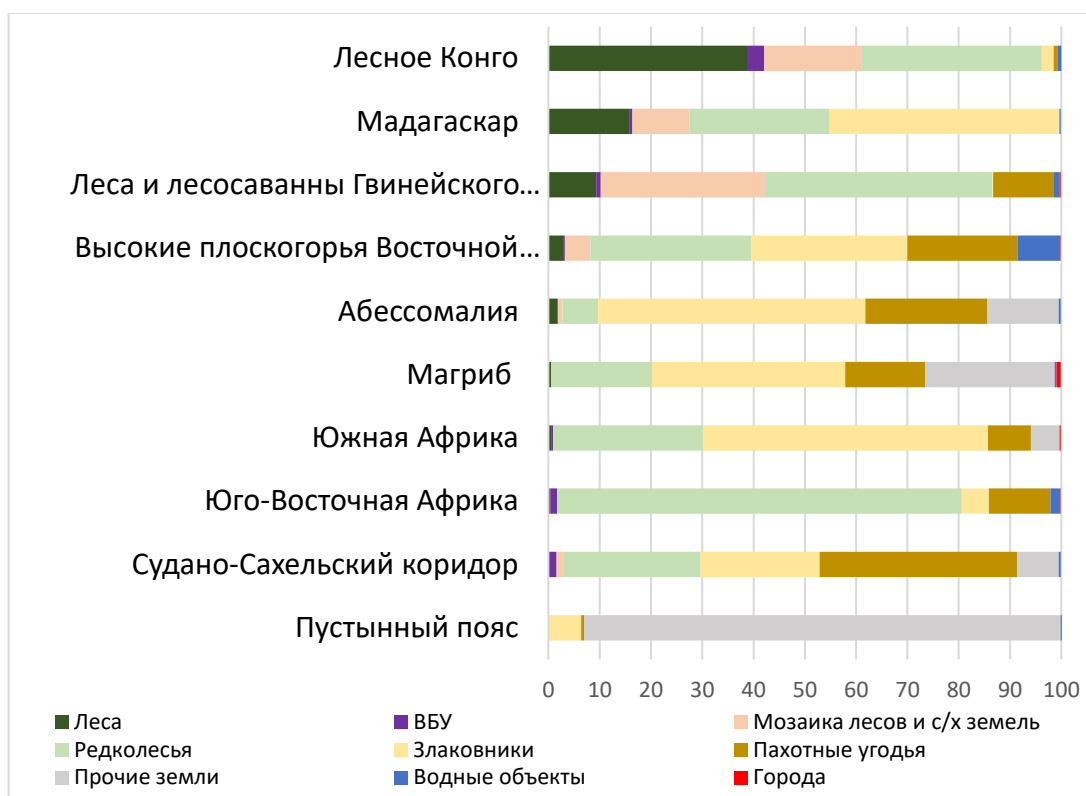


Рис. 3. Соотношение различных типов земельного покрова в геоэкологических районах Африки

Макрорегионы редколесно-саванновой группы имеют практически максимальные на материке доли территории, занятые пахотными землями - (от 8% в Юго-Восточной Африке до 35% в Судано-Сахельском коридоре). Доля редколесий, выполняющих важные средорегулирующие и продукционные функции, колеблется от 5% в Абессомалии до 80% в Юго-Восточной Африке. Злаковники, близкие в отечественной классификации опустыненным саваннам и полупустыням, занимают от 5 до 50%. Для этих регионов ряд выстраивается следующим образом: Южная Африка – Юго-

Восточная Африка – Высокие плоскогорья Восточной Африки – Магриб – Судано-Сахельский коридор – Абессомалия.

Геоэкологические районы второго порядка могут демонстрировать тенденции развития, отличные от макрорегиона в целом. По разнообразию спектров земельного покрова указанные районы были разделены на 6 типов. Из них два – земледельческо-лесной и земледельческий - характеризуются высокой долей трансформированных типов земельного покрова. В лесных районах тропической зоны с очень высоким соответствием типа земельного покрова современным климатическим условиям тип трансформации зависит от географического положения. В приморских районах происходит замещение лесов сельскохозяйственными угодьями и мозаикой лесов и пашен-плантаций, но доля лесов остается достаточно высокой. Внутренние части лесных регионов остаются пока еще лесными, сельскохозяйственная активность играет в них подчиненную роль и представлена натуральным хозяйством.

В саванново-пустынных регионах, где доля лесов ничтожно мала, их стабилизирующую роль принимают на себя редколесья и злаковники, а трансформация ландшафтов идет в пределах долин рек или озерных впадин, например, Белого Нила, Нигера или озера Чад. При этом, интразональные долинные ландшафты пустынных районов демонстрируют собственные, отличные от остальной территории района, траектории развития; они связаны с преобладанием длительного монодоминантного сельскохозяйственного воздействия. Выделение на основе анализа качества природной среды геоэкологических районов разного типа может быть территориальной основой для планирования региональных стратегий устойчивого развития как для материка в целом, так и для стран и их отдельных частей.

Рассматривая совпадение границ стран-государств с матрицей геоэкологической дифференциации для Африки в целом, необходимо отметить, что по этому признаку материк представляет собой матрицу-конгломерат. Причина этого, вероятнее всего, в катастрофическом по силе действия факторе социально-экономической дифференциации — колонизации, перекроившей карту материка, и последовавшей за ней

деколонизации. Общеизвестны последствия этого для формирования этнических и межгосударственных конфликтов. Последствия же этого с точки зрения геоэкологических проблем нуждаются в дополнительном исследовании, в том числе и в разрезе геоэкологических регионов.

Глава 3. Историко-культурные факторы формирования мезомасштабных геоэкологических систем

Наряду с геоэкологическим районом еще один из пример мезомасштабной геоэкологической системы – историко-культурный регион, в обособлении и внутренней дифференциации которого ведущую роль играют историко-культурные факторы. Истоки такого понимания были заложены еще в советской этнографии при разработке понятия о «хозяйственно-культурных типах», или группах, и о «историко-этнографических» («историко-культурных») областях. Левин и Чебоксаров (1951) подчеркивают, что «понятие историко-культурная область — категория историческая. Исходя из данного предположения, можно сформулировать гипотезу о том, что в каждый исторический период территория историко-культурного региона может быть представлена как совокупность ареалов распространения различных этносов либо цивилизаций со свойственными им культурными ландшафтами. Отработка этой гипотезы в работе проходила на примере Средиземноморья. Границы историко-культурного региона были определены на основе синтеза физико-географических, исторических и политико-административных подходов (Климанова, 2014). Примерно они соответствуют 31° и 45° с.ш. и 9°з. и 38° в.д. (включительно). В качестве источника исторической и археологической информации для реконструкции ареалов цивилизаций были использованы материалы базы данных Конвенции Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО (whc.unesco.org/en/list). В анализ были включены 486 объектов наследия из основного и предварительного списка.

Среди объектов Всемирного наследия в регионе преобладают возникшие в раннем Средневековье – в период византийской, арабской и раннехристианской цивилизаций. В то же время суммарно на Античную

Грецию и Древний Рим приходится почти 40% всех объектов, что подтверждает как давний срок освоения территории, так и «наложенность» различных исторических эпох в месте локализации объектов.

При рассмотрении всей совокупности объектов наследия в историко-культурном регионе отчетливо выделяются зоны с их разной плотностью объектов (рис. 4).

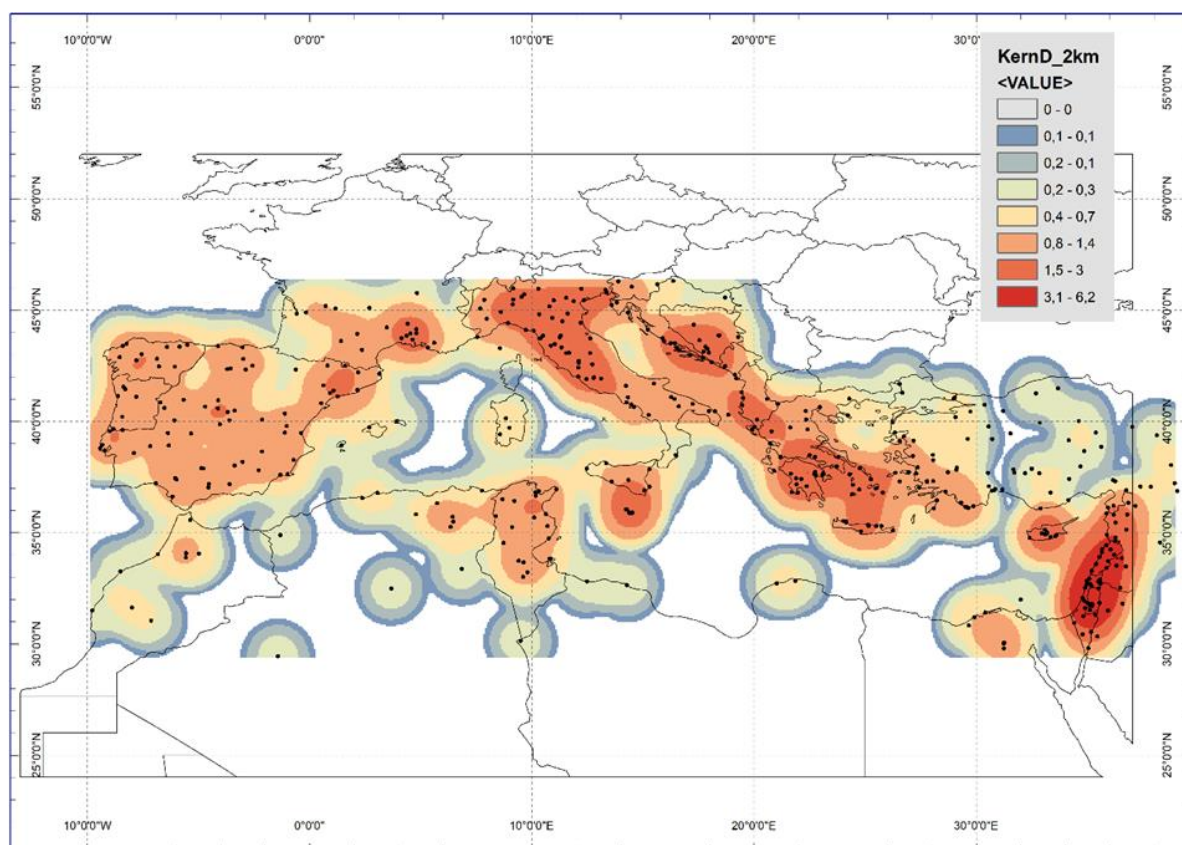


Рис. 4. Плотность объектов Всемирного наследия в Средиземноморье

Она максимальна в приморских районах Леванта, несколько ниже на севере и в центре Апеннинского района, Далмации, Южной Греция и греческих островах, в Провансе и на Мальте. По мере удаления от побережья в указанных районах она снижается. На Пиренейском полуострове, напротив, наиболее высокая плотность наблюдается на некотором удалении побережья. Фактически, карта демонстрирует наличие в пределах территориальной структуры как Средиземноморского историко-культурного региона, так и входящих в него отдельных районов ядра, полупериферии и периферии, характеризующиеся, прежде всего, плотностью объектов наследия цивилизационных эпох.

Природные и антропогенные факторы определяют разделение всего Средиземноморья на девять регионов: Пиренейский (П), Южно-французский (ЮФ), Апеннинский (А), Балканский (Б), Малоазиатский (М), Левантийский (Л), Нижненильский (НН), Магрибский (Мгр) и Островной (Остр). На основании данных о принадлежности к различным цивилизационным эпохам и типам объектов построены историко-геоэкологические портреты регионов, подчеркивающие индивидуальный характер каждого из них (примеры для Апеннинского, Балканского и Левантийского представлены на рис. 5).

Усредненный портрет района (оранжевая линия) демонстрирует нам три основных эпохи, оставившие след в ландшафтах - Древняя Греция, Древний Рим и Раннее Средневековье. Вклад остальных примерно одинаков и существенно ниже. Отклонение от усредненных значений в каждом из районов позволяет определить представленность и приоритет тех или иных эпох для их освоения. Так, для Левантийского района в сравнении со средними показателями выше среднего вклад в формирование культурных ландшафтов древнейших цивилизаций и эпохи Древнего Рима. Гипертрофирована по сравнению с другими районами роль античной и позднесредневековой эпох в Балканском районе.

Среди типов объектов в среднем по региону выше всего вклад развалин древних поселений и отдельно стоящих архитектурных объектов. Немного ниже показатель у исторических центров городов и культурных ландшафтов. Очень близок к среднему историко-геоэкологический портрет Левантийского района. У Балканского и Апеннинского районов выше среднего доля развалин древних поселений и культурных ландшафтов и городов (соответственно).

Историко-геоэкологические портреты районов свидетельствуют о высокой значимости для их территориальных структур исторических центров городов и культурных ландшафтов сельской местности, значительная часть которых представляет собой культурно-ландшафтные палимпсесты, т.е. сформирована либо на месте предыдущих ареалов освоения, либо с учетом их опыта. Максимальное число таких палимпсестов наблюдается в ядерных зонах районов, характеризующихся максимальной плотностью освоения.

Территориальная структура каждого из геоэкологических районов отражает двойственность их «природы». С одной стороны, на основании границ максимального распространения цивилизаций территория района может быть разделена на более мелкие однородные ареалы, каждый из которых характеризуется своим типом цивилизационных смен, их границы служат критерием для выделения районов более низкого порядка.

Границы этих ареалов до начала Средневековья часто совпадали с природными границами, формируя синтетическую матрицу. С другой стороны, в территориальной структуре каждого района выражена «ядерная» зона, где отмечается максимальное скопление объектов наследия и периферия, на которой представленность/сохранность культурных ландшафтов существенно ниже. Ареалы максимального распространения цивилизаций и ядерные зоны не всегда совпадают, рассмотрение причин этого явления требует отдельного исследования.

С позиций геоэкологического страноведения изучение Средиземноморского региона позволяет установить, что границы мезомасштабных систем изменчивы во времени, и эта изменчивость определяется не только природными, но и цивилизационными факторами. На ранних этапах освоения значимую роль в формировании мозаики освоения играют природные факторы, как это произошло на этапе древнейших цивилизаций, впоследствии они могут быть приглушены и уступить место историко-культурным/цивилизационным и определяемым ими социально-экономическим факторам.

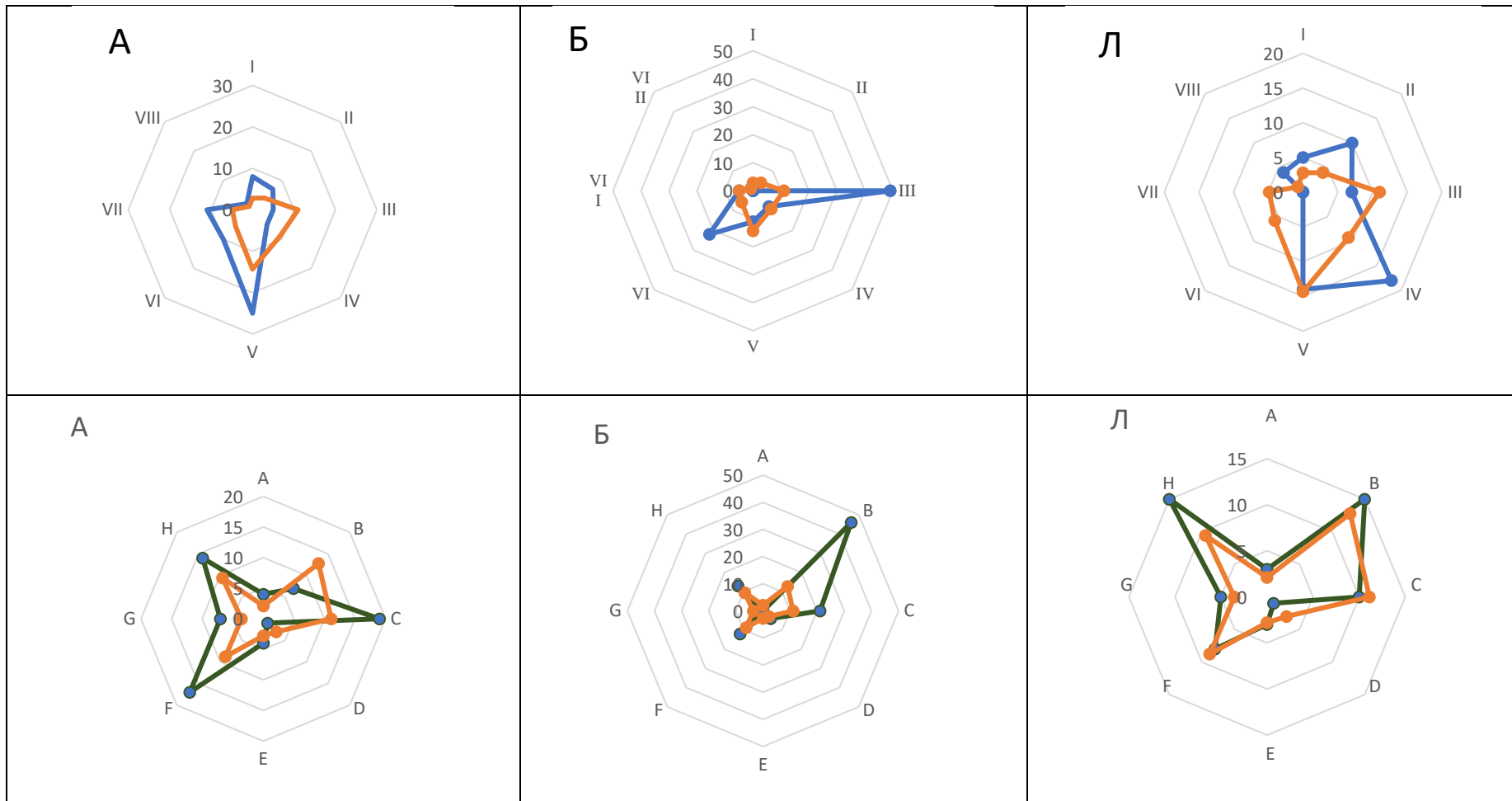


Рис. 5. Примеры историко-геоэкологических портретов регионов Средиземноморья

Верхний ряд – принадлежность к эпохам, нижний – к объектам. Цифрами обозначены: I – доцивилизационная, II – древнейшие цивилизации, III – Античная Греция, IV – Древний Рим, V – Раннее Средневековье, VI – Позднее Средневековье, VII – Новое время, VIII – Новейшее время. Буквами обозначены: A – наскальные рисунки, B – развалины древних поселений, C – отдельные архитектурные объекты, D – монастырские и замковые комплексы, E – храмовые комплексы и некрополи, F – исторические центры городов, G – системы природопользования, H – культурные ландшафты

Глава 4. Трансформация земельного покрова / землепользования и ее роль в формировании мезомасштабных геоэкологических систем

Как уже было указано, одна и та же территориальная система может рассматриваться и в качестве географической, и геоэкологической, если целью ее исследования становится изучение последствий антропогенного воздействия на природные комплексы. К мезомасштабным геоэкологическим системам в таком понимании могут относиться и таксоны регионального ряда геосистемной дифференциации, в частности, природные зоны.

Современная траектория развития геоэкологических систем с высокой долей достоверности может быть определена по результатам анализа изменений земельного покрова/землепользования. В нашей работе для анализа краткосрочной (десятилетней) динамики земельного покрова и оценки ее вклада в формирование зональных мезомасштабных геоэкологических систем использовались открытые данные *Global Land Cover Facility* за 2001-2012 гг., полученные на базе съемки *MODIS* с разрешением 5'x5'. Они выбраны в качестве наиболее адекватного источника на основании сравнения серии разновременных данных земельного покрова глобального уровня (Алексеева и др., 2017).

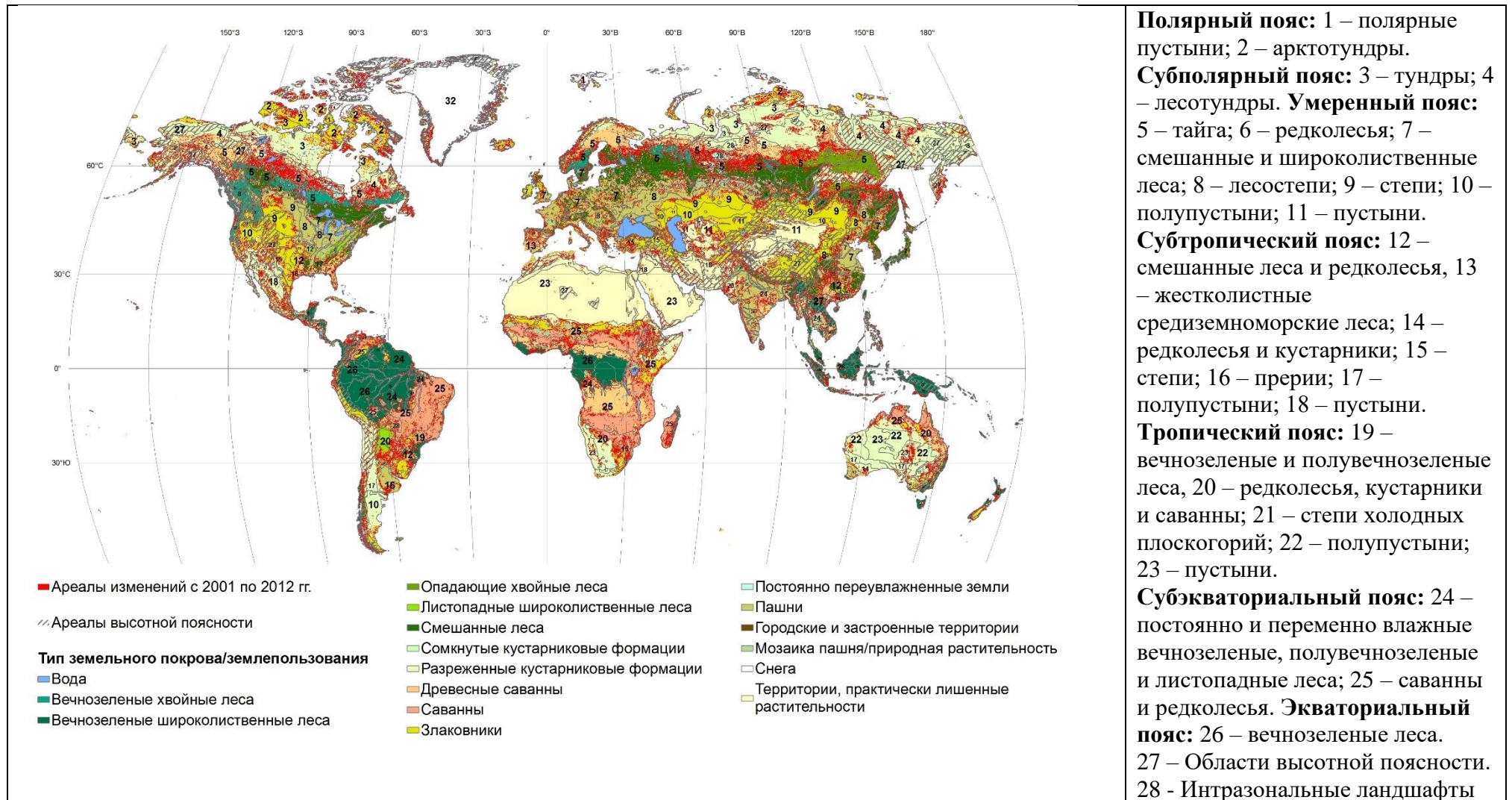
Легенда к карте земельного покрова включает 17 классов (от 0 до 16), соответствующих классификации Международной геосферно-биосферной программы (МГБП) (см. рис. 5). Границы природных зон, в которых проводился анализ трансформации земельного покрова, взяты из электронного Атласа мира «*ArcAtlas: Our Earth*». На карте (рис. 6) цветом показаны типы земельного покрова/землепользования по состоянию на 2012 г., границы природных зон изображены черной сплошной линией, цифровые индексы соответствуют зонам; области высотной поясности обозначены штриховкой. Ячейки, где произошли изменения земельного покрова, даны красным цветом.

Полученные результаты позволяют говорить о ведущих трендах землепользования за 2001–2012 гг., проявляющихся в глобальном масштабе, которые в значительной степени способны повлиять на структуру и динамику мезомасштабных геоэкологических систем. На основании

геоинформационного анализа выделено 43 типа переходов (занимающих более 1% от площади зоны), которые объединены в 13 процессов трансформации.

В умеренном поясе в лесных зонах изменчивость земельного покрова выше, чем в безлесных, а относительно других наименее динамичными оказались зоны пустынь. Для зоны тайги основной процесс – увеличение доли лесной растительности, дополняемый изменением породного состава лесов, в зоне смешанных и широколиственных лесов – зарастание сельскохозяйственных земель, преобладающее над распашкой. В зонах степей и лесостепей – распашка, которая в лесостепях частично, а в степях, судя по полученным данным, полностью компенсируется зарастанием сельскохозяйственных земель.

Более детальный анализ факторов трансформации земельного покрова и интерпретация выявленных процессов на макрорегиональном уровне проводилась на примере Бразилии. Наряду с данными о земельном покрове для определения генезиса процессов также привлекались статистические данные об использовании земель по единицам административно-территориального деления. Результаты показывают, что в 2001-2012 гг. основные процессы трансформации земельного покрова в штатах Бразилии были связаны с действием как природных, так и антропогенных факторов (Klimanova et al., 2017). В целом, вклад природных факторов выше в штатах Севера (за исключением штата Токантинс) и Северо-Востока страны (за исключением штатов Пиауи и Пернамбуку), в штатах Центр-Запада и Юга выше вклад антропогенных факторов. К таковым прежде всего относится развитие сельского хозяйства, в основном – колонизация новых сельскохозяйственных районов, поскольку страна все еще обладает значительными ресурсами неосвоенных и малоиспользуемых земель (в земледелии используется лишь около 1/3 территории Бразилии), конверсия пастбищ в земельные угодья, или превращение естественных пастбищ в искусственные (мелиорированные, засеянные высокопродуктивными злаковыми и бобовыми кормовыми культурами).



Источник: Климанова и др., 2018

Рис. 6. Ареалы изменений земельного покрова / землепользования в 2001-2012 гг.

Исследования на глобальном (зональном) и макрорегиональном уровнях в контексте формирования мезомасштабных систем свидетельствуют о следующем.

Структура земельного покрова внутри природных зон за десятилетие на глобальном уровне демонстрирует высокую динамичность (от 3,5 до 20% площади зон претерпели те или иные изменения). В то же время ареалы максимальной изменчивости образуют широтные полосы размерностью в несколько сотен километров, различающиеся на одну-две ступени по основным экологическим шкалам (шкала среднегодовых температур, аридность – влажность, шкала высотных ступеней). В тропической зоне они чаще приурочены к границам природных зон, во внетропической занимают «ядерные» части зоны, например, в тайге. По-видимому, подобные ареалы изменений могут быть интерпретированы как мезомасштабные геоэкологические системы, формирование которых происходит в условиях взаимодействия природных и антропогенных факторов. Их совокупность может образовывать новую территориальную структуру на зональном уровне.

Соотношение вклада природных и антропогенных факторов в формирование таких систем на зональном уровне достоверно определить довольно сложно. Более обоснованно можно это сделать на макрорегиональном уровне с привлечением национальной сельскохозяйственной статистики. Так, для Бразилии достоверно выявляются ареалы антропогенизации ландшафтов, которые могут быть интерпретированы как мезомасштабные геоэкологические системы более низкого порядка.

Третий вывод касается методики исследований. Анализ структуры земельного покрова по зонам свидетельствует, что две наиболее широко представленных категории в пределах зон – это злаковники и разреженные кустарниковые формации, в отдельных зонах, например, полупустынях они формируют до 90% площади. Как следствие, они участвуют и в большом количестве процессов трансформации, которые, как показано в главе, выглядят как наиболее универсальные для зон земного шара. В этой связи

для дальнейшего использования категорий земельного покрова для анализа процессов формирования мезомасштабных систем необходима и разработка иной классификации зон, отражающей, с одной стороны их соответствие климатическим условиям (базовое свойство природных зон), а с другой – территориальную структуру земельного покрова.

Глава 5. Урбанизированные регионы как особый тип мезомасштабных геоэкологических систем

Активное развитие процессов урбанизации, в т.ч. и появление мегагородов, определяет формирование новых типов мезомасштабных геоэкологических систем – урбанизированных регионов. Р.Т. Форманом было обосновано понятие урбанизированного региона с позиций ландшафтной экологии, выделены его функциональные зоны, предложена пространственная типология моделей урбанизации и оценена их роль с точки зрения трансформации пригородных территорий (2008). Его подходы получили развитие в работах проекта Atlas of Urban Expansion (Shlomo et al., 2012), где на основе данных дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования предложена типология городского земельного покрова в зависимости от характера застройки и степени озелененности.

Территориальная структура урбанизированных регионов представляет мозаику застроенных, незастроенных и озелененных ячеек городского пространства. На смену понятию природного или экологического каркаса (хорошо известного в отечественном градостроительстве) на территориях со значительной преобразованностью природной среды (например, в странах Европы) приходит понятие зеленой (или водно-зеленой) инфраструктуры. В городах под ней понимают совокупность незапечатанных территорий (в т.ч. озелененные территории, городские лесопарки, особо охраняемые территории, сельскохозяйственные земли), оказывающих населению широкий спектр экосистемных услуг (Green infrastructure, 2009).

Указанные подходы апробированы нами для ряда урбанизированных ареалов в России и мире (в т.ч. крупные города Канады, Латинской Америки,

Центральной Азии). На примере Москвы - крупнейшего по численности населения города Европы – показано, какие типы переходов между категориями земельного покрова были наиболее значимы в ходе процессов урбанизации в 1991-2014 гг. (рис. 7).

Открытая сельская местность с ее наиболее высоким средостабилизирующим потенциалом в этот период оказалась наиболее востребованной урбанизацией. Она испытывала воздействие всех типов застройки, и, кроме того, переходила в урбанизированные открытые и замкнутые открытые пространства, что в первом случае полностью сводило на нет ее экосистемные услуги, во втором – существенно их ограничивало.

Земельный покров в «Старой» и «Новой» Москве менялся достаточно динамично – в прежних (до 2012 г.) границах города изменения затронули 8,7%, на вновь присоединенных территориях – 12,5% площади ареала.

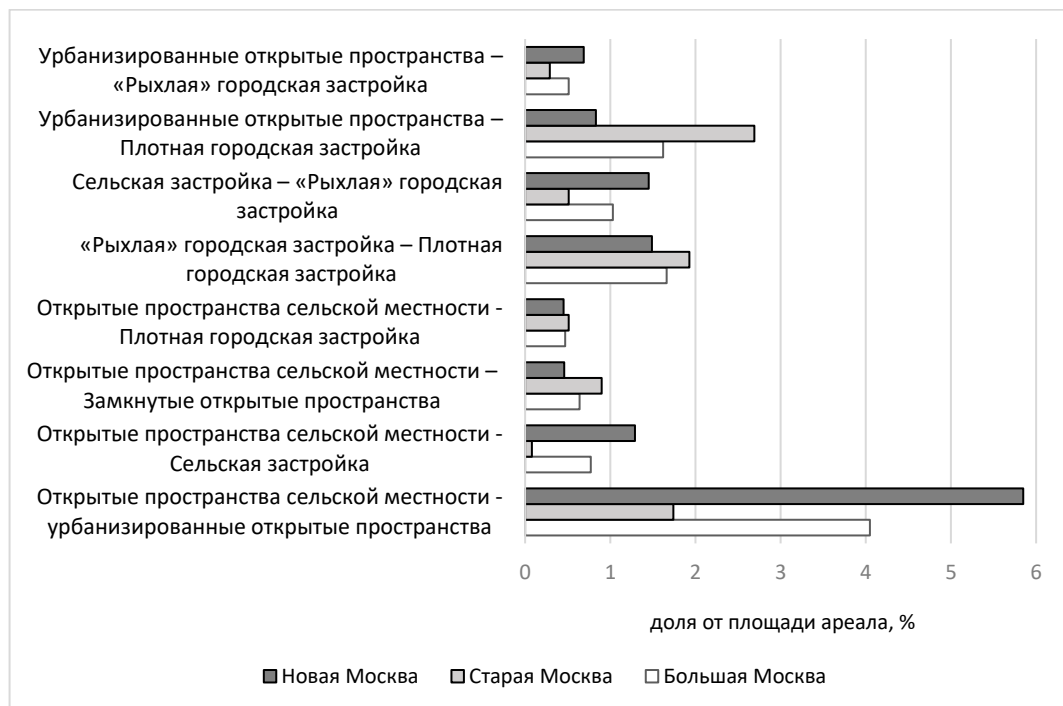


Рис. 7. Характер трансформации городской «ткани» в 2001-2014 гг.

В обоих ареалах преобладала экспансия городской застройки вовне - на ранее незастроенные территории. В Старой Москве площади, оказывающие основные экосистемные функции, сокращались со скоростью 0,3%, в Новой – 0,7% в год.

Конфигурация городского следа и темпы трансформации средостабилизирующих ареалов показывают, что процессы урбанизации в Московском регионе шли по самому неблагоприятному для зеленой инфраструктуры сценарию. Граница зоны сплошной застройки сдвигалась все дальше от Московской кольцевой автодороги. Судя по выявленным процессам включение в границы города новых территорий способствовало увеличению темпов трансформации земельного покрова (на первом этапе, впрочем, несильно) и, в будущем, вызовет дальнейшую фрагментацию сельской местности и увеличение площади типов землепользования с различной долей застроенности.

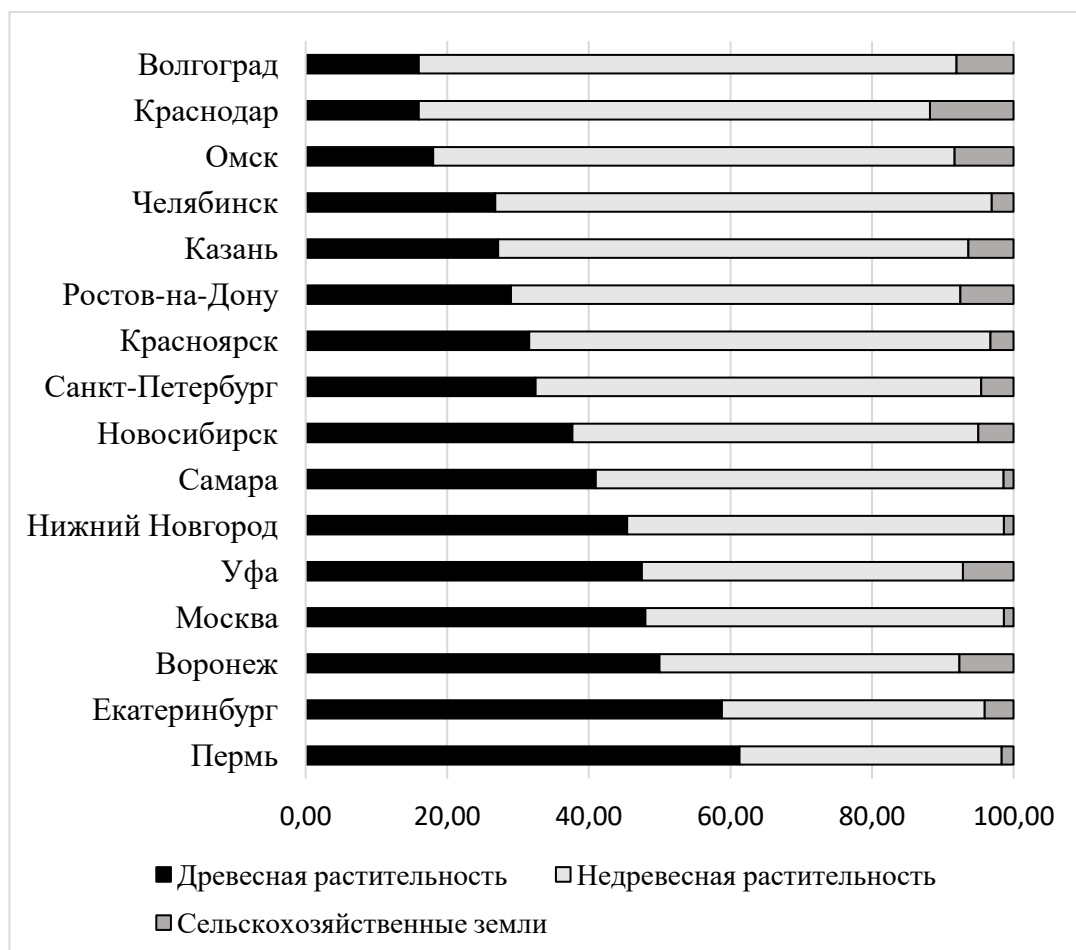
Для Лимы, Рио-де-Жанейро, Буэнос-Айреса и Ла-Пас установлено, что во всех городах (за исключением Лимы) трансформация зеленой инфраструктуры происходила на высших иерархических уровнях, в то время как внутригородская зеленая инфраструктура менялась незначительно. При этом, зеленая инфраструктура городов, расположенных в более аридных условиях, из-за более высокой доли искусственных насаждений в большей степени была подвержена колебаниям внутригородского землепользования. Аналогичные процессы выявлены и для постсоветских столиц Центральной Азии.

Состав зеленой инфраструктуры крупнейших (более 1 млн чел.) городов России определен на основе данных по распространению древесного покрова Университета Мэриленда¹ и картографического портала *Open Street Map* (Климанова и др., 2020). В ее составе выделено три класса – территории, занятые древесной и недревесной растительностью и сельскохозяйственные земли (рис. 8). Древесной растительностью разной сомкнутости в городах занято от 16 до 61%. В «безлесных» по природным условиям Волгограде и Омске лесистость самая низкая (16 и 18% соответственно), а в «лесных» Екатеринбурге и Перми - самая высокая (58,8 и 61,3%). В целом, в отношении лесной растительности выполняется правило – чем выше коэффициент увлажнения, тем выше доля древесной растительности (Klimanova *et al.*, 2021).

¹ https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.2.html

На основании полученных данных, а также открытой статистики Росстата был рассчитан предлагаемый (определяемый потенциалом экосистем) и необходимый (зависящий от свойств потребителя услуг) объем следующих экосистемных услуг: очистка воздуха от загрязнения, регулирование температуры воздуха, обеспечение продовольствием, создание условий для отдыха и рекреации.

Сопоставление предоставленного и необходимого объёмов услуг показывает, что наиболее «дефицитными» в крупных городах являются услуги по очистке воздуха от загрязнений. Это касается как выбросов от стационарных, так и передвижных источников. В то же время, уровень обеспеченности горожан рекреационными услугами, выявленный с использованием минимальных нормативов потребности людей в рекреационной зелёной инфраструктуре, в большинстве городов можно считать приемлемым.



Источник: Klimanova et al., 2021

Рис. 8. Состав зеленой инфраструктуры в крупнейших городах России

Зеленая инфраструктура пригородных территорий выполняет достаточно большой объем по обеспечению продовольствием, в частности, овощами и картофелем. Во всех без исключения городах наблюдаются явные пространственные диспропорции в распределении поставщиков и потребителей экосистемных услуг, связанные с конфигурацией зеленой инфраструктуры. Особо следует отметить, что расширение формальных городских границ за счет присоединения обширных пригородных районов, как в случае с Москвой, может значительно улучшить средние показатели обеспечения ЭУ, но, в реальности, никак не изменить ситуацию для большинства жителей города.

Зеленая инфраструктура в рассмотренных урбанизированных ареалах формирует несколько уровней пространственной организации. Самый крупный – региональный (агломерационный), более всего подвержен трансформации в ходе экспансии городской застройки и одновременно наиболее важен с точки зрения реализации средорегулирующих услуг. Городской – его конфигурация и размер, в значительной степени, задаются природными условиями и историей освоения города, в ходе развития урбанизированного ареала приоритетная задача на этом уровне – сохранение незастроенных городских пространств и снижение угрозы их фрагментации. Районный и квартальный уровни большей частью формируются специальными мерами по озеленению городских территорий и реализуют, прежде всего, приоритетные экосистемные функции зеленой инфраструктуры в городах – регулирование городского микроклимата и создание условий для отдыха и рекреации. Гипертрофированное развитие зеленой инфраструктуры на одном из указанных уровней не может компенсировать ее недостаток на другом. Иными словами, для устойчивого развития урбанизированных ареалов в интересах, прежде всего, человека, необходимо соблюдать соотношение между утратой зеленой инфраструктуры на более высоких уровнях и ее приращением на более низких. В то же время следует иметь в виду, что средорегулирующие способности утрачиваемых пригородных пространств могут быть в разы выше, чем у вновь создаваемых зеленых территорий в городской черте.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Взаимодействие географического пространства и человеческих общностей – этносов, наций, государств – определяют возникновение в нем геоэкологической системы территориальной дифференциации, в целом ряде случаев отличной от аналогичных физико- и экономико-географических. Разная природа факторов формирования обуславливает необходимость применения для исследования таких систем иной методологии, нежели для геоэкологических систем глобального и локального уровней.
2. На территориальную структуру и границы мезомасштабных геоэкологических систем влияют набор системообразующих процессов в составе факторов, время начала активного действия и степень проявления ведущей роли каждого из них. Мезомасштабные геоэкологические системы могут образовывать в пространстве две предельные формы территориальных проекций — синтетическую матрицу и матрицу-конгломерат, различающиеся по совпадению/расхождению границ геоэкологических систем с территориальными ареалами действия каждого из факторов.
3. Границы геоэкологических районов, выделенные с применением экспертного подхода, демонстрируют высокую степень совпадения с районами, смоделированными на основе геопространственных данных. По результатам дискриминантного анализа наиболее значимые признаки в разделении районов - плотность населения (средняя и стандартное отклонение от среднего), а также принадлежность к типу земельного покрова/землепользования. Эти признаки - минимально необходимые для проведения геоинформационного моделирования геоэкологических районов.
4. На ранних этапах общественного развития ареалы проявления природных и историко-культурных факторов формирования систем часто совпадают, в результате формируются однородные геоэкологические районы. Увеличение численности населения и интенсификация хозяйства вызывают дробление однородных ареалов и появление в их пределах новых ядер районообразования, которые часто характеризуются повышенной остротой геоэкологических проблем.

5. Среди современных зональных геоэкологических систем в краткосрочном диапазоне наиболее динамичны, сформировавшиеся в экотонных областях. На мезомасштабном уровне в условиях внетропической зоны их динамика в большей степени связана с природными факторами, а в тропической – с социально-экономическими.
6. Границы и конфигурация у геоэкологических систем меняются интенсивнее, чем у природных. В Средиземноморье сохранность таких систем оказалась выше на периферии цивилизационных ареалов и в районах, сохранявших стабильность климатических условий, в Африке – на территориях, обособленных по геоморфологическому признаку.
7. Зеленая инфраструктура в крупнейших городах России представлена лесами (в т.ч. лесопарками и охраняемыми природными территориями), недревесными насаждениями (искусственными и естественными лугами, водно-болотными угодьями) и сельскохозяйственными землями. Для удовлетворения потребностей горожан в основных экосистемных услугах доля зеленой инфраструктуры в урбанизированных ареалах должна составлять не менее 40% с равномерным распределением по всем уровням планирования.
8. На мезомасштабном уровне наиболее негативным процессом, влияющим на сокращение объемов экосистемных услуг, выступает трансформация землепользования на территориях незастроенной сельской местности. На внутригородском уровне важным процессом становится необоснованное с геоэкологических позиций рекреационное благоустройство на природных и близких к ним территориях, часто приводящее к сокращению объема средорегулирующих услуг.

Основные публикации по теме диссертации

Научные статьи, опубликованные в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по географическим наукам

1. Bukvareva E., Grunewald K., **Klimanova O.**, Kolbowski E., Shcherbakov A., Sviridova T., Zamolodchikov D. TEEB-Russia: Towards National Ecosystem Accounting // *Sustainability*. 2021, Vol. 13, No. 6678, pp. 1-26. IFwos 3.473.
2. **Klimanova O.A.**, Illarionova O.A. Green infrastructure indicators for urban planning: applying the integrated approach for Russian largest cities // *Geography, environment, sustainability*. 2020, Vol. 13, No. 1, p. 251-259. IF sjr2020 0,316.
3. Алексеева Н.Н., **Климанова О.А.**, Третьяченко Д.А., Банчева А.И. Траектории трансформации земельного покрова в зональных типах ландшафтов Индокитая // *Известия Русского географического общества*. 2019, № 4, с. 1-14. ИФ РИНЦ 0,595.
4. Богданов Е.А., **Климанова О.А.**, Гунин П.Д. Природные предпосылки и антропогенные факторы трансформации растительного покрова в пастбищных ландшафтах Центральной Монголии // *Известия Русского географического общества*. 2019, № 3, с. 55-72. ИФ РИНЦ 0,595.
5. **Климанова О.А.**, Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Науки о Земле*. 2018, том 63, № 2, с. 127-146. IF sjr2020 0,116.
6. **Климанова О.А.**, Третьяченко Д.А., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., Колбовский Е.Ю. Трансформация земельного покрова на глобальном уровне в 2001-2012 гг.: картографирование и анализ изменений // *География и природные ресурсы*. 2018. Том 39, № 3, с. 5-13. (Версия: **Klimanova O.A.**, Tretyachenko D.A., Alekseeva N.N., Arshinova M.A., Kolbovskii E.Y. Land cover transformation at a global level during 2001–

- 2012: mapping and analysis of changes // *Geography and Natural Resources*. 2018. Vol. 39. No. 3. P. 189-196.) IF sjr2020 0,38.
7. **Klimanova O.**, Kolbowski E., Illarionova O. Impacts of urbanization on green infrastructure ecosystem services: the case study of post-soviet Moscow // *Belgeo*. 2018, No. 4. IF sjr2020 0,161.
 8. Колбовский Е.Ю., **Климанова О.А.**, Бавшин И.М. Комплексный анализ факторов и последствий трансформации использования сельскохозяйственных земель в Смоленской области // *Региональные исследования*. 2018, т. 62, № 4, с. 96-106. ИФ РИНЦ 1,188.
 9. Илларионова О.А., **Климанова О.А.** Трансформация "зеленой инфраструктуры" в крупных городах Южной Америки // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2018. № 3, с. 23-29. IF sjr2020 0,298.
 10. **Klimanova O.**, Kolbowski E. Types of Cultural Palimpsest Landscapes in the Mediterranean Basin: Delimitation and Mapping // *European Journal of Geography*. 2017, vol. 8, No. 3, pp. 78-91. IF sjr2020 0,285.
 11. **Klimanova O.**, Naumov A., Greenfieldt Y., Bardy Prado R., Tretyachenko D. Recent regional trends of land use and land cover transformations in Brazil // *Geography, environment, sustainability*. 2017, Vol. 10, No 4, p. 98-116. IF sjr2020 0,316.
 12. Алексеева Н.Н., **Климанова О.А.**, Хазиева Е.С. Глобальные базы данных земельного покрова и перспективы их использования для картографирования современных ландшафтов // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2017. № 1. С. 110-123. IF sjr2020 0,125.
 13. **Климанова О.А.**, Колбовский Е.Ю., Курбаковская А.В. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады // *География и природные ресурсы*. 2016. № 2. С. 191-200. (Версия: **Klimanova O.A.**, Kolbovskii E.Y., Kurbakovskaya A.V. Assessing the geoeological functions of the green infrastructure in cities of Canada // *Geography and Natural Resources*. 2016. 37, pp. 165-173.) IF was 0,38.

14. **Климанова О.А.**, Колбовский Е.Ю. Использование геоинформационного моделирования для геоэкологического районирования на макрорегиональном уровне (на примере Африки) // *Геодезия и картография*. 2015. № 3. С. 50-56. IF sjr2020 0,184.
15. Колбовский Е.Ю., **Климанова О.А.**, Марголина И.Л. Управление ландшафтами на особо охраняемых территориях в Москве: проблемы и пути решения // *Известия Русского географического общества*. 2015, т. 147, № 1, с. 37-53. ИФ РИНЦ 0,595.
16. **Климанова О.А.**, Колбовский Е.Ю. К вопросу о полимасштабности культурных ландшафтов: типология и картографирование на разных территориальных уровнях // *Известия РАН. Сер. Географическая*. 2015. № 2. С. 28-38. IF sjr2020 0,125.
17. Романова Э.П., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., **Климанова О.А.**, Ковалева Т.А., Кондратьева Т.И., Медведев А.А. Новая карта мира «Географические пояса и природные зоны суши Земли» // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2015. № 4. С. 3-11 IF sjr2020 0,298.
18. **Климанова О.А.**, Козлов Д.Н. Формализованные подходы к оценке неопределенности географического районирования // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2015. № 3. С. 3-11. IF sjr2020 0,298.
19. **Климанова О.А.** Страноведческий анализ в контексте геоэкологических проблем // *Известия Русского географического общества*. 2014. Т. 145. Вып. 3. С. 82-91. ИФ РИНЦ 0,595.
20. Алексеева Н.Н., **Климанова О.А.** Современные ландшафтно-геоэкологические особенности тропиков и их глобальное значение // *Известия Русского географического общества*. 2012. Т. 144. Вып. 3. С. 9-16. ИФ РИНЦ 0,595.
21. **Климанова О.А.** Геоэкологические аспекты страноведения // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2008. № 4. С. 22-28. IF sjr2020 0,298.

- 22.Гринфельдт Ю.С., **Климанова О.А.** Оптимизация рекреационного использования приморских территорий (Варадеро, Куба) // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2005. № 6. С. 43-47. IF sjr2020 0,298.
- 23.Гунин П.Д., **Климанова О.А.**, Микляева И.М. Специфика геоэкологического мониторинга природных и природно-антропогенных экосистем восточно-азиатского сектора степей (на примере Восточной Монголии) // *Аридные экосистемы*. 1996. Т. 2. № 4. С. 24. ИФ РИНЦ 0,744.

Иные публикации, в т.ч.

монографии и разделы в коллективных монографиях

- 24.**Klimanova O.A.** (Ed). Aleksandriiskaia K.A., Avilova K.V., Illarionova O.A., Kharitonova T.I., **Klimanova O.A.**, Kolbovskii E.Yu, Merekalova K.A., Sulkarnaeva L.D. Ecosystem services of Russia: Prototype National Report. Vol. 3. Green infrastructure and ecosystem services of Russia's largest cities. Moscow: BCC Press, 2021.
- 25.**Климанова О.А.**, Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Зеленая инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития. М.: КМК, 2020. 324 с. ISBN 978-5-907372-29-0.
- 26.**Климанова О.А.** Геоэкологическое страноведение: Природные и антропогенные факторы формирования регионов. М.: Ленанд, 2014. 304 с.
- 27.Алексеев Б.А., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., Калуцкова Н.Н., **Климанова О.А.**, Ковалева Т.А., Кондратьева Т.И., Макунина Г.С., Романова Э.П. Геоэкологическое состояние ландшафтов суши // География, общество, окружающая среда. Том II. Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Издат. дом «Городец», 2004. С.361-470.
- 28.**Климанова О.А.** Геоэкологический мониторинг степных ландшафтов Монголии / Отв. ред. П.Д. Гунин. М.-Смоленск: Издат-во СГУ, 1999. 130 с.