

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



На правах рукописи

КЛИМАНОВА Оксана Александровна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАНОВЕДЕНИЕ: ФОРМИРОВАНИЕ
МЕЗОМАСШТАБНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

1.6.21. Геоэкология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора географических наук

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАНОВЕДЕНИЯ | 15 |
| 1.1. Разнообразие современных трактовок и тематик в геоэкологии | 15 |
| 1.2. Мезомасштабные географические и геоэкологические системы | 44 |
| 1.3. Страноведческий анализ и возможности его применения в геоэкологии | 56 |
| 1.4. Комплексное геоэкологическое районирование и страноведение | 73 |
| ГЛАВА 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ: ПОДХОДЫ И АЛГОРИТМЫ | 86 |
| 2.1. Выделение геоэкологических районов на основе экспертной оценки роли факторов (на примере Африки) | 86 |
| 2.2. Проблема достоверности районирования и его верификация | 104 |
| 2.3. Использование геоинформационного моделирования для формализации процедуры районирования | 116 |
| 2.4. Группировка геоэкологических районов Африки по степени трансформации природной среды | 130 |
| ГЛАВА 3. ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ | 146 |
| 3.1. Методические подходы к изучению историко- культурных факторов в геоэкологическом страноведении | 146 |

| | |
|--|-----|
| 3.2. Природные и антропогенные факторы обособления и территориальной дифференциации Средиземноморского региона | 155 |
| 3.3. Культурные ландшафты и объекты Всемирного наследия в Средиземноморье | 166 |
| ГЛАВА 4. ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРОВА В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ | 191 |
| 4.1. Глобальные базы данных земельного покрова и возможности их использования для картографирования геоэкологических систем | 191 |
| 4.2. Процессы трансформации земельного покрова на зональном уровне | 201 |
| 4.3. Соотношение природных и антропогенных факторов трансформации земельного покрова на разных территориальных уровнях | 215 |
| ГЛАВА 5. УРБАНИЗИРОВАННЫЕ РЕГИОНЫ КАК ОБЪЕКТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАНОВЕДЕНИЯ | 233 |
| 5.1. Методические подходы к изучению территориальной структуры урбанизированных регионов | 233 |
| 5.2. Урбанизация и трансформация земельного покрова урбанизированных регионов в конце XX – начале XXI века (на примере Москвы) | 245 |
| 5.3. Экосистемные услуги зеленой инфраструктуры в крупнейших городах России | 254 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 267 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 270 |

ВВЕДЕНИЕ

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.

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.

ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАНОВЕДЕНИЯ

1.1. Разнообразие современных трактовок и тематик в геоэкологии

Термин «геоэкология» был предложен К. Троллем в 1939 г. и вновь упомянут им в статье 1968 г. (см. Тролль, 1972). В немецкой географии геоэкология рассматривается как удачное расширение экологии Э. Геккеля (1866) в части учета взаимодействия геофакторов, приводящих к образованию однородных геокомплексов — ландшафтов. В немецком языке оно является прямым синонимом словосочетания *Landschaft ecology*. Однако, как указывал Uhlig (1970), из-за сложностей перевода и четких дефиниций для международного употребления более подходит термин *геоэкология*. Геоэкология стала неотъемлемой и важной частью географии, ее передовым, на тот момент, направлением, успешно применявшим принципы системного подхода для моделирования процессов взаимодействия между геофакторами.

Через учение об экосистемах экологический принцип стал неотъемлемой частью и отечественной географической науки, в частности ландшафтоведения. Так, один из наиболее последовательных сторонников системного подхода в ландшафтоведении В.Б. Сочава (1970) подчеркивал: «Учет воздействия отдельных компонентов среды на организм человека и его психику производился уже очень давно, но совместное (интегральное) влияние всех составляющих природного ландшафта стало ясным после развития учения об экосистемах».

В англоязычной географии экологический принцип в наиболее явной форме был озвучен еще в 1922 г. Х. Берроузом, в президентском адресе Американской ассоциации географов «География как экология человека» (Barrows, 1923). Задача географии определялась в нем как изучение взаимоотношений между людьми и территорией. Берроуз подчеркивал

антропоцентричность географии, утверждая, что географ изучает территорию или природную среду с точки зрения ее отношения к человеку. Тогда его точка зрения не нашла широкого признания, однако спустя 30 лет эта концепция получила развитие в трудах английских и американских географов К. Уайта, Г. Реннера, П. Хаггета и др. (Джеймс и др., 1988, с. 450). «Географы имеют дело со структурой и взаимодействием двух главных систем: экологической, которая объединяет человека и окружающую его среду, и пространственной, связывающей один район с другим посредством сложного обмена потоками», – писал П. Хаггет (1968, с. 38).

В отечественной географии после некоторой паузы всплеск интереса к геоэкологии произошел на стыке 1980–1990-х гг. Так, в разработках специалистов Института географии АН СССР (например, Мухина, 1984, Геоэкологические принципы..., 1987) для территориального проектирования и планирования предлагается применить геоэкологический подход, представляющий собой синтез географического (системного) и экологического подходов. Любой хозяйственный объект в рамках такого подхода должен был проектироваться как природно-техническая геосистема, следовательно, необходимо изучение, с одной стороны, территориальной дифференциации подобных геосистем, а с другой – взаимодействий в пределах этих систем природной, социальной и техногенной составляющих. Конечная задача геоэкологических исследований – разработка структуры размещения в пространстве природных и хозяйственных объектов, выработка оптимального территориального и функционального сочетания геосистем различного генезиса.

Результатом прикладных исследований в области проектирования природно-хозяйственных объектов стало закрепление термина «геоэкология» за интегральным научным направлением, которое рассматривало основные вопросы в сфере взаимодействия общества и окружающей среды. В материалах IX съезда Географического общества СССР специально были выделены глобальный и региональный аспекты геоэкологии, однако не

определены методологические основы этого нового направления, а также не дано его определение (Геоэкология..., 1990).

Пик длительных и активных дискуссий о предмете и методах геоэкологии пришелся на 1990-е – первую половину 2000-х гг. (Лавров, 1989; Трофимов и др., 1994; Основы геоэкологии, 1994; Горшков, 1998, 2008; Осипов, 1997; Климанова, 1999; Голубев, 2002; Емельянов, 2002; Ясаманов, 2003; Кочуров, 2003; Николаев, 2004; Карлович, 2005; Петров, 2004, Поздеев, 2004, Евсеев, Красовская, 2005, Трофимов, 2006). Наряду с географами различных специальностей в этих дискуссиях стали участвовать также представители геологических наук, а также инженерных направлений.

Во второй половине 2000-х гг. количество публикаций по теории геоэкологии сократилось, хотя интерес к данной проблематике сохранялся (Евсеев, Красовская, 2005, Климанова, 2008а; Тимашев, 2008; Солнцев, 2008; Мир геоэкологии, 2008; Инновации в геоэкологии, 2010). Однако единая точка зрения на объект, предмет и методологию этой «новой» междисциплинарной геоэкологии не были сформированы. Более того, наличие нескольких параллельных трактовок, даже в рамках географии, настолько очевидно, что позволяет рассматривать этот плюрализм как неотъемлемую черту современной картины геоэкологического знания.

В паспорте специальностей, применяемом Высшей аттестационной комиссией России, геоэкология¹ понимается как «междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов». Из этого формально закрепленного определения явно следует, что геоэкология перестала быть исключительно географической наукой, став синтетическим научным направлением.

¹Специальность 1.6.21 (ранее – 25.00.36).

В 2015 г. автором была впервые предпринята попытка использовать для анализа тематики и содержания отечественных публикаций по геоэкологии базу данных российского индекса научного цитирования РИНЦ (www.elibrary.ru), включающую источники с 1994 по 2014 гг. Поиск проводился по ключевому слову «геоэкология», в том числе с учетом его морфологии и с использованием возможностей анализа подборки публикаций, предлагаемых данным сервисом. Отобранные публикации были отсортированы по тематике, ключевым словам, организациям, годам. Всего было использовано 8837 публикаций, относящихся к категориям: статьи в журналах, материалы, опубликованные в сборниках конференций, монографии, учебники, диссертации, отчеты о научно-исследовательской работе, препринты.

Анализ содержания зарубежных публикаций проводился для этих же годов по базе данных *ScienceDirect* (www.sciencedirect.com) по ключевому слову *Geoecology*. Научные ресурсы, опубликованные после 1996 г., индексируются в базе данных вместе со списками пристатейных библиографий. Цитируемость в базе данных подсчитывается посредством автоматизированного анализа содержания этих списков. Таким образом, в *ScienceDirect* подсчитывается количество ссылок на все проиндексированные ресурсы (это касается ресурсов, опубликованных с 1996 г.).

Для более глубокого анализа содержания публикаций были использованы статьи из уже упомянутой базы данных, а также статьи других авторов, аффилированных в центрах превосходства по данному направлению – научных организациях, на которые приходится большинство публикаций с данным ключевым словом. Для корректности сравнения с иностранными источниками были проанализированы избранные статьи, не содержащие данного ключевого слова, но схожие с его содержанием по тематике из журналов *Landscape Ecology*, *Global Change*, *Environmental Studies* и некоторых других.

Общее количество публикаций с ключевым словом «геоэкология» наиболее интенсивно увеличивалось в период с 2000 по 2005 гг., достигло около 700 публикаций в 2005 г. и далее оставалось в течение последующих десяти лет примерно на этом уровне (плюс-минус 1–2 % от общего числа зарегистрированных публикаций). Тематические рубрики, к которым отнесены публикации, демонстрируют большое разнообразие. Так, в число десяти тематических рубрик, по которым вышло наибольшее число публикаций, наряду с геологией, охраной окружающей среды, географией, геофизикой и геологией входят также горное дело, сельское и лесное хозяйство, строительство и архитектура, геодезия и картография и экономика. На них вместе приходится 60 % всех публикаций с данным ключевым словом. По тематике лидирует геология, на которую вместе с горным делом и геофизикой приходится около трети (31 %) всех зарегистрированных публикаций, в то время как на географию вместе с геодезией и картографией – чуть менее 10 %. Среди 10 журналов-лидеров представлены журналы географической и геологической направленности. Чаще всего статьи с ключевым словом «геоэкология» публиковались в журналах:

- «Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология» (31 %);
- «Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология» (18 %);
- «Горный информационно-аналитический бюллетень» (8 %);
- «Проблемы региональной экологии» (7 %);
- «Геология, география и глобальная энергия» (7 %);
- «Известия Российской академии наук. Серия географическая» (6 %);
- «Разведка и охрана недр» (6 %);
- «Доклады Академии наук» (4 %);
- «Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология» (4 %).

Чуть менее 9 % приходилось на сборник публикаций по итогам выставки Интерэкспо Гео-Сибирь, зарегистрированный в базе РИНЦ как журнал.

Авторы просмотренных публикаций в качестве места аффилиации чаще всего указывали Воронежский государственный университет (23 %), Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (19 %), Астраханский государственный университет и Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева (по 9 %), Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, Сибирскую геодезическую академию (по 8 %), Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», НТУ МИСИС, Томский политехнический университет, Московский государственный строительный университет (каждая из организаций – по 6 %).

В отличие от рассмотренных отечественных источников ключевое слово *Geoecology* в иностранных источниках встречается гораздо реже. За тот же временной интервал их лишь 1775, при этом динамика числа публикаций схожа с российской – рост с 14 до 103 статей с 1996 по 2008 гг., а затем ежегодная прибавка, в среднем, на 1 %. Пятая часть публикаций с ключевым словом вышла в журнале *Catena*, по 13 % работ опубликовано в журналах *Geomorphology*, *Soil and Tillage Research*, *Geoderma*, на остальные журналы, среди которых *Ecological Modelling*, *Journal of Hydrology*, *Biology and Biochemistry*, *Journal of Arid Environments*, *Earth-Science Reviews*, *Quaternary Science Review* и некоторые другие, приходится по 2–3 % публикаций. В отличие от российских периодических изданий среди указанных нет ни одного со словом «География» в названии. Тематика большинства иностранных изданий, судя по их характеристикам в базе данных, публикует результаты исследований в области геосфер Земли и связей между их компонентами.

Содержательный анализ отечественных публикаций по геоэкологии на середину 2010 гг. позволил выявить *семь основных направлений*, каждому из которых было дано условное название, на наш взгляд, наиболее полное отражавшее позиции его последователей. При их характеристике мы уделяем

особое внимание их «географичности», под которой в данном случае понимаем учет пространственной дифференциации и основные операционно-территориальные единицы исследований. Выделив указанные направления, мы предприняли попытку сравнить их в контексте понимания объекта геоэкологии, задач науки, территориальной иерархии объектов и применяемой методологии, а также дали каждому направлению свои условные названия и определили их соответствие тематике международных исследований. Результаты анализа представлены в табл. 1.1.

Направление 1. Глобальное экосферное

Геоэкология понимается как междисциплинарное научное направление, стихийно возникшее, когда деятельность человека стала существенным фактором преобразования экосферы (Голубев, 2002, 2008).

Экосфера — объект глобального территориального уровня, область интеграции геосфер и общества или тонкая поверхностная оболочка, где пересекаются геосферы (атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера). Состав экосферы определяется как трехкомпонентный — геосфера, техносфера и социосфера, отражающие соответственно природную, техногенную и общественную части системы Земля (Голубев, 1999).

Таблица 1.1

Содержание основных направлений геоэкологии в отечественных науках о Земле в 1990-2010-х гг.

| Направление | Краткая характеристика концепции | Объекты и их иерархия | Методология | Задачи геоэкологии | Примерное соответствие международной тематике |
|---|---|---|---|--|---|
| Экосферное | Землеведение эпохи глобальных изменений природной среды | Экосфера. Глобальный уровень – планета Земля, системы регионального и локального уровней | Научный анализ глобальных изменений на базе знания закономерностей физики, химии, биологии, экономики, а также результатов моделирования и сценарного подхода | Поиск путей выхода из геоэкологического кризиса, разработка дальнейшей стратегии развития человечества | <i>Sciences of Global Environmental Changes, Land Systems Sciences, Sustainability Sciences</i> |
| Биосферное | Меганаука | Биосфера, территориальные структуры биосферы | | | <i>Earth System Science</i> |
| Современных ландшафтов и ландшафтно-геоэкологических систем | Комплексная физическая география в эпоху экологизации и гуманитаризации | Современные ландшафты, ландшафтно-геоэкологические системы. Глобальный, материковый, макрорегиональный уровни | Сочетание ландшафтного, ресурсного и экосистемного подходов | Оценка геоэкологического состояния и качества ландшафтов | <i>Regional Environmental Sciences, Land Use Systems</i> |

| Направление | Краткая характеристика концепции | Объекты и их иерархия | Методология | Задачи геоэкологии | Примерное соответствие международной тематике |
|--------------------------|--|---|--|---|---|
| Ландшафтно-экологическое | Экологическое ландшафтоведение | Ландшафты всех уровней иерархии – от глобального до локального | Сочетание экологического и геосистемного подходов | Изучение ландшафтов как среды обитания организмов, в том числе и человека, а также как среды его экономической деятельности | <i>Landscape Ecology</i> |
| Геосоциоэкологическое | Гибрид двух материнских наук – географии и экологии | Геозэкосоциосистема. Иерархия выражена неявно, опирается в основном на системы регионального уровня | Сочетание геосистемного и эколого-географического подходов | Оценка степени пригодности природно-ландшафтных условий для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности | <i>Landscape Ecology as interdisciplinary science</i> |
| Геологическое | Экология геосфер Земли | Геологическая среда. Иерархия не выражена | | Изучение экологических функций абиотических сфер; изменение геологической среды под влиянием антропогенной деятельности | <i>Earth Sciences, Geology</i> |
| Эколого-геохимическое | Практика оптимизации последствий антропогенных воздействий | Невозможна | Ландшафтно-геохимический подход | | <i>Environmental engineering</i> |

Составлено автором.

Направление основывается на глобальном, общемировом подходе, исходя из которого, анализируются также региональные и локальные проблемы. Исследовательская программа такой геоэкологии направлена на изучение глобальных проблем в сфере взаимодействия человека и природы:

- антропогенная трансформация экосистем и ландшафтов Земли;
- устойчивые изменения глобальных биогеохимических циклов вещества;
- изменения особенностей и режима биосфер;
- сокращение биологического разнообразия.

Перечисленные изменения обозначены как основные проявления глобальных изменений (*global change*), термина, введенного в рамках научных результатов Международной геосферно-биосферной программы (*IGBP*). Глобальные изменения (*global environmental change*) представляют собой результат совокупного влияния климатических изменений и изменений, вызванных антропогенной деятельностью. Указанная программа сформировалась в результате глобальных исследований атмосферы (*Global Atmosphere Research Programme, 1967*), климата (*World Climate Research Programme, 1979*) и биосферы (*International Biosphere Programme, 1964–1974*). К началу 2000-х гг. она трансформировалась в программу по изучению Земли как целостной системы (*Earth System Sciences*). Заметим, что ряд авторов, например, Питман (Pitman, 2005), отмечают, что именно методология географии составляет ядро концепции Земли как единой системы.

В отечественной науке предвестником работ данного направления в части глобальных климатических изменений были труды М.И. Будыко по глобальной экологии (1974, 1977).

Большое внимание в рамках этого направления отдается разработке стратегии сохранения мировых ресурсов и устойчивого развития и геоэкополитических мер, нацеленных на выход из экологического кризиса (*GEO-5 и GEO-6*).

Данное направление, более чем все остальные, опирается на зарубежный опыт исследования глобальных изменений природной среды. Современный

уровень исследований в этой области делает наиболее важными достижения биологии, биогеохимии, физики атмосферы и др. наук. Связь геоэкологии со стратегиями развития человечества обуславливает необходимость применения знаний из области экономики, социологии, политологии и других гуманитарных наук, также нечетко привязанных к пространству.

Значительная «внешняя» ориентированность направления сочетается с его относительно слабой связью с методологическими конструкциями отечественной географии. Так, термин экосфера территориально соответствует объекту планетарного масштаба, определяемому в отечественной географической традиции как «географическая оболочка», «ландшафтная оболочка» (Калесник, 1970), «геосфера» (Рябчиков, 1972). Экосферу от вышеперечисленных отличает особый подход, который определяется приоритетным рассмотрением не взаимодействия земных оболочек, а интеграции природы и общества (Голубев, 2002).

Подобный подход отчасти отражает укоренившееся в рамках *Earth System Science* предположение о том, что именно в рамках этого комплекса наук человек впервые рассматривается в контексте влияния на природные системы (Pitman, 2005). При такой трактовке география не имеет явных преимуществ в геоэкологии, напротив, не имея значительного опыта глобального моделирования, проигрывает математике, физике и другим количественным наукам.

В таком понимании геоэкология однозначно не является частью географии. Однако достижения географии могут быть использованы для уточнения глобальных моделей на региональном и даже локальном уровнях, как минимум, в двух направлениях. Первое — связано с изучением устойчивости развития на отдельных территориях (*Sustainability Sciences*) (Clark, Dickson, 2003). Устойчивость развития, как известно, имеет экологическую (природную), социальную и экономическую составляющую и может быть оценена через систему индикаторов устойчивого развития. Второе направление успешно реализуется в серии международных докладов,

рассматривающих, в том числе, и меры экологической политики в отдельных странах или крупных регионах мира.

Системы глобального уровня в отечественной географии традиционно были объектом землеведения, поэтому это междисциплинарное направление можно условно назвать «землеведением эпохи глобальных изменений». На региональном уровне анализ, изучение и оценка геоэкологических проблем проводятся, например, в границах регионов *GEO (Global Environmental Outlook-5, 2012)*, совпадающих с крупными экономическими макрорегионами мира, или в границах стран-государств.

Направление 2. Биосферное

По мнению С.П. Горшкова, предметом геоэкологии можно считать проблему макроорганизации биосферы, вопросы иерархического соподчинения ее макросистем в связи с необходимостью научно обоснованного использования природных ресурсов и охраны природы (Горшков, 2010).

Основная парадигма таких исследований — ноосферно-биосферная (геосферная), опирающаяся на теоретические разработки В.И. Вернадского (1988) о биосферной роли живого вещества и ноосфере как результате эволюции биосферы.

Главную черту геоэкологии как науки определяет авторская позиция о том, что выход человечества за пределы ландшафтной оболочки сделал его стихийной силой, которая воздействует на тектонические процессы, водообмен, включая подземное пространство, а также загрязняет околоземный космос отходами от его использования (Инновации в геоэкологии, 2010). Подобная трактовка превращает геоэкологию в меганауку (так мы и позиционируем это направление в нашем обзоре), имеющую множество специализаций (Горшков, 2010).

В рамках данного направления выполнен целый ряд исследований, посвященных оценке геоэкологического состояния ландшафтов, прежде всего в регионах Средней Сибири (Горшков, 1998). В основу территориальной

дифференциации положено представление о ландшафтах и характерных для них экзогенных процессах.

*Направление 3. Современных ландшафтов и ландшафтно
геоэкологических систем*

Как и в первых двух направлениях, в рамках геоэкологических исследований рассматриваются результаты взаимодействия человека и природы, однако особое внимание уделяется состоянию современных ландшафтов (Куракова, 1976; Куракова, Романова, 1989) и изменению их свойств в результате антропогенного воздействия. Геоэкология в рамках данного направления — эволюционный этап развития физико-географических исследований глобального и материкового уровня, закономерное продолжение научной школы физической географии мира и глобального ландшафтного картографирования (Географические пояса и ..., 1988). Наряду с понятием современный ландшафт, под которым понимается природная геосистема, трансформированная хозяйственной деятельностью, вводятся понятия «ландшафтно-геоэкологическая система», «геоэкологическое состояние» и «геоэкологическое качество ландшафтов» (Романова, 2012).

Впервые попытка территориальной локализации подобных систем была предпринята в рамках цикла прогнозных разработок на кафедре физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Она нашла свое отражение в теоретических и практических разработках по картографированию современных ландшафтов и эколого-хозяйственных районов, представлявших собой ареалы техногенных перестроек ландшафтов. Данные разработки представляют собой пример трудов геоэкологической тематики на глобальном и материковом уровне, появившихся раньше, чем в научный оборот был введен термин «геоэкология». Методологическая основа этих работ — представления о структуре и динамике геосферы, общих закономерностях изменения и загрязнения в ходе хозяйственной деятельности различных природных сред (атмосферы, гидросферы, почвенного покрова, ландшафтов), созданные в

рамках научной школы кафедры еще в 1970–1980-е гг. под руководством А.М. Рябчикова.

Отличительной чертой направления является широкое применение методов глобального картографирования и картографического моделирования, что определяет приоритетные территориальные уровни исследований — материковый и макрорегиональный.

В отличие от первого направления, в основном опирающегося на широко распространенную в мировой науке концепцию глобальных изменений, данное направление широко использует методологический аппарат отечественного опыта глобальных и материковых ландшафтных исследований. Его главным объектом изучения выступают территориальные системы глобального и субглобального (материкового) уровней, однако есть разработки и для регионального и локального уровней.

Исторически сложившаяся физико-географическая специализация определяет широкое применение ландшафтного подхода, имеющего свою специфику для территориальных систем высоких иерархических уровней: географических поясов, природных зон, и их более мелких подразделений — зональных типов ландшафтов.

Геоэкологичным в этом комплексном географическом направлении является, в основном, обращение к самой тематике взаимодействия природы и человека, фокус которого меняется от изучения ландшафтов с точки зрения природных ресурсов (1980–1990-е гг.) и до экосистемных услуг (2000–2010-е гг.). Такой поворот вполне отвечает в мировой науке направлению *socio-economic dimensions (consequences) of global change*. Процессная составляющая геоэкологии также рассматривается, однако, как мы указывали выше, это характерная черта геоэкологии в рамках географии, но не признак ее самостоятельности.

На наш взгляд, безусловный приоритет, отдаваемый ландшафтному подходу, не дает в рамках данного направления возможности в полной мере анализировать многообразие взаимодействий на макрорегиональном и

региональном уровне. Такую геоэкологию правильнее считать синонимом комплексной физической географии в ее современном понимании как науки, занимающейся изучением территориальных систем природного и природно-антропогенного генезиса.

Направление 4. Ландшафтно-экологическое

Последователи данного направления развивают традиционное представление о геоэкологии, предложенное К. Троллем (Тимашев, 2007). В таком понимании ее задача состоит в изучении природных ландшафтов на разных территориальных уровнях как среды обитания живых организмов и человека, а также пространства для его экономической деятельности. Человечество рассматривается как главный структурно-генетический компонент современного ландшафта Земли, что определяет социоцентризм как важнейшую черту геоэкологии.

В отличие от первого направления, где основное внимание уделяется понятиям «экосфера» и «глобальные изменения», сторонники четвертого направления делают объектом исследования «ландшафт» или «природно-территориальную систему». Тем самым подразумевается, что взаимодействие человека и природы на разных территориальных уровнях может рассматриваться исходя из принципов ландшафтного подхода.

В зарубежных исследованиях это направление ближе всего ландшафтной экологии (*landscape ecology*), особенно в ее дефиниции как «междисциплинарного научного направления, изучающего субъективно выделяемые ландшафтные единицы» (Naveh, Lieberman, 1994). В отличие от остальных направлений геоэкология считается в нем ландшафтной, а не междисциплинарной наукой. Это делает для него чрезвычайно важным вопрос о том, что такое ландшафт и как он выделяется.

Современные дискуссии по этому вопросу в отечественной и зарубежной литературе сводятся к определению объективности и субъективности понятия «ландшафт» (Farina, Naveh, 1993; Bastian, 2001, 2005; Wu, 2006; Kirchhoff, *et al.*, 2012). Субъективистский подход определяет ландшафт как исключительно

ментальный объект. Он представляет собой особый вид визуального представления о территории, формирующийся в зависимости от культурного опыта народа и символического значения природы. Объективистский взгляд на ландшафт, напротив, определяет его как материальный объект, который возник и существует в результате взаимодействия компонентов на земной поверхности. Именно такого — объективистского понимания ландшафта — придерживался и автор термина «геоэкология» К. Тролль. В отечественной традиции объективистское понимание ландшафта до последнего времени также господствовало. Примечательно, что в современной ландшафтной экологии нет единого взгляда на природу ландшафта, что также вызывает отсутствие единства в дефинициях объекта и предмета этой науки.

Полагаем правомерным (вслед за его последователями) назвать это направление экологическим ландшафтоведением.

Направление 5. Геоэкоосоциосистемное

Работы данного направления опираются на многолетние исследования Института географии РАН. Геоэкология рассматривается как результат объединения усилий географии и экологии для решения проблем окружающей природной среды, возникающих в ходе воздействия человека, что идейно объединяет его со всеми предыдущими. Во многом этому пониманию геоэкологии предшествовали прикладные географические исследования по экологическому обоснованию строительства объектов народного хозяйства и обоснованию теории природопользования (Преображенский, 1978; Приваловская, 1983).

Ключевым понятием наряду с «экологической ситуацией» (Антипова, 1999) становится геоэкологическая оценка — оценка степени пригодности природно-ландшафтных условий для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности. В изучении геоэкоосоциосистем применяется геосистемный (ландшафтный) анализ (выявление взаимосвязей между компонентами в ландшафте и между разными ландшафтами) и экологи-

географический анализ (взаимодействие природных и природно-антропогенных ландшафтов с обществом).

Методологически направление гораздо ближе к географии, чем к экологии. Предлагаемая геоэкосоциосистема представляет собой одно из возможных воплощений ландшафта, понимаемого, в том числе, и с субъективистских позиций, что и определяет разноплановость рассматриваемых объектов и отсутствие жестких критериев определения экологических ситуаций. В значительной степени преобладает территориальный подход, нацеленный на выделение ареалов последствий воздействия на природную среду, нежели на анализ процессов. В последних разработках данного направления все чаще встречается словосочетание эколого-географический анализ, более отвечающие сути проводимых исследований, чем геоэкологический.

В отличие от четвертого направления человек рассматривается как компонент геоэкосоциосистем, что тесно связывает геоэкологию и социальную экологию. В геоэкосоциосистему наряду с природной, техногенной, социальной включается также культурная подсистема. Последователи этого направления подчеркивают территориальность протекающего взаимодействия подсистем, однако не увязывают его исключительно с ландшафтом. Возникающие экологические ситуации приурочены к административно-территориальным образованиям или территориальным ареалам, выделяемым по проблемному признаку. Это позволяет определить это направление как региональное.

В рамках данного направления создана методика экодиагностики и геоэкологического районирования (Кочуров, 2003), получившая широкое распространение. Выделение геоэкологических районов проводится по совокупности возникающих на территории экологических ситуаций (геоэкологических проблем).

Направление 6. Геологическое

Наряду с географией экологическое направление развивалось и в геологии. Еще в середине 1990-х гг. геологи С.В. Клубов и Л.Л. Прозоров (1993) понимали геоэкологию как «суммарное значение геологии и экологии». Для объяснения объекта науки они использовали понятие «геологическая среда», под которой понимались геологические условия растительного и животного мира (в том числе и человека), а также рельеф, процессы и явления, возникающие и меняющиеся во взаимодействии с другими сферами Земли и под воздействием антропогенных процессов. В геолого-экологическом значении термин «геоэкологический» использовался в многочисленных прикладных геологических и геоморфологических исследованиях, связанных с воздействием человека на литогенную основу природных систем.

В то же время в работах В.Т. Трофимова довольно четко разделяются понятия «геоэкология» и «экологическая геология». Он считает: «Геоэкология — междисциплинарная наука, изучающую экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты и, прежде всего, — человека» (Трофимов, 2006, с. 11). Ученый указывает, что во всех науках, направленных на такое изучение абиотических сфер, правомерно существование экологически ориентированных направлений, в том числе экологической геологии и экологической географии (Трофимов, 2006).

Н.А. Ясаманов предлагает назвать геоэкологией науку междисциплинарного направления, которая состоит из экологических научных направлений геологического, географического и почвоведческого цикла.

Особое мнение о направлениях геоэкологических исследований высказал В.И. Осипов, который еще в конце 1990-х гг. сформулировал три основных приоритетных направления в геоэкологии: анализ изменения геосфер под влиянием природных и техногенных факторов и разработка путей

уменьшения этих изменений; рациональное использование водных, земельных, минеральных и энергетических ресурсов Земли; исследование природных и природно-техногенных процессов и явлений в геосферах Земли и их экологических последствий (Осипов, 1997).

Эволюция представлений о геоэкологии в рамках геологии подробно рассмотрена в публикации В.Т. Трофимова с соавторами (Трофимов и др., 2017). Задачи геоэкологии как междисциплинарной науки сформулированы В.Т. Трофимовым и Д.Г. Зилингом (Теория и методология..., 1997). В их число включены следующие: 1) изучение изменений экосистем и их функционирования под влиянием эволюции природы и техногенеза; 2) разработка теории и методов оценки устойчивости экосистем к техногенным воздействиям; 3) разработка методов и способов управления состоянием и свойствами экосистем высокого уровня организации с целью сохранения их функциональной деятельности; 4) соучастие в разработке экологически чистых и безотходных технологий; 5) обоснование природоохранных мероприятий для защиты экосистем от воздействия негативных и катастрофических природных и антропогенных процессов. В работе 2017 г. в качестве перспективного тренда развития теоретических основ геоэкологии в геологии авторы называют учение об экологических функциях абиотических сфер Земли, отмечая, что содержание геоэкологии XXI в. – поле пересечения наук о жизни, атмосфере, поверхностной гидросфере и литосфере (Трофимов и др., 2017).

Оценить учет территориальной дифференциации пространства в работах данного направления довольно сложно, но наличие в качестве базовых понятий терминов «геосфера» и «геологическая среда» позволяют судить о приоритете глобального уровня. В то же время в работах геологов по экологической проблематике широко развиты и исследования локального уровня, что отчасти роднит их с седьмым направлением.

Направление 7. Эколого-геохимическое

Содержание работ состоит в разработке мер и механизмов по снижению последствий антропогенного воздействия на природную среду на локальном уровне.

Большой объем исследований на локальном уровне посвящен определению потенциальных и реальных последствий техногенного загрязнения. Часто они входят в состав работ по экологическому мониторингу (Израэль, 1979, Исаков, Казанская, 1983). Их важной частью наряду с полевыми наблюдениями выступает инструментальный качественный и количественный анализ проб воды, воздуха, почвы и растительности для определения содержания загрязняющих веществ. Полученные результаты исследования входят в состав локальных геоинформационных систем, аккумулирующих качественные и количественные данные и обеспечивающих их пространственную привязку для возможностей дальнейшего пространственного моделирования. В то же время в рамках этого направления развиваются и экстерриториальные исследования, связанные с решением технологических проблем охраны окружающей среды.

Содержательный анализ всех указанных направлений показывает, что за 30 лет своего существования в рамках отечественных наук о Земле геоэкология претерпела значительное расширение трактовки — от ландшафтной экологии (направление 4) до направления, определяющего стратегии выживания человечества (направление 1). Столь значительное расширение спектра объектов исследования стимулировало научный поиск, но не вполне решило проблему некоторого объектного пересечения геоэкологии с географией и глобальной экологией.

Особенно это актуально для третьего и пятого направлений, в которых термин «геоэкология» используется для обозначения исследований геоэкологических проблем и экологических ситуаций. Особенности геоэкологии в трактовке этих направлений: изучение процессов и явлений, возникающих в ходе взаимодействия общества и природы; системный

характер объектов геоэкологических исследований; их пространственная иерархия и топологическая приуроченность. Характерно, что основными уровнями территориальной дифференциации в рамках этих направлений являются региональный и материковый, а важнейшим методом — картографирование. Все это делает, с одной стороны, эти направления истинно хорологическими (и, следовательно, географическими), с другой, крайне уязвимыми для критики в части самостоятельности со стороны остальных географов, например, ландшафтоведов (см., например, Исаченко, 2003).

Для физико-географов и, прежде всего, ландшафтоведов, геоэкология — это наука об антропогенных воздействиях на природно-территориальные комплексы и их возможные или реальные последствия. Геоэкологичным в этом направлении является обращение к самой проблеме взаимодействия природы и человека. Оно и определяет акцент на ландшафты и природно-территориальные системы как основные объекты геоэкологии. Еще до формального появления термина геоэкология в отечественную географию было введено понятие «современный ландшафт», под которым понималась природная геосистема, трансформированная хозяйственной деятельностью (Куракова, 1976; Куракова, Романова, 1989). Впоследствии оно было развито в понятиях «ландшафтно-геоэкологическая система», «геоэкологическое состояние» и «геоэкологическое качество ландшафтов» (География, общество..., 2004). В рамках схожих представлений лежат и работы по региональной экодиагностике (Кочуров, 2003).

Проведенный анализ выделенных научных направлений, показывает, что представители большей части из них сформулировали собственную исследовательскую программу, которая позволяет получать новые научные результаты. В то же время, практически ни одно из данных направлений нельзя назвать полностью самостоятельным с позиций используемой методологии. Из семи выделенных направлений три являются исключительно географическими, в их рамках геоэкология может быть рассмотрена как часть географии, три лишь отчасти используют географическую методологию.

Практика геоэкологических исследований показывает целесообразность сочетания различных исследовательских парадигм, и именно это сочетание составляет характерную черту современной геоэкологии в составе географии.

Отметим, что в практической плоскости современная геоэкология тесно связана с вопросами охраны природы и окружающей среды. Это особенно важно для дальнейшего трудоустройства специалистов и их востребованности на рынке труда. С формальной точки зрения содержание термина «охрана окружающей среды» отражено в ст. 1 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», где под ней понимается деятельность органов государственной власти и местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленная на *сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.*

Появление в правовом поле понятия «охрана окружающей среды» сыграло огромную роль, прежде всего, в части востребованности ее достижений в практическом поле. Современную геоэкологию как в России, так и за рубежом невозможно представить без разработки научных основ рационального природопользования, мероприятий по охране природы, снижению загрязнения окружающей среды, работ по нормированию антропогенного воздействия, комплексных оценок состояния природной среды.

Реальное состояние научных исследований в профильных областях отражает и тематика диссертационных исследований, представляемых к защите в диссертационные советы соответствующих научных организаций. В данном случае, исходными данными для анализа послужили справочные материалы поисково-аналитической системы на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования

Российской Федерации². При анализе учитывались диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология», объявления о защитах которых были размещены в период с 01.01. 2014 до 20.02.2020 г. Учитывались как раздел «Объявления о защитах ВАК», так и «Самостоятельное присуждение степеней».

Для трех отраслей наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология» были определены общее количество защищенных работ в разрезе по годам и отраслям науки. Для географических наук выявлено распределение диссертационных работ по организациям, имеющим диссертационные советы; на основе слов, содержащихся в названиях диссертациях, проведено разделение по тематическим направлениям.

За указанный период были размещены объявления о защитах 242 работ по трем отраслям науки. Больше всего работ было защищено в 2015 г. (56), меньше всего (30) – в 2016 г. При этом, работ по географическим наукам за этот период было защищено больше (137), чем по геолого-минералогическим (47) и техническим (57) вместе взятым (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Распределение кандидатских диссертаций по специальности 25.00.36 по отраслям науки

² https://vak.minobrнауки.gov.ru/adverts_list#tab=_tab:advert.

Защиты работ по географическим наукам происходили в 19 диссертационных советах, из которых 11 действовали в учреждениях высшего профессионального образования, 8 – в институтах системы РАН (табл. 1.2).

Принимая во внимание все многообразие факторов, определяющих существование диссертационных советов по тем или иным специальностям, отметим тем не менее разную тематическую направленность и профиль указанных учреждений. Среди них:

- семь классических университетов, в которых существуют соответствующие подразделения эколого-географической направленности – факультеты или институты;
- три университета более узкой направленности – Российский государственный гидрометеорологический университет, РГПУ имени А.И. Герцена, Государственный университет землеустройства;
- пять институтов системы РАН, связанных с исследованием гидро- и атмосферы;
- два академических института географии.

Подобная специализация учреждений, при которых созданы диссертационные советы, в т.ч. определяет и тематику защищаемых работ. Для ее анализа мы использовали ключевые корни слов, слова и словосочетания, каждое из которых задавалось в системе поиска по отдельности. Отметим, что корень «геоэколог» присутствует в названиях почти половины (65) из 137 рассмотренных работ. Думается, что такая частота встречаемости прямо указывает на то, что авторы работ подчеркивают существование особого метода или специфики наблюдаемых явлений. Слово «оценка» встречается в названиях 31% диссертаций, в том числе «геоэкологическая оценка» – 24%, термин «ландшафт» в 18%, «природопользование» – 7%, «водный» (комплекс, баланс, система и др.) – 7%, «экосистема» – 5% и «природный комплекс» – 4%.

Таблица 1.2

**Учреждения, в которых происходила защита кандидатских
диссертаций по геоэкологии в 2014-2019 гг.**

| Учреждение, при котором действует диссертационный совет | Город | Количество диссертаций |
|---|---------------------|-----------------------------------|
| Российский государственный гидрометеорологический университет | Санкт- Петербург | 18 |
| Южный федеральный университет | Ростов-на- Дону | 16 |
| Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена | Санкт- Петербург | 15 |
| Балтийский федеральный университет имени И. Канта | Калининград | 14 |
| Государственный университет по землеустройству | Москва | 11 |
| Казанский (Приволжский) федеральный университет | Казань | 9 |
| Военный учебно-научный центр Военно- воздушных сил | Воронеж | 8 |
| Институт водных и экологических проблем СО РАН | Барнаул | 8 |
| МГУ имени М.В. Ломоносова | Москва | 6 |
| Национальный исследовательский Томский государственный университет | Томск | 6 |
| Тихоокеанский институт географии | Владивосток | 4 |
| Институт географии РАН | Москва | 4 |
| Санкт-Петербургский государственный университет | Санкт- Петербург | 3 |
| Институт водных проблем РАН | Москва | 3 |
| Институт озероведения РАН | Санкт- Петербург | 3 |
| Институт водных и экологических проблем ДВО РАН | Хабаровск | 3 |
| Воронежский государственный университет | Воронеж | 2 |
| Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН | Москва | 1 |
| Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН | Москва | 1 |

Таким образом, практически каждая третья из представленных работ посвящена оценке какого-либо объекта или явления, в т.ч. последствий антропогенного воздействия, территориального объекта, потенциала. Каждая четвертая – геоэкологической оценке. Понятия «ландшафт» и «природный/природно-территориальный комплекс», «экосистема» фигурируют в названиях более, чем 25% работ, при этом они необязательно сочетаются с геоэкологической оценкой.

Весь массив названий по тематике образует шесть групп (расположены в порядке убывания доли в общем массиве исследований):

- 1) Работы с результатами различных видов геоэкологической оценки, геоэкологического анализа, посвященные рассмотрению геоэкологических аспектов природопользования и др. – 46%.
- 2) Работы, посвященные анализу процессов трансформации ландшафтов, природных комплексов, экосистем, бассейнов под влиянием антропогенного воздействия – 24%. В отличие от предыдущей группы эти операционно-территориальные единицы присутствуют в названии, следовательно, можно предположить, что являются и объектом исследования.
- 3) Работы, посвященные анализу процессов, происходящих в водных объектах – малых реках, озерах, акваториях морей, родниках, грунтовых водах – 13% работ. В названиях заявлена не только тематика антропогенного воздействия, но и долговременные изменения или природные процессы.
- 4) Работы «технологического» плана, упоминающие в названии различные аспекты моделирования и геоинформационного картографирования – 7%. Защищаются, в основном, в диссертационном совете учреждения «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил» (г. Воронеж).
- 5) Работы, посвященные геоэкологическому мониторингу, в т.ч. и последствий различных видов загрязнений – 5%.
- 6) Работы, исследующие процессы в атмосфере – загрязнение атмосферного воздуха, инверсии температуры, поверхностный влагооборот и др. в контексте антропогенного воздействия – 4%.

Разумеется, подходов к классификации тематик диссертаций можно предложить множество. Однако наша задача состояла, прежде всего, в том, чтобы оценить, насколько разнообразна тематика диссертаций и в какой степени она отражает выявленные нами выше направления в геоэкологии.

Сопоставление выделенных ранее направлений и тематики диссертационных работ свидетельствует, что экосферное, биосферное и ландшафтно-геоэкологическое направление за последние годы не нашли значительного отражения в тематике диссертационных исследований. В то же время не менее 20% работ, защищаемых по геоэкологии на географических диссертационных советах, рассматривают вопросы антропогенного воздействия на атмо- и гидросферу и их компоненты. Они образуют отдельный блок исследований, которые не были учтены на предыдущем этапе.

«Эколого-ландшафтное» и «природопользовательское» направление абсолютно преобладают. При этом, особым в геоэкологии в этой трактовке является, прежде всего, метод, в частности, геоэкологических оценок, который положен в основу большей части диссертационных работ; Природно-территориальные комплексы, экосистемы, в т.ч. бассейновые и ландшафты, другие территориальные объекты – важный объект геоэкологических исследований, часто оценка проводится именно для них как целостных объектов.

Для содержательного продолжения данного анализа была сделана выборка инициативных научных проектов, поддержанных РФФИ в 2015-2019 гг. из области знаний 05 Науки о Земле (код классификатора 05-7 География и гидрология суши). Всего было рассмотрено 287 поддержанных проектов по географии и гидрологии суши. К географо-экологическим по результатам анализа были отнесены проекты, которые в той или иной мере затрагивали исследование антропогенных изменений ландшафтов и их компонентов, различные аспекты природопользования; воздействие глобальных и, прежде всего, климатических изменений; техногенное

загрязнение и его последствия. Указанной тематике соответствовало 20% проектов по коду классификатора «Географии и гидрология суши».

Среди отобранных проектов было сформировано несколько тематических групп. Изучению трансформации ландшафтов и их компонентов (в т.ч. водных ресурсов), под влиянием антропогенного воздействия, а также различным аспектам природопользования посвящено 44% проектов. Другую обширную группу (28%) образуют проекты, направленные на изучение изменений, происходящих в компонентах природных комплексов под влиянием климатических изменений и самих факторов этих изменений. Отметим, что почти половина этих проектов – про ледники и их динамику под действием изменений климата. Третья по значимости группа – загрязнение (в т.ч. радиационное) биотических компонентов ландшафтов – 18%. Отдельный, очень незначительный, блок проектов затрагивает проблемы медико-экологической безопасности и здоровья населения.

Итоговая тематическая структура проектов отчасти подтверждает сделанные ранее выводы о высокой значимости тематики антропогенной трансформации ландшафтов и рационального природопользования как центральной в современной отечественной геоэкологии. Однако дополнительно выделяются и проекты, связанные с загрязнением разного рода, а также его влиянием на здоровье населения. Значимую роль среди эколого-географических проектов занимает тематика глобальных, в частности, климатических изменений, что, возможно, связано как с субъективными факторами, например, быстрой реакцией географов на современные тренды развития, так и объективно накопленным объемом данных и знаний, позволяющий сделать свой собственный вклад в это научное направление.

Завершая обзор современных геоэкологических исследований, отметим, что за последние 25 лет четко оформилась разница в существующих подходах к проведению геоэкологических исследований в рамках географических наук. Большая часть публикаций и диссертаций понимают под геоэкологическими

работы по геоэкологической оценке состояния трансформации природно-территориальных комплексов и их компонентов. К последним относятся, в т.ч. гидросфера и атмосферный воздух. Оценка проводится по совокупности параметров, отражающих в т.ч. объемы и влияние различного рода загрязнителей, а также последствия такого влияния. В большей степени преобладают исследования на локальном или региональном уровне. Междисциплинарность исследований чаще всего ограничивается привлечением данных методов из других наук о Земле, использование методов гуманитарных и общественных наук практически не встречается.

Осознавая все ограничения, связанные с нашим исследованием, и, прежде всего, субъективность оценок, сопровождающих анализ тематик проектов и диссертаций, все же приходится констатировать, что за эти годы геоэкология в большей степени использовала уже существовавшие подходы и методы других географических наук, либо служила для обозначения синтетического метода оценки антропогенного воздействия и его последствий. В этой связи, следует отметить, что так и остается открытым вопрос о возможности/необходимости создания комплексной методологии исследования взаимодействия человека и природы во всем его многообразии.

В рамках данного исследования мы предпочитаем придерживаться определения геоэкологии, данного А. Тишковым и В. Осиповым (2006). Согласно ему, геоэкология – междисциплинарное научное направление, изучающее пространственно-временные закономерности взаимодействия природы и общества, объединяющее теоретические и прикладные исследования в области наук о Земле и живой природе.

По Б.В. Виноградову (1998), структура геоэкологии включает три фундаментальных направления:

функциональную геоэкологию, изучающую взаимосвязи компонентов геосистем по вертикали – от геологического строения до верхней тропосферы;

хорологическую геоэкологию, выявляющую пространственные закономерности и структуры разного уровня и определяющую роль различных факторов в формировании их разнообразия;

динамическую геоэкологию, описывающую временные изменения геосистем (суточные, сезонные, годовые, многолетние, в т. ч. циклические и направленные) разного иерархического уровня, что позволяет прогнозировать их состояние в целом, изменение отдельных элементов и параметров (цит. по Тишков, Осипов, 2006).

Исследования в области геоэкологического страноведения, разработке теоретических основ и практической реализации которых посвящена данная работа, относятся к хорологическому направлению в геоэкологии. Из вышеуказанных тематических направлений оно теоретически развивает и расширяет третье направление - современных ландшафтов и ландшафтно геоэкологических систем

1.2. Мезомасштабные географические и геоэкологические системы

В географии широко известен термин «геосистема» (географическая система), под которой понимается «территориально единая совокупность природных компонентов, непосредственно взаимодействующих друг с другом и как единое целое – с внешней средой» (Солнцев, 1981). Термин «геосистема» был введен в широкий научный оборот В.Б. Сочавой, и, впоследствии, он получил развитие в трудах российских ландшафтоведов В.С. Преображенского, А.Г. Исаченко, В.А. Николаева, А.Д. Арманда, В.Н. Солнцева, А.Ю. Ретеюма, К.Н. Дьяконова, Ю.Г. Пузаченко и др. Компоненты геосистем подразделяют на абиотические (литогенная основа, воздушные массы, природные воды), биотические (растительность, животный мир) и биокосные (почвы) (Солнцев, 2004).

Пик дискуссий о применении системного подхода в отечественной географии пришелся на конец 1970-х гг. (Ретеюм, 1975, Дьяконов, 1975, Солнцев, 1977). Большая часть обсуждавшихся вопросов лежала в плоскости физической географии, изучающей природу земной поверхности (Ретеюм, 1975). Однако геоэкологические системы, по своему объему и содержанию, охватывают не только природные компоненты, но и включают человека и структуры, созданные в результате его деятельности. Логично предположить, что механизмы их функционирования связаны с социальной и техногенной природой этих компонентов.

Так, Э.П. Романовой с соавторами предложено понятие ландшафтно-геоэкологических систем (ЛГЭС), под которыми понимаются ландшафтные комплексы различного типологического уровня, с его внутрисистемными природными, хозяйственными и социальными особенностями и взаимосвязями, обладающие определенным геоэкологическим качеством (Романова и др., 2004). Для обоснования понятия предложена концептуальная модель ЛГЭС, в которой выделяются четыре подсистемы: природная, хозяйственная, социальная и подсистема управления (Романова и др., 2010).

Для оценки состояния каждой из подсистем предлагается собственная система индикаторов. Так, природная подсистема характеризуется серией показателей, определяющих природно-ресурсный и экологический потенциал ландшафта и связанных с его экосистемными услугами. Хозяйственная – наличием основных объектов хозяйственной деятельности, социальная – плотностью населения, индексом человеческого развития, подсистема управления – в т.ч. характером управленческих решений. Таким образом, хотя автор и утверждает, что ЛГЭС представляют собой группировки ландшафтов, по своему содержанию они явно претендуют на «общегеографические» системы, а совсем не физико-географические.

В работах по экодиагностике Б.И. Кочуров ввел понятие геосоциоэкосистема – территориальное сочетание, охватывающее системы разной степени сложности: природные, природно-антропогенные, демо- и

этноэкологические, социокультурные и характеризующиеся определенной общностью: единством территории, тесным взаимодействием между собой и целостностью выполняемых функций (Кочуров, 1999). В этом определении значимыми свойствами выступает функциональное и территориальное единство. Отметим, что в рамках исследований по экодиагностике в качестве операционно-территориальных единиц исследования наряду с ландшафтами и ПТК различного ранга выступают ареалы землепользования или категории земельных угодий.

Оба упомянутых автора полагают, что существуют особые геоэкологические системы, возникшие в результате совместного действия природной, техногенной и социальной составляющей и приобретшие в результате этого взаимодействия особые свойства (геоэкологическое качество ландшафтов, целостность выполняемых функций и т.д.). Однако при более подробном анализе оказывается, что обоснованность выделения подобных систем нуждается в более детальном подтверждении, как и самостоятельность самой геоэкологии.

С нашей точки зрения, возможность принципиального расширения объема понятия и качественно иного понимания процессов взаимодействия человека и природы, по крайней мере, на отдельных уровнях территориальной организации, лежит в сфере пересмотра содержания процессов, определяющих формирование геоэкологических систем.

Оценка роли исторически сложившихся форм землепользования и культурных ландшафтов позволяет пересмотреть подходы к классификации ландшафтов по их «природности», особенно в районах длительного освоения, и отчасти делает все ландшафты, в той или иной степени использовавшиеся местными сообществами, культурными (Elis *et al.*, 2010).

Реконструкция землепользования, выполненная на глобальном уровне в рамках модели *HYDE 3.2* (Klein *et al.*, 2017) свидетельствует, что большая часть планеты (72,5%) уже была заселена охотниками-собирателями и/или

ранними сельскохозяйственными обществами в начале нынешнего межледникового интервала.

В этой связи рассмотрим еще один важный – историко-культурный – аспект взаимодействия человека и природы, затрагивающий гуманитарные вопросы геоэкологии. Обратимся к точке зрения на соотношение в пространстве социальных и природных явлений, высказанной Л.Н. Гумилевым в ходе разработки своей теории этногенеза. В частности, он писал: «Социальные и природные явления не идентичны, но имеют где-то точку соприкосновения. Ее-то и надо найти, потому что это не может быть антропосфера в целом. Даже если понимать антропосферу как биомассу, то необходимо отметить две стороны явления: а) мозаичность, ибо разные коллективы людей по-разному взаимодействуют с окружающей средой; если же учесть хорошо известную историю последних пяти тысяч лет, то это разнообразие и выяснение его причин окажутся ключом к поставленной проблеме; б) многогранность изучаемого предмета — человечества. Это надо понимать в том смысле, что каждый человек (или человечество в целом) является и физическим телом, и организмом, и верхним звеном какого-либо биоценоза, и членом общества, и представителем народности, и т. п.» (Гумилев, 1990, 1993).

Из приведенной цитаты явно вытекает и то, что характер взаимодействия человека и природы не может быть обезличен, он зависит не только от свойств природных комплексов, но и от свойств этносов, проживающих на территории, особенно в том случае, если эти этносы, находятся на ранних стадиях преобразования природы человеком. В регионах длительного цивилизационного освоения важным фактором трансформации ландшафтов становятся культурные особенности территории (Dotterweich, 2013).

Географические исследования, направленные на анализ роли культуры в преобразовании природной среды, во многом, опираются на понятие «культурный ландшафт». Термин «ландшафт» как в отечественной, так и в

зарубежной науке имеет много смыслов и составляющих (Kaplan *et al.*, 1989). В понимании Европейской ландшафтной конвенции ландшафт рассматривается не только как объективная реальность, но как «синтез объективно существующей реальности и способа ее восприятия, переживания и осмысления» (The European Landscape..., 2002), что созвучно употребляемому в отечественной географии словосочетанию «культурный ландшафт» (Культурный ландшафт..., 2004; Калущков, 2008). Длительное время в отечественной научно-географической лексике оно отчасти соответствовало словосочетанию «антропогенный ландшафт», и во многом было синонимично понятию «исторический ландшафт» (Культурный ландшафт..., 2004).

Сейчас же все большее распространение получает точка зрения о равноправности в составе культурного ландшафта наряду с природными и элементов материальной и духовной культуры, в той или иной степени несущих особую смысловую нагрузку (Замятин, 2003; Культурный ландшафт..., 2004; Калущков, 2008). Как справедливо отмечают Ю.А. Веденин и М.Е. Кулешова, «в географическом смысле культурный ландшафт — не просто результат сотворчества человека и природы, но также целенаправленно и целесообразно формируемый природно-культурный территориальный комплекс, который обладает структурной, морфологической и функциональной целостностью и развивается в конкретных физико-географических и культурно-исторических условиях. Его компоненты образуют определенные характерные сочетания и находятся в определенной взаимосвязи и взаимообусловленности» (Культурный ландшафт..., 2004, с. 13).

В зарубежной географии ландшафт как феномен культуры активно изучается с начала XX в. (Sauer, 1925). Представление о нем как «тексте» со своим «словарем», «грамматикой» и «синтаксисом» было предложено классиком английской исторической географии У. Хоскинсом, чей знаменитый труд «*Making of the English Landscape*» (Hoskins, 1970), положил

начало целой серии исследований ландшафтов Британии, вылившейся в итоге в общенациональную программу инвентаризации (*Historic Landscape Characterization*) (Fairclough *et al.*, 1999; Planning..., 1994). С наибольшей полнотой этот аспект развивал Д. Косгроув, воспринимавший ландшафт как своего рода документ, запечатлевающий немые социальные реалии исторической эпохи, со своей знаковой системой (иконикой) и символикой (Cosgrove, 1984, p. 269).

Исследования, проведенные в последующие годы в разных странах Европы, доказывают, что если ландшафт и есть «текст», то текст — многократно стираемый и написанный заново. К нему применимо понятие «палимпсеста», использованное автором «полевой археологии» Д. Кроуфордом (Crawford, 1953). «Интерпретируя ландшафт» (выражение М. Эстона), географы Англии смогли воссоздать историю культурного пространства как пространства обитания нации в рамках различных хронотопов (Appleton, 1975; Aston, 2002; Rippon, 2008). В ходе подобной реконструкции удалось связать материальные элементы, сохранившиеся в ландшафте и отражающие характер антропогенного воздействия, с «культурным слоем» своего времени, и получить представление об их сочетаниях, характерных для разных исторических эпох, в т.ч. и самых ранних (Roberts, 2004).

Территориальная система культурного ландшафта представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов трех типов: локусов (точек), ареалов (площадных элементов) и треков (линейных элементов). Главной характеристикой точечных элементов служит их локализация, связанная с особенностями местоположения. Площадные элементы наряду с размером отличаются также конфигурацией границ и формой. Треки несут в себе свойство направления и имеют протяженность (длину) (PaHisCat, 2010). Их сочетание в ландшафте формирует его пространство освоения, видоизменявшееся на протяжении истории существования и освоения его человеком.

Все вышесказанное способствует выдвиганию соображения о том, что в формировании геоэкологических систем (если принять на веру положение, что таковые существуют), принимают участие не только природные и техногенные (в широком смысле – социально-экономические), но и историко-культурные (в широком смысле – цивилизационные) факторы.

Подобное предположение позволяет по-новому взглянуть на габаритную таксономию и внутреннюю структуру геоэкологических систем. Здесь уместно вспомнить принципиально соображение, высказанное О.Н. Трапезниковой, в отношении трансформированных ландшафтов, в частности, агрогеосистем – «агрогеосистемы нельзя рассматривать только в качестве больших или меньших модификаций природных комплексов, следует признать, что это принципиально другой тип систем с особой организацией, структурой, динамикой и функционированием. Это не самостоятельные системы, какими можно считать природные комплексы, а управляемые подсистемы более сложной самоорганизующейся (в общем случае) системы социума» (Трапезникова, 2017, с. 11).

Для понимания самоорганизации социума вспомним о содержании понятия цивилизация (Сорокин, 1992; Тойнби, 1991; Шпенглер, 1993). Наиболее близко к нашей тематике определение, предложенное Ф. Броделем – французским историком, подходы которого были, в значительной мере, разработаны на материале Средиземноморья. По Ф. Броделю (2003), цивилизации — это «реальности большой, неисчерпаемой длительности, без конца приспособляющиеся к своей судьбе». Он видел в цивилизации пространство, нишу, культурно-географическую зону, обладающую неповторимым своеобразием и взаимодействующую с другими зонами-цивилизациями. На роль природных факторов в цивилизационном развитии указывал Л.И. Мечников (Мечников, 1995). В ходе цивилизационного освоения в географическом пространстве происходит перекрытие двух эмерджентностей — геосистемной и цивилизационной. При этом ареал распространения цивилизации соответствует совокупности мозаик освоения,

характерных для разных природных условий и разных этносов. Таксономия культурных ландшафтов, разработана в гораздо меньшей степени и с меньшей строгостью, чем иерархия геосистем. Однако можно утверждать, что, закрепляя за культурным ландшафтом принадлежность к определенной национальной или субнациональной культуре, стоит принимать и таксономию историко-культурных ареалов.

Согласно А.Г. Исаченко (2004) закономерности территориальной дифференциации определяются причинами или факторами, которые ее вызывают. Как определить – на каком уровне территориальной организации факторы формирования геоэкологических систем будут наиболее соразмерны по масштабу и интенсивности?

Рассмотренные нами факторы – природные, социально-экономические и историко-культурные – формируют в географическом пространстве собственные системы территориальной дифференциации, характеризующиеся системой иерархии той или иной жесткости.

Важная для геоэкологии система природной дифференциации – геосистемная. В ней различают три масштабных уровня: планетарный (географическая оболочка), региональный (ландшафтные зоны и др.) и локальный (урочища и др.).

Уровни организации социально-экономических систем, на формирование которых, в основном, влияют социально-экономические факторы, могут быть представлены в системе трех или четырех масштабов: мир (вся совокупность стран мира или мировая экономика) – макрорегионы мира, интеграционные союзы (группы стран) – страны государства – отдельные части или регионы стран. А.Г. Исаченко выделяет и ландшафтные макрорегионы (Исаченко, 2008).

Действие историко-культурных факторов проявляется на мезо- и макроуровнях. В системе этнокультурной территориальной дифференциации выделяются два уровня: территории проживания языковых макросемей – языковых семей – ареал проживания отдельных народов-этносов. В

отечественной этнографии также была разработана иерархическая система историко-культурных (или историко-этнографических) провинций, областей и районов.

Принимая во внимание, необходимость учета масштаба действия каждого из факторов формирования геоэкологических систем и дифференциации географического пространства, предположим, что в наибольшей степени совпадение масштабов действия трех групп факторов происходит не на глобальном, либо локальном уровнях, а на среднем, назовем, его *мезомасштабным* – уровне. В значительной степени, это предположение основано на уровнях действия факторов, связанных с социумом - на локальном уровне явно не хватает масштаба для развития, а на глобальном – уже слишком велико единообразие.

Территориальные проекции взаимодействия социума и природы на мезоуровне чаще всего лишь отчасти отражаются единицами дифференциации одного ряда. Наряду с природными факторами на формирование ареалов таких взаимодействий, их последствий и разработки механизмов разрешения возникающих конфликтов влияют также исторические, этнокультурные, социальные, экономические, геополитические и другие факторы.

Отметим, в то же время, что в данном случае слово *мезомасштабный* не привязано жестко к размеру, оно характеризует интенсивность явления, сомасштабность системообразующих процессов (физико-географических, социально-экономических, геополитических), образующих эмерджентные свойства на разных размерных уровнях - района, урбанизированного ареала, части глобальной природной зоны, крупного речного бассейна и т.д.

Взаимодействие факторов формирования мезомасштабных геоэкологических систем порождают в пространстве системы разных типов и конфигурации: это могут быть как небольшие «ядерные» ареалы с градиентом интенсивности ведущего фактора от ядра к периферии – фактически, хорионы

по А.Ю. Ретеюму, или «размазанные» обширные пространства с экстенсивными типами природопользования.

Так, сила фактора, трансформирующего среду, может быть очень велика, но его интенсивность может резко уменьшаться по мере удаления от центра действия фактора – таковы, например, урбанизированные ареалы. Напротив, называя такие системы мезомасштабными, мы, одной стороны, обозначаем масштаб действия фактора формирования систем, с другой, указываем на широкий размерный ряд объектов, входящих в это понятие. В зависимости от цели исследования линейка «размеров» может меняться, включая объекты, различающиеся по размеру на несколько порядков.

Определив основные факторы формирования геоэкологических систем, попробуем определить свойства их *совокупности*, определяющие принципиальное разнообразие формируемых ими систем. Подобная оговорка важна, так как, на наш взгляд, именно синергия факторов приводит к образованию геоэкологических систем; в случае их раздельного действия могут также формироваться и системы самостоятельных рядов дифференциации. К свойствам совокупности (или набора) факторов мы относим: сложность набора (представленность всех групп или подгрупп факторов), степень проявления ведущей роли (приглушенность той или иной группы факторов или равномерное влияние каждого из них), время вступления в силу (одновременное, со значительным отставанием или опережением).

Простейшим (или предельным) примером упрощения набора факторов будут служить практически незаселенные пространства пустынь тропического пояса или районы ледяных пустынь Антарктиды, где историко-культурные или социально-экономические факторы будут отсутствовать. Противоположный пример представляют собой пространства районов длительного и интенсивного освоения в экономически развитых странах, где будут проявляться все факторы дифференциации.

Ярко выраженная ведущая роль факторов физико-географической дифференциации на фоне относительной «приглушенности» проявления

общественно-географических факторов возможна в районах с горными или относительно экстремальными природными условиями, относительно низкой плотностью населения и экстенсивным характером освоения. Напротив, явное преобладание факторов общественно-географической дифференциации на фоне относительной однородности природных характерно для районов с длительной и целенаправленной историей преобразования природной среды, равномерной высокой плотностью населения и достаточно комфортными природными условиями, не составляющими препятствие для освоения. Промежуточный вариант может быть обнаружен в районах с преимущественно зональным распределением ландшафтов, сохранившейся традиционной структурой хозяйства и разнородным этническим составом.

Третьей составляющей, отражающей временной аспект взаимодействия, мы полагаем время вступления в силу факторов дифференциации. Важно учитывать, что, 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), сказывающийся на характере ведения хозяйства и приводящий к смене традиционных хозяйственных укладов. Таким образом, под моментом вступления в силу можно понимать и время радикального усиления действия одного из факторов на фоне его длительного спокойного и даже «рутинного» проявления.

С точки зрения получающейся конфигурации геоэкологических систем ячейки пространственной дифференциации могут образовывать в пространстве две предельные формы территориальных проекций — синтетическую матрицу и матрицу-конгломерат. Первая представляет собой новую матрицу в значительной степени совпавших по контуру ячеек частных

дифференциаций — иначе говоря, при наложении разных сеток территориальной дифференциации наблюдается высокое сходство их совместных ареалов. В таком случае мезомасштабные геоэкологические системы могут совпадать по локализации с единицами частных видов дифференциации — зон, этнокультурных ареалов и, даже, частей внутреннего административно-территориального деления стран. Матрица-конгломерат, напротив, демонстрирует хаотичное совмещение контуров, лишь в отдельных частях образуя совпадающие ареалы.

Теория организации геоэкологических систем в настоящее время еще только разрабатывается, и, разумеется, наше исследование не претендует на ее полноценную разработку. По результатам анализа имеющихся теоретических и практических разработок мы можем выделить следующие положения, значимые для нашей работы.

На наш взгляд, намеренное выделение геоэкологических систем и формальное обоснование их жестких отличий от географических систем часто является искусственным построением. Одна и та же реально существующая система — например, природно-антропогенный ландшафт, может рассматриваться и в качестве географической, и в качестве геоэкологической, природно-хозяйственной (Швебсс, 1987). В значительной степени, прилагательное, предпосылаемое существительному «система», зависит от цели и направленности исследования и носит субъективный характер.

Новое конфигурирование пространства с позиций анализа территориальных проекций взаимодействия человека и природы возможно с вовлечением в анализ дополнительных, в частности, цивилизационных и историко-культурных факторов формирования геоэкологических систем. Их взаимодействие достигает максимального уровня синергии на мезомасштабном уровне, где масштаб действия факторов относительно соразмерен.

Вопрос о принципиальных отличиях географических и геоэкологических систем на других уровнях территориальной организации остается открытым. Можно предположить, что на глобальном уровне

подобные геоэкологические системы совпадают с единицами глобального уровня геосистемной и экосистемной дифференциации – географической оболочкой (биосферой, экосферой), на локальном уровне – с иными единицами геосистемной дифференциации того же уровня. В то же время масштаб относится в данном случае не только к размеру объектов, но и к интенсивности процессов, приводящих к его формированию, а также детальности рассмотрения. Об этом говорит и современное понимание понятия «масштаб» (Sayre, 2005, 2009).

Для изучения факторов формирования мезомасштабных геоэкологических систем, их структуры и функционирования целесообразно использование методологического аппарата, сочетающего подходы и методы исследований естественных и гуманитарных наук, что определяется их смешанным социо-природным генезисом. Среди отраслей географии, способных предоставить такой аппарат, в т.ч. и страноведение – отрасль географии, традиционно занимающаяся комплексным изучением территориальных систем подобной размерности.

1.3. Страноведческий анализ и возможности его применения в геоэкологии

На протяжении последнего столетия территориальные приоритеты географических исследований как в России, так и мире претерпевали неоднократные изменения (Higgins *et al.*, 2012; Brenner, 2004). На смену периоду расцвета региональных исследований (первая треть XX в.) пришел период роста интереса к локальным исследованиям на ключевых участках (1940–1970-е гг.), в результате которых были получены значимые сведения о механизмах функционирования природных комплексов, приведшие к новым научным обобщениям и результатам (Gibson *et al.*, 2000).

После некоторого упадка региональных исследований (Claval, 1998) в период нарастания глобальных изменений и роста значимости их региональных откликов интерес к изучению стран и регионов мира вновь начинает возрастать (Gibson *et al.*, 2000). Этому способствует и более существенное, чем столетие назад, накопление глобальных баз геопространственных данных, находящихся в том числе и в открытом доступе (*freegisdata.rtwilson.com*). Они позволяют обобщить большой массив информации и составляют хорошую основу для изучения региональных различий на территориях любой размерности — от материка до небольшого региона страны.

Для геоэкологии как географической науки особенно важен и интересен анализ региональных проявлений и особенностей взаимодействий общества и природной среды, что невозможно без учета и широкого использования фундаментальных и эмпирических знаний, уже накопленных в рамках страноведения — одной из старейших географических наук, традиционно носившей комплексный характер. Однако, несмотря на очевидную необходимость, остается не до конца понятным, в рамках каких исследований и как конкретно должна происходить интеграция знаний.

Рассмотрим общие черты и различия в подходе, предмете и методах геоэкологии и страноведения и наметим возможные пути их интеграции. Первоначально коротко обратимся к истории формирования научной школы страноведения в отечественной географии в той части, в которой это необходимо для нашего исследования.³

Все без исключения авторы, обращающиеся к проблемам теории страноведения, отмечают синтетический характер этой науки. В известной книге «Мир географии» страноведению была отведена роль синтетического научного направления, изучающего природно-социальный комплекс особого ранга — государство как единую природно-социальную систему (Мир

³ В отношении геоэкологии мы сделали это в параграфе 1.1.

географии, 1984, с. 20–21). Важную синтетическую роль страноведения как «купола географии» отмечал Н.Н. Баранский (1980). При этом, как писал еще в 1970-е гг. В.А. Анучин, страноведение изучает географическую среду в границах стран и историко-культурных регионов (Анучин, 1972). Подробный обзор истории страноведческой мысли содержится в работе Н.С. Мироненко (2001), где справедливо отмечается, что термин «страноведение» существует лишь в русском и немецком языках, в других же его близким синонимом служит словосочетание «региональная география». История появления в немецком языке термина *Landerkunde* связана с именем Карла Риттера. Он же впоследствии предложил термин *Landschaftskunde*, известный в русском переводе как ландшафтоведение. Первый термин был предложен им для изучения природных условий территории, второй — для изучения взаимосвязей между природой и культурой. Такое понимание широко распространилось в европейской немецкоязычной географии, а также оказало влияние и на англоязычную географию. В отечественной географической традиции 1920–1930-х гг., во многом испытавшей влияние немецкой географической школы, термины «ландшафт» и «страноведение» также были тесно связаны.

Первая кафедра, в названии которой появилось слово страноведение, в России была создана на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова в 1938 г., затем она была переименована в кафедру физической географии зарубежных стран. Анализируя историю отечественной вузовской физической географии, Ф.Н. Мильков пришел к выводу, что благодаря деятельности коллектива кафедры физической географии зарубежных стран на ней сложилась самостоятельная школа физико-географического страноведения Добрынина-Баркова — «наследница» географической школы Д.Н. Анучина (Мильков, 1984, с. 83).

Б.Ф. Добрынин и А.С. Барков, так же, как и их учитель Д.Н. Анучин (Анучин, 1954), рассматривали страноведение как вторую часть физической географии (после первой — «землеведческой»), а основным объектом физико-

географического страноведения считали природный ландшафт. «Главная задача молодого, начинающего исследователя-географа в поле — научиться наблюдать и определять конкретные (однородные) ландшафты и закономерности их распределения» (Добрынин, 1957, с. 60). Он же наметил и иерархию ландшафтных образований: 1) ландшафтный участок, соответствующий детальному или конкретному ландшафту; 2) ландшафтный район; 3) ландшафтная область; 4) группы ландшафтных областей; 5) страна; б) часть света или континент (Добрынин, 1948).

О том, что происходило с анучинским «страноведением» и антропогеографией в 1930-е гг. на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова подробно описано в монографии Ю.Г. Симонова (2008). Приведем оттуда лишь одну цитату: «Из анучинской географии были изъяты ... два важнейших ее раздела: антропогеография и страноведение. Антропогеографию «выбросили насовсем», а страноведение оказалось восстановленным в трех видах. Во-первых, в экономической географии получил развитие «порайонный анализ», в котором описание природы рассматривалось преимущественно с экономических или «ресурсных» позиций. Во-вторых, на вновь организованной кафедре капиталистических стран И.А. Витвер создал историко-экономико-географическую школу, представляющую новый взгляд на содержание страноведения. Третье направление возникло на кафедре физической географии. Его развил, главным образом, Б.Ф. Добрынин (кафедра будет образована лишь в 1938 г. после организации географического факультета)».

С начала 1940-х гг. заведующим кафедрой стал Александр Сергеевич Барков. Он определял страноведение как ветвь географии, занятую комплексным изучением отдельных стран и отдельных их районов, ландшафтов. Это определение содержалось без изменений в его словаре-справочнике по физической географии, выдержавшем четыре переиздания (Барков, 1940).

Направление физического страноведения (по А.С. Баркову) получило непосредственное продолжение в монографиях его и Б.Ф. Добрынина учеников и последователей — Е.Н. Лукашовой, Н.В. Александровской, Г.М. Игнатьева, Э.П. Романовой и других авторов. Постепенно в диссертациях, защищаемых на кафедре, в работах ее выпускников все большее место при анализе стала занимать экологическая тематика, физико-географическое страноведение стало иметь все больший уклон в анализ экологических проблем стран и крупных регионов. Научной основой исследований, по-прежнему, оставался ландшафтный подход. Сошлемся все на того же автора, Ю.Г. Симонова — «страноведы этого профиля одним из главных методов исследования приняли природное районирование. В этом варианте страноведения сделана попытка доказать, что в природе существуют определенные комплексы с границами, которые не совпадают с административно-политическими». Геоэкологическое районирование развивает это положение, анализируя наряду с природными и другие факторы формирования таких районов.

В отечественном страноведении в те годы наблюдался явный перекоп в сторону отображения социально-экономической составляющей страноведения в ущерб природной. Вслед за экономической географией (частью которой страноведение стало с 1950-х гг.) в страноведении стал преобладать подход к природе исключительно как к поставщику природных ресурсов, дополнявшийся в лучшем случае элементами «географического детерминизма».

Во второй половине XX в. в отечественной географии были разработаны научные основы экономико-географического страноведения (развитие второго направления — И.А. Витвера — из упомянутых выше), главной методологической базой которого стала комплексная характеристика страны, а также типология стран мира на основе главных показателей их социально-экономического развития (Вольский, 2001).

Состав комплексной характеристики существенно различался в рамках физической и социально-экономической географии. Совершенно

«пионерным», совместившим в себе все существовавшие на тот момент тенденции в страноведении, стал план комплексной характеристики страны, использовавшийся в многотомной монографии «Страны и народы», вышедшей в 1980-е гг. (табл. 1.3).

Таблица 1.3

**Сравнение состава комплексной характеристики территории
в разных видах страноведения**

| Физико-географическое страноведение | Экономико-географическое страноведение | Комплексное страноведение |
|---|---|-------------------------------------|
| Географическое положение | Географическое положение | Общие сведения |
| Геологическое строение и история формирования | Государственное устройство | Важнейшие исторические события |
| Рельеф и полезные ископаемые | Историко-экономический очерк | Природа |
| Климат | Природные ресурсы | Население |
| Внутренние воды | Население | Хозяйство |
| Почвенно-растительный покров и животный мир | Хозяйство | Культура: традиции и современность |
| Географические пояса и зоны | Внешние связи | Внутренние различия и города |
| Региональный обзор | Региональные различия | |

Жирным шрифтом выделены разделы, близкие по содержанию

Широкий спектр современных отечественных исследований в этой области географии отражает типология самого страноведения, проведенная А.И. Трейвишем, и концепция эволюционного страноведения, предложенная А.С. Фетисовым в развитие идей В.В. Вольского (География социально-экономического развития, 2004, с. 301–319).

Из современных подходов страноведческих исследований наиболее близки к геоэкологии работы Я.Г. Машбица (1998). Совместно с В.М. Гохманом он предложил идею проблемного страноведения. Его суть заключается в переходе от универсальных и всеохватных покомпонентных характеристик территорий к анализу их ключевых и специфических проблем. К числу последних, без сомнения, можно отнести и глобальные геоэкологические проблемы (Лавров, Сдасюк, 1985).

Другая идея Я.Г. Машбица касается зонального страноведения, суть которого состоит в выявлении особенностей природопользования, условий ведения хозяйства и всех сторон жизни населения, территориальной организации хозяйства в неразрывной связи с природно-зональными условиями (Машбиц, 1998). Именно подобный подход может стать основой для страноведческого районирования территории, что отмечают и ландшафтоведы (Исаченко, 2004).

Особенно подчеркнем актуальность использования в страноведении полимасштабного подхода (Трейвиш, 2009), предполагающего выстраивание последовательной цепочки рассмотрения объектов страна – на фоне мира, район – на фоне страны и мира, город – на фоне района, страны и мира, что дополнительно указывает на узость представления о страноведении исключительно как разделе географического знания, изучающего страны как административно-территориальные единицы. Вопрос полимасштабности как важного свойства географического ландшафта разработан и в физической географии (Хорошев и др., 2010).

Наряду с традиционными для географии физико-географическим и экономико-географическим страноведением появились также и другие виды страноведения. С учетом увеличения в мировой экономике роли туризма и рекреации все более востребовано туристское страноведение. Его основная задача заключается в формировании туристского образа страны, а также определении механизмов его продвижения на международном рынке (Климанова, Шабалина, 2008). Под туристским образом понимается система

рационально и эмоционально сформированных представлений, в основе которой лежат специфические особенности территории, подчеркивающие ее индивидуальность с точки зрения массового туриста (Климанова, Тельнова, 2008). Применение системно-структурного подхода для оптимизации рекреационного природопользования описано в работе по приморским территориям Кубы (Гринфельдт, Климанова, 2005).

В связи с очевидно проявляющейся в рамках страноведения тенденцией к диверсификации знания и ожидаемого итога исследований традиционная для экономико-географического страноведения задача (именно оно, по сути, стало синонимом страноведения в действующих на сегодня программах обучения географов) – познание закономерностей организации общества на территории ограниченной государственной границей уже не может быть общей задачей страноведения как науки. Для определения сущности и задач географического страноведения в целом более подходящим является раскрытие пространственной (территориальной) структуры страны или ее района как результата взаимодействия ее территориальных элементов общественного и природного характера (Горкин, 2013).

Рассмотрение вышеприведенных работ страноведов и геоэкологов четко свидетельствует, что в рамках современной отечественной географии у этих научных направлений сложилась разная тематическая направленность: естественно-географическая — у геоэкологии и социально-экономическая — у страноведения. Однако подобная ситуация в значительной степени определена влиянием внешних для науки факторов, определивших развитие географии в России в течение XX века. В то же время сопоставление характера и современного состояния геоэкологических и страноведческих исследований обнаруживает у них ряд общих признаков: необходимость синтеза знаний различных дисциплин; комплексность, системность изучения территории; изучение взаимодействия человека и окружающей его географической среды; взаимовлияние человека и природы и изучение региональных аспектов такого взаимодействия в контексте глобальных процессов; анализ сложившейся

структуры территории в результате длительных процессов ее формирования и эволюции (Климанова, 2008а). Подобный результат свидетельствует о возможности и, даже, необходимости интеграции геоэкологических и страноведческих подходов.

Отметим, что в рамках питерской географической школы разрабатывается направление экологического страноведения. Его теоретическую основу составляют разработки А.Г. Исаченко об экологическом и ресурсном потенциале ландшафтов и эколого-географических закономерностях расселения и освоения человеком природных территорий. Цель экострановедения определяется авторами как синтез природного, этнического и социально-экономического начал, сравнительный анализ территорий через изучение современной ландшафтно-экологической структуры конкретных стран и регионов мира как среды обитания коренных этносов (Севастьянов, Бочарников, 2009).

Экологическая тематика в страноведении сегодня – результат реакции науки на вызовы начала XXI в. Это, в первую очередь, связано с тенденциями мирового развития, в котором проблемы взаимодействия человека и окружающей среды из повода для алармистских прогнозов трансформируются в сюжет мировой политики и объект международной торговли. Наряду с материальными (вещественными) природными ресурсами все большую роль начинают играть экосистемные услуги. С другой стороны, доступность информации и расширившиеся технологические возможности – про страны все известно всем через два клика в Интернете и два приближения в *Google Earth*, снова делают самым важным в страноведении синтез знаний, теперь уже на новых основах.

Теоретическое осмысление современных страноведческих концепций, а также опыт практических разработок по данной тематике позволяют предполагать перспективность применения страноведческого подхода в геоэкологии, в частности, в рамках **геоэкологического страноведения** (Климанова, 2014). Объектом его исследований выступает взаимодействие

географического пространства и человеческих общностей – этносов, наций, социумов, в том числе и в историческом аспекте, а предметом – территориальные проекции таких взаимодействий, иными словами, территориальные структуры, формирующиеся в их результате.

К числу возможных направлений исследований в области геоэкологического страноведения можно выделить:

разработку методологии и инструментария выделения и картографирования геоэкологических систем на мезомасштабном уровне на основе междисциплинарных подходов;

изучение взаимодействия природных, историко-культурных и социально-экономических факторов регионализации территории в границах единых историко-культурных регионов;

выявление закономерностей и факторов формирования территориальной структуры землепользования / земельного покрова крупных регионов земного шара;

анализ значимых геоэкологических особенностей урбанизированных ареалов как мезомасштабных геоэкологических систем;

использование геоэкологической проблематики в качестве дополнительного основания при создании классификаций и типологий стран мира.

В зарубежных исследованиях ближе всего к этой тематике проекты, предусматривающие анализ экологических аспектов устойчивого развития страны. К таким работам относятся, в первую очередь, исследования, проводимые в рамках деятельности Программы ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП), Международной геосферно-биосферной программы (*International Geosphere-Biosphere Programme*), а также исследования Института мировых ресурсов (*World Resource Institute*) в Вашингтоне и др. В центре их внимания находятся геоэкологические проблемы как глобального, так и регионального, и локального характера – загрязнение атмосферы и изменение климата, ухудшение качества и дефицит водных ресурсов,

деградация почв и земельных ресурсов, обезлесение, потеря биологического и ландшафтного разнообразия, рост городов и ухудшение качества городской среды, утилизация промышленных и твердых бытовых отходов (Глобальная экологическая..., 2002). В этих публикациях не только присутствуют разделы о современном состоянии окружающей среды в различных регионах мира, но и подробный анализ существующих систем природопользования, а также экологической политики в конкретных странах и регионах.

Каковы особенности страноведческого подхода, которые могли бы обогатить методологию геоэкологии? Мы обобщили их в табл. 1.4.

Предпоследняя из обозначенных особенностей позволит расширить содержание геоэкологических исследований уже привычных для географии природных объектов с позиций страноведческого анализа (табл. 1.5).

Страна-государство, с точки зрения геоэкологии, может быть представлена как совокупность ландшафтов (природных зон), определяющих экологический потенциал ее территории. Расстановка сил в системе стран мира, различные приоритеты определяют тенденции развития и систем нижележащих территориальных уровней.

Набор единиц физико-географического районирования (физико-географических областей, реже — физико-географических стран) создает предпосылки для культурно-географического своеобразия, формирования региональной идентичности, выделения исторически сложившихся типов освоения пространства.

Аналогичная ситуация складывается и с природной зоной (подзоной) в пределах макрорегиона. Ее наличие на территории разных государств часто определяет необходимость разработки единой межгосударственной стратегии по совместным действиям в области деградации природных ресурсов и управления природопользованием, которые невозможно решить для каждой страны в отдельности.

Таблица 1.4

Возможные направления применения составляющих страноведческого подхода в геоэкологии

| Составляющие | Возможное применение в геоэкологии |
|--|--|
| Анализ взаимосвязей человека, природы, культуры и хозяйства | Комплексный подход при анализе последствий антропогенного воздействия на конкретной территории, учитывающий не только его характер и интенсивность, но и этнокультурную и экономическую составляющую |
| Историзм | Учет не только современных масштабов воздействия, но и его ретроспективной составляющей во всем многообразии |
| Особое внимание к проблемам человека и его интересам | Антропоцентричность |
| Выявление внутривосточных различий и регионов со сходными характеристиками | Необходимость детальной разработки методологии районирования не только по результатам геоэкологической оценки, но и на основании комплексного подхода к анализу взаимодействия природы и общества |
| Проблемность и аналитичность | Выявление возможностей и ограничений для экологического развития территории на основе совокупности параметров |
| Системно-структурный анализ | Анализ геоэкологических проблем материка не только с позиций оценки состояния входящих в него ландшафтов, но и стран, а также их крупных частей |
| Территориальность | Инвентаризация и анализ территориальных структур, представляющих собой результат взаимодействия общества и природы |
| Приуроченность к системам «странового» уровня | Выработка методологии исследований на мезоуровне, отличной от глобального и локального |
| Использование понятия «образ страны» | Выявление характерных черт стран, обеспечивающих их индивидуальность среди подобных по особенностям экологической ситуации и трендам экологического развития |

Составлено автором с использованием Машбиц, 1998

Таблица 1.5

Природные объекты страноведческого анализа (на примере Африки)

| Тип системы | Пример | Содержание с позиций геоэкологического страноведения |
|---|---|---|
| Природная зона (подзона) в пределах макрорегиона | Сахельская зона | Приоритеты экологических стратегий и межгосударственных программ совместных действий в области управления природопользованием |
| Бассейн озера в пределах группы стран | Бассейн озера Чад | Проблемы регулирования стока и трансграничное управление водными ресурсами |
| Совокупность ландшафтов (природных зон) в пределах страны-государства | Пустыни, саванны, редколесья и переменновлажные леса Мали | Территориальные ресурсы и экологический потенциал страны — предпосылки ее развития |
| Совокупность ландшафтов в пределах цивилизационных макрорегионов | Средиземноморье, Субсахарская Африка | Влияние на ход цивилизационного развития (особенно на ранних стадиях) |
| Совокупность физико-географических областей (стран) в пределах страны-государства | Малийские Сахара и Судан | Региональная идентичность и региональные стратегии экологического развития |

Составлено автором

В частности, в Африке такая стратегия по борьбе с опустыниванием наряду с национальными планами действий государств разработана для Сахельской зоны. Управляющее начало объединяет в единое целое и бассейны озер (рек), расположенные в пределах ряда государств. В Африке наиболее

очевидный пример такой единицы — бассейн озера Чад, объединяющий части территорий шести стран, для которых разработана программа по трансграничному управлению водными ресурсами.

Результаты геоэкологических исследований, в свою очередь, также могли бы обогатить методологию страноведения, например, в части разнообразия индикаторов для типологии стран (табл.1.6).

Опишем ниже некоторые направления этого взаимообогащения. Разработанная во второй половине XX в. в отечественной географии типология стран мира на основе главных показателей их социально-экономического развития достаточно динамична и предполагает эволюционные или революционные мутации стран и изменения их типов. Анализ подобных изменений положен в основу концепции эволюционного страноведения, предложенной А.С. Фетисовым в развитие идей В.В. Вольского (География социально-экономического..., 2004, с. 301–319).

Таблица 1.6

Возможные направления применения геоэкологических подходов и методов в страноведении

| Приоритет | Возможное применение в страноведении |
|---|--|
| Оценка качества природной среды | Использование индикаторов состояния природной среды как дополнительного основания для типологии стран |
| Анализ процессной составляющей трансформации природной среды | Введение динамической составляющей в страноведение |
| Широкое использование количественных индикаторов и геоинформационного картографирования | Объективизация выделения территориальных структур |
| Ландшафтный подход | Использование ландшафта как общего понятия в качестве возможной операционно-территориальной единицы исследования |

Составлено автором

По В.В. Вольскому (2001), тип страны – объективно сложившийся относительно устойчивый комплекс присущих ей условий и особенностей развития, характеризующий ее роль и место в мировом сообществе на данном этапе всемирной истории.

В предложенной типологии в качестве основания используется совокупность социально-экономических показателей, которая в каких-то существенных, подчас решающих типологических чертах, с одной стороны, роднит эту страну с рядом схожих стран, а с другой стороны, выделяет ее из всех других типов стран. Автор неоднократно указывает, что простое рейтингование стран по различным показателям никогда не сможет стать успешной основой типологии, поэтому мы будем говорить не об одном универсальном показателе, а об их совокупности. Кроме того, данная типология, как подчеркивают и В.В. Вольский, и А.С. Фетисов, характеризует положение стран в динамике.

Следовательно, выбирая геоэкологические показатели, которые могут ее дополнить, неправомерно говорить о тех из них, которые характеризуют лишь статичное положение. Так, вместо доли в структуре землепользования лесных, городских и иных типов земель на определенный момент времени, следует рассматривать их изменение за выбранный временной промежуток. Например, подходящим показателем можно считать изменение лесистости или долю коренных лесов в современном лесном покрове.

При выборе оснований для типологии следует различать собственно природно-ресурсные индикаторы – площадь, запасы минеральных, водных, лесных, биологических ресурсов – от геоэкологических. Это отличие определяется, во многом, изменением подходов к оценке природных ресурсов и появлением понятия «экосистемных услуг». Экосистемные услуги – это функции экосистем, обеспечивающие экономические выгоды для потребителей этих услуг, базирующихся на обеспечении природой различного рода регулирующих функций (Millenium Ecosystem Assessment, 2001). К их числу относят, например, обеспечение пресной водой, производство

продуктов питания, древесины, топлива и т.д., регулирование биоразнообразия, качества воздуха и климата, круговорот питательных веществ, влияние на здоровье человека и т.д. Потребители этих услуг могут находиться как на локальном уровне (отдельные предприятия), так и на региональном и глобальном уровнях – целые страны и регионы. Вслед за введением понятия экологических услуг экономисты предложили и механизмы подсчета компенсаций за их оказание, что может стать одним из механизмов регулирования мировых рынков. Объем оказываемых экологических услуг может быть учтен при типологии стран и использован как альтернатива либо дополнение к привычным ресурсным индикаторам.

Индикаторы ресурсно-экосистемного блока составляют базу для оценки исходных условий – ресурсов для социально-экономического развития. Пока не очень понятно, как они могут рассматриваться в динамике, хотя теоретически это возможно. Услуги связаны со структурой экосистем на территории страны, а она, в свою очередь, в значительной степени коррелирует с ландшафтным покровом, изменения которого хорошо отслеживаются при использовании материалов дистанционного зондирования на разные сроки. Именно изменение структуры ландшафтного покрова может служить возможной альтернативой показателю услуг в динамике.

Второй блок показателей характеризует степень остроты экологических проблем на территории страны – интенсивность проявления процессов загрязнения атмосферы, опустынивания, обезлесения, истощения ресурсов пресной воды и ухудшения их качества и т.д. и площадь, охваченную этими проблемами. Для большинства из них есть количественное выражение, представленное как в национальных отчетах, так и отчетах международных организаций, например, Всемирной продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО; *FAO*), где имеется статистика по состоянию земельных, лесных и водных ресурсов по странам. В этом блоке могут быть использованы и интегральные геоэкологические индексы. К их числу относятся индекс экологической устойчивости (*environmental*

sustainability index) (Environmental Sustainability..., 2005) характеризующий способность стран обеспечить сохранность своих экосистем в ближайшем будущем и близкий ему индекс экологической «результативности» (*environmental performance index*), предложенный в Йельском университете. Для подсчета первого из них были использованы 76 переменных, составивших 21 индикатор, объединенных в пять блоков – свойства экосистем, сокращение / увеличение экологического стресса, сокращение/увеличение уязвимости человека, экологическая политика, место в глобальных процессах. Второй индекс отражает, по сути, эффективность экологической политики стран по отношению к основным составляющим экосистем – воде, воздуху, биоразнообразию, почвенным ресурсам. В результате их применения получены интегральные рейтинги стран, отражающие их место в системе взаимодействия население-хозяйство-экосистема, заключенных в государственных границах стран. К числу подобных же индикаторов относится и индекс экологического следа (*ecological footprint index*).

Описанные выше индикаторы рассматриваются в контексте социально-экономического развития, уровень которого, в случае геоэкологической типологии, уместно рассматривать через показатель валового внутреннего продукта на душу населения, что позволит учесть давление на окружающую среду в пределах государственной территории. Сопоставление трех блоков индикаторов – объема экономики, ресурсно-экосистемного и проблемного – проводится методом кластеризации, что позволяет выделить наиболее близкие типы сочетаний.

Важное прикладное значение играет синтез геоэкологических и страноведческих подходов и для учебного страноведения (Климанова, 2004, 2007).

Отдельно отметим, что 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.

1.4. Комплексное геоэкологическое районирование и страноведение

Как уже было показано в п. 1.2 именно на мезомасштабном уровне действие факторов формирования геоэкологических систем относительно соразмерно, и приводит к возникновению систем, границы и структура которых отличны от таксонов физико-географической и экономико-географической дифференциации. Мы полагаем целесообразным назвать такие системы *геоэкологическими районами*. Геоэкологический район – это часть территории, объединенная единством процессов и последствий взаимодействия природы и/или человека (общества), сформировавшегося в ходе исторического развития.

Район – одно из центральных понятий в географии, но в рамках современных физической и экономической географии есть свои подходы к трактовке его содержания (Мильков, 1956, Гладкий, Чистобаев, 2002; Шувалов, 2013). Первоначально в рамках хорологической концепции Геттнера единство района достигалось за счет «сосуществования и взаимодействия различных царств природы и их различных форм» (Геттнер, 1930, с. 120), т. е. за счет причинно-следственных связей. Геттнер указывал, что «страноведческая и хорологическая концепция во всех существенных пунктах идентичны» (Геттнер, 1930, с. 117). Имея в виду, что в рамках классической хорологии основным свойством пространства выступают не его формальные свойства, а сущностное заполнение, пространство геттнеровских районов с позиций геоэкологии формируется в результате взаимодействия человека/общества и природы.

Во французской школе «географии человека» развитие концепции региона происходило, с одной стороны, по пути выявления специфического

характера каждого места или каждого комплекса на земном шаре, с другой — в поисках однородности выявляемых регионов (Витвер, 1940). По мере улучшения качества региональных описаний и накопления фактической информации о разных регионах мира стало возможным создание многотомных трудов по всем регионам земного шара. Ярким примером таких работ во французской географии стала многотомная монография Элизе Реклю (в русском переводе, 1906–1909), ставшая закономерным итогом развития описательной традиции, заложенной еще в XVIII в. (Claval, 1998).

«Классическую» форму региональным исследованиям придал Видадь де ля Блаш (Claval, 1998), сделавший основным объектом своего анализа характер взаимодействия между человеком и природой. Главная черта районов, выделяемых на ее теоретических принципах (классическая фаза развития региональной географии — конец XIX – первая половина XX в., Claval, 1998) — природно-историко-культурная общность, в рамках которой устанавливается гармония между природой и человеческой деятельностью (от жилища до хозяйственной деятельности). В территориальном отношении районы соответствовали историческим провинциям Франции, иногда — ее природным областям (на низовом уровне — *рау*). В рамках региональной концепции важным был и анализ причинно-следственных связей, возникавших на разных территориальных уровнях. Хотя выделяемые регионы и отличались своей уникальностью, они не представляли собой «вещь в себе», оторванную от остального территориального контекста, напротив, благодаря своим связям они составляли части более крупных по площади регионов и стран.

В немецкой антропогеографии (Ратцель, 1903) сформировалось представление о районе как земном организме со своей функциональной структурой и своими законами развития. Район в рамках антропогеографического подхода рождается, развивается и умирает, а «жизнь» районов во многом определяется законами социал-дарвинизма.

Принципы единства территории с позиций районирования были характерны и для ранних работ отечественных географов, не разделявших природу и общество по отраслевому признаку

При выделении естественных (физико-географических) районов Европейской части России А.А. Крубер (1907) считал необходимым учет особенностей природы, природно-бытовых условий, этнографических особенностей и исторического прошлого. Первостепенное значение при этом уделялось природным факторам, что в значительной степени определялось «низкой культурой» и необходимостью приспособиться к обширным и разнородным природным пространствам.

Таким образом, в своем первоначальном значении понятие «район» было связано с характером дифференциации земной поверхности, однако не было четко привязано к одному из видов такой дифференциации, напротив, соединяло их в единый ряд (Семенов-Тянь-Шанский, 1928). Более того, в рамках отдельных направлений — французской географической школы, американской географии — подчеркивается синтетический характер районов, выделяемых по общности взаимодействия человека и природы и характеру такого взаимодействия в истории (Американская география, 1957). Иными словами, район не обязательно представляет собой объективно существующую реальность, получаемую в результате объединения однотипных по природе смежных ареалов, он может иметь и виртуальный характер.

С учетом значимости глобальных изменений природной среды районирование сегодня представляет собой универсальный инструмент изучения любой территории, в том числе, в разрезе взаимодействия природы и общества, позволяющий не только выделять районы со сходными последствиями антропогенных воздействий, но и определять ареалы межстрановых взаимодействий в части решения глобальных проблем.

Подробный обзор подходов к физико-географическому районированию, принятых в советской географии выполнен в работе А.Г. Исаченко (1991).

Методологические проблемы, характерные для районирования в целом, неоднократно рассматривались в целом ряде теоретических публикаций (Родоман, 1999; Исаченко, 2004; Смирнягин, 1989, 2005; Каганский, 2003). По отношению к геоэкологическому районированию вполне актуальными представляются методологические сложности, выделенные в начале 1990-х гг. (Блануца, 1993):

- нарастающее противоречие между приоритетом «субъективного» и «объективного» подходов к районированию, связанное со сложностью природы объекта районирования;
- значительное расширение информационной базы для анализа районлируемых объектов и явлений на всех территориальных уровнях, усложняющее выбор критериев районирования;
- неадекватность ряда применяемых методов и степени сложности рассматриваемого объекта;
- методологическая сложность построения верифицируемых моделей геоэкологических районов.

Геоэкологическое районирование, с одной стороны, опирается на уже накопленный теоретический багаж физико-географического и экономико-географического районирования, с другой стороны, с учетом этого багажа наталкивается на серьезные сложности, связанные с определением собственного места в системе географического районирования. Для определения содержания геоэкологического районирования необходимо определить его основные функции и признаки, отличающие или, наоборот, роднящие его с другими видами районирования. Решение подобной задачи осложняется тем, что, хотя успешных примеров реализации собственно геоэкологического районирования явно недостаточно, имеется довольно много примеров сходных по тематике видов районирования, нацеленных на задачи гармонизации взаимодействия природы и общества (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Геоэкологическое и близкие к нему по содержанию виды районирования

| Тип районирования | Критерий выделения районов | Содержание районирования |
|------------------------|--|--|
| Геоэкологическое | Система индикаторов, степень антропогенного преобразования или экологического неблагополучия | Выделение ареалов однородных по остроте геоэкологической ситуации |
| Природно-хозяйственное | Природно-ресурсный потенциал | Выделение ареалов со сходным природно-ресурсным потенциалом |
| Эколого-экономическое | Уровень воздействия, соотнесенный с потенциалом устойчивости среды | Объединение ряда первичных административных единиц в соответствии с выбранным критерием (количественным выражением уровня воздействия одного или нескольких источников, степенью измененности природных компонентов и проч.) |
| Экологическое | Уровень загрязненности природной среды | Выделение ареалов со сходной загрязненностью природной среды |

Составлено по: Битюкова, 2009; Бакланов и др., 1984; Рунова, 1973

Все перечисленные в таблице виды районирования решают сходные задачи, однако, на наш взгляд, не исчерпывают всей проблематики геоэкологического районирования. В частности, они не предполагают выделения комплексных районов (интегральных геосистем по Ю.Г. Саушкину (2001), тотальных районов или районов — компажей по терминологии американской географии), отражающих сложившийся в ходе исторического развития характер взаимодействия природы и общества на отдельно взятой территории.

Основные функции комплексного геоэкологического районирования:

1) систематизация информации о взаимодействии природы и общества и последствиях антропогенного воздействия (может быть реализована как для общенаучных целей — создания электронной специализированной базы данных, так и для планирования экологического развития территории); 2) синтез информации и выявление на его основе целостного представления о районе и степени его однородности; 3) создание «геоэкологических портретов» районов, как для иллюстрации их индивидуальности, так и для принятия решений об их дальнейшем развитии. Последняя функция особенно важна для образовательных задач, а также в контексте проблемного страноведения (Машбиц, 1998).

Как уже указывалось, районирование может проводиться с разных позиций, однако комплексное геоэкологическое районирование обладает целым рядом признаков, обеспечивающих его научное содержание.

Комплексное геоэкологическое районирование представляет собой разновидность индивидуального районирования. Выделяемые в ходе такого районирования части территории уникальны (например, Судано-Сахельский коридор в Африке; другого такого региона нет не только на материке, но и в мире). В то же время выделяемые районы могут иметь аналоги, как и ландшафты-аналоги на том же материке или в мире. В этом заключается отличие районирования от систематики территориальных единиц, в нем значительная роль уделяется индивидуальным свойствам объектов. В пределах одного района могут находиться различные ландшафты, объединенные географическим соседством и общностью развития. В этом отличие районирования от классификации, при которой в одну и ту же группу могут попасть территориальные единицы, «оторванные друг от друга» (Исаченко, 1991).

Комплексное геоэкологическое районирование сочетает в себе черты проблемного и исследовательского районирования. С одной стороны, оно может проводиться для решения конкретной задачи — разработки

межстрановых стратегий решения проблем в области охраны окружающей среды. С другой стороны, его цель — познание на основе современного состояния района его характера (по аналогии с *Landscape Character Area*; Swanwick, 2002), обеспечивающего его индивидуальность. Разработка критериев оценки характера района — отдельная исследовательская задача, решаемая в ходе районирования.

В основу районирования закладываются морфологические (площадь, конфигурация, положение по отношению к окружающим районам и др.), *генетические* (определяемые историей формирования района) и *функциональные признаки* (чаще всего определяются при помощи структуры земельного покрова района).

Выделяемые районы сочетают в себе черты узловых и однородных районов. Относительная однородность районов определяется «жесткой» сеткой природных границ, положенных в основу их выделения, однако большой размер районов заранее предопределяют наличие в нем центра, где черты района выделены в максимальной степени и его периферии.

Комплексные геоэкологические районы формируют собственную иерархию. Она, с одной стороны, определяется иерархией входящих в его состав единиц физико-географической дифференциации, с другой — разной степенью освоенности территории. Комплексный (тотальный) характер геоэкологического района определяет необходимость учета при создании его иерархии уже сложившихся иерархических систем в частных рядах дифференциации.

Комплексное геоэкологическое районирование является сплошным, хотя степень напряженности взаимодействия человека и природы различна. Так, в Африке в практически незаселенных районах Сахары и на юго-западе материка также формируются геоэкологические районы, отражающие, в том числе и характер изменения взаимодействия в ходе изменения природных условий материка. Например, изменение климатических условий в Сахаре и прилегающих районах (Gasse, 2000) вызвало переход от довольно

интенсивного животноводства (Connah, 2001) к исключительно оазисному освоению.

Для выделения районов на разных этапах используются как стабильные, так и плавающие признаки. На первом этапе районирования его жесткая сетка задается системой единиц физико-географической дифференциации (поясно-зональная, морфоструктурная, бассейновая дифференциация). Хотя саму по себе эту сетку единиц, строго говоря, нельзя считать жесткой, ведь даже границы зон в Судано-Сахельском коридоре в бассейне озера Чад претерпели сдвиг на десятки километров к югу за последние тридцать лет (Золотокрылин, 2003). В то же время каждый из выделяемых районов может быть охарактеризован по своему природному потенциалу – абсолютным высотам, генезису рельефа, показателям первичной продуктивности, качеству почв, зональному типу ландшафта и др. К числу плавающих признаков относится положение в системе бассейновой дифференциации. Для отдельных районов (например, бассейна озера Чад или Окаванго) оно важно, так как определяет направление переноса влаги и загрязняющих веществ, для других – нет.

Выделение комплексных геоэкологических районов сочетает в себе элементы объективности и субъективности, что отличает большинство видов многокритериального районирования. Отбор критерия зависит как от научного багажа исследователя и его знания территории, так и имеющихся материалов. Например, характерной чертой африканского материка является широкое распространение исключительно сельскохозяйственного воздействия на природные системы, поэтому многие показатели воздействия моделируются и рассчитываются в мировых базах данных через структуру земельного покрова. Территории целого ряда стран просто не обеспечены эмпирической информацией о сбросе загрязненных вод, о структуре эмиссии загрязняющих веществ и др. В этом случае лучший результат может дать слабо формализуемое эмпирическое знание о территории из литературных и картографических источников.

По аналогии с физико-географическим районированием (Гвоздецкий, 1979) предлагается выделять и частные виды геоэкологического районирования. К ним относятся, например, ландшафтно-экологическое (Гунин, Востокова, 1995), эколого-географическое (Кочуров, 2003), инженерно-геоэкологическое, природно-хозяйственное районирование и др.

Ландшафтно-геоэкологическое районирование во многом опирается на принципы и методы физико-географического районирования (Федина, 1981). Так же, как и у физико-географического районирования, его объектом служат иерархически соподчиненные физико-географические комплексы разных размеров.

В границах единиц ландшафтно-экологического районирования могут быть проведены различные виды геоэкологических оценок, например, оценка пригодности для различных видов хозяйственной деятельности и их возможных последствий. Подобная оценка пригодности для ведения богарного земледелия проводилась нами для территории Монголии (Климанова, 1999) на базе ландшафтно-экологического районирования Е.А. Востоковой и П.Д. Гунина (Экосистемы Монголии, 1995). Поводом для подобной оценки послужила попытка определить, в какой степени природные условия Монголии могут гарантировать продовольственную безопасность страны в условиях традиционного распространения животноводства и подчиненной роли земледелия. Проведенная оценка показала, что на территории Монголии можно выделить три зоны: относительно стабильного богарного земледелия (к ней относятся районы со средней и высокой степенью пригодности), нестабильного (рискованного) земледелия (районы со слабой и очень слабой степенью пригодности), а также непригодную для распашки под зерновые культуры без орошения.

Для верификации результатов районирования и проведенных оценок использовались результаты геоэкологического мониторинга современных степных ландшафтов Монголии (Гунин и др., 1997), а также данные оценки деградации почв на пахотных землях (Балабко и др., 1990; Панкова и др.,

1990). Так, уже к началу 1990-х гг. после 40 лет распашки в северных и центральных районах, где сосредоточена основная часть пахотных земель, отмечалась средне-сильная степень деградации по гумусу; проявлялась также опесчаненность верхнего слоя пашни в связи с активными эоловыми процессами. Данные о площади заброшенных пашен в 2000-х гг. четко указывают, что произошло сокращение ареала богарных пашен до его агроэкологического оптимума. Так, практически полностью были заброшены пашни в Восточной и Западной земледельческой зонах, и подавляющее большинство земель оказалось сосредоточено в центре страны, на территории Селенгинского бассейна. Именно этот район был оценен нами как район с высокой и средней, местами высокой, степенью пригодности для ведения богарного земледелия. Но даже и в этом районе отмечалось снижение урожайности, связанное, как и с изменением климатических условий, так и с ухудшением качества пахотных земель.

Оценка вклада природных и антропогенных факторов в процесс трансформации растительности в степной и полупустынной зонах Монголии рассмотрено нами на примере Среднегобийского аймака (Богданов и др., 2019). В ходе проведения исследований было выявлено, что процессами трансформации и деградации охвачен весь комплекс ландшафтов центральной Монголии, независимо от их географии. Анализ природных и антропогенных предпосылок позволил дифференцировать территорию по характеру и типу изменений.

В северной и центральной частях Среднегобийского аймака (степные ландшафты) процессы трансформации затронули, в первую очередь, наиболее лабильный компонент – растительный покров. Для ландшафтов северной части результатом действия этих процессов является вытеснение сообществ мелкoderновинно-злаковых степей, сопровождающееся усилением роли луково-ковыльковых с караганой сообществ и снижением проективного покрытия. Для центральной части аймака (Северогобийская пустынно-степная провинция) характерной чертой трансформации является преимущественное

увеличение проективного покрытия без существенной перестройки фитоценотической структуры. Процессы трансформации ландшафтов южной части аймака (ландшафты пустынных степей и злаково-полукустарничковых пустынь) связаны с изменением характеристик наиболее консервативного компонента ландшафта – почвенного покрова – увеличение площади земель с засоленными почвами (опустынивание через засоление). Тогда как основные характеристики состояния растительного покрова остаются в пределах многолетних значений. Данный тип трансформации носит локальный характер.

Период 1990-2015 гг. в переходной зоне степь-пустыня в Центральной Монголии характеризовался повсеместным, как минимум, двукратным увеличением пастбищной нагрузки на ландшафты и появлением значительного дисбаланса в структуре стада за счет увеличения доли крайне агрессивных в части поедания растительности коз. Их доля в структуре поголовья в 2015 г. в зависимости от сомона составляла от 40 до 55%, в 1990 г. этот показатель был 18-35%.

Несмотря на то, что повышенная нагрузка скота на ландшафты является повсеместным процессом для аймака, именно для сомонов степных и пустынно-степных ландшафтов характерно наличие положительного тренда на увеличение нагрузки, связанного с ускоренным ростом общего количества голов и изменением структуры стада на более "разрушительное" с преобладанием овец и коз. При этом, из всех типов местоположений наиболее уязвимыми стали только автономные и субавтономные (трансэлювильные) позиции в катене, что в первую очередь связано с удобством их для прохождения скота. Подчиненные позиции, несмотря на повсеместное усиление процесса аридизации, в меньшей степени подвержены процессам трансформации, что может говорить об их высокой устойчивости к существующим климатическим изменениям.

Несмотря на то, что в каждом сомоне произошло качественное и количественное увеличение пастбищной нагрузки, даже при таком количестве

скота часть выпасаемых ареалов остается без изменений или даже характеризуется уменьшением доли участков с незадернованными почвами, что подтверждает важную роль природных предпосылок в развитии процессов деградации. На основании выполненной оценки также возможно проведение процедуры ландшафтно-экологического районирования аймака по степени устойчивости к антропогенной нагрузке.

Анализ современных подходов и исследований, используемых в геоэкологии, позволяет констатировать, что при переходе от глобального и локального уровней исследований (микро- и макровзгляда на объект исследования) на мезоуровень есть потребность в смене исследовательской парадигмы, методов исследований и соотношения между ними. Изменение исходных положений в исследовании объектов мезомасштабного уровня связано, в первую очередь, с появлением на нем новой группы факторов формирования геоэкологических систем – цивилизационных и историко-культурных – соразмерных по интенсивности действия природным и техногенным.

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.

Возникающие на мезомасштабном уровне геоэкологические системы по конфигурации и характеру границ могут находиться с единицами частных рядов территориальной дифференциации в разном соотношении: от полного

совпадения до полного несовпадения. Одним из возможных методов познания структуры мезомасштабных геоэкологических систем и их границ выступает комплексное геоэкологическое районирование, направленное на выделение частей территории, отличающихся от соседних характером взаимодействия между природой и человеком/обществом. Геоэкологический район – территориальная проекция подобного взаимодействия.

По тематике исследований геоэкологическое районирование тесно смыкается с региональной географией и страноведением. При проведении геоэкологического районирования обращение к результатам этих наук и, прежде всего, к их опыту синтетического анализа территории дает хорошие результаты. В свою очередь, и в страноведении, в настоящий момент продолжается научный поиск, целью которого становится формулирование новых методологических основ, отвечающих комплексному и многофакторному анализу территориальных структур территорий во всем многообразии их реального развития. Помощь ему в этом могут оказать подходы, применяемые в рамках геоэкологии.

В рамках данного диссертационного исследования рассматриваются различные направления исследования мезомасштабных геоэкологических систем в рамках геоэкологического страноведения. Методология геоэкологического районирования будет 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.

ГЛАВА 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ: ПОДХОДЫ И АЛГОРИТМЫ

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

В главе 1 мы обосновали, что в качестве примера мезомасштабной геоэкологической системы может выступать геоэкологический район. Полагая, что комплексные геоэкологические районы представляют собой один из видов тотальных районов¹, закономерно учитывать при их выделении как природные, так и социальные, исторические, культурологические и, опосредованно, экономические факторы. В ходе разработки схемы комплексного геоэкологического районирования Африки мы опирались на несколько теоретических подходов, позволяющих учесть все разнообразие факторов районообразования.

Первый из таких подходов – классическое физико-географическое районирование, широко применяемое при классификации ландшафтов земного шара (Михайлов, 1985; Исаченко, 1991), а также подходы регионального ландшафтоведения (Николаев, 1978, 1979).

Нами использовались также подходы «мягкого» районирования, опыт которого имеется в культурной и социально-экономической географии. Подобный подход отражен в методологии культурно-ландшафтного районирования, примененной Ю.А. Ведениным для территории России (Культурный ландшафт..., 2004). Для Африки – материка с высоким этническим разнообразием и выраженным культурным регионализмом (Андрианов, 1964) они представляются особенно важными. Материк чрезвычайно интересен с позиций комплексного геоэкологического

¹ Подробнее об этом в Главе 1.

районирования, в ходе которого в качестве факторов районообразования рассматриваются также социально-экономические и этнокультурные факторы. В силу сложности исследуемого явления – взаимодействия социума и природы – их выделение может быть осуществлено на основе мягкого многопризнакового районирования. «Сложному объекту – гибкая методика!» – это утверждение Л.В. Смирнягина (1989; 2005) целиком может быть отнесено и к этому случаю.

Важным условием «мягкого» районирования является использование множества критериев. На основе изученных теоретических подходов (подробнее см. Главу 1) 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 (рис. 2.1).

В данной схеме каждая из частей положенной в основу геоэкологического районирования триады отражается своей совокупностью результирующих карт: блок «природа» (ландшафты и речные бассейны) – блок «население» (этнолингвистические ареалы) – блок «хозяйственное воздействие» (плотность населения – типы хозяйства).

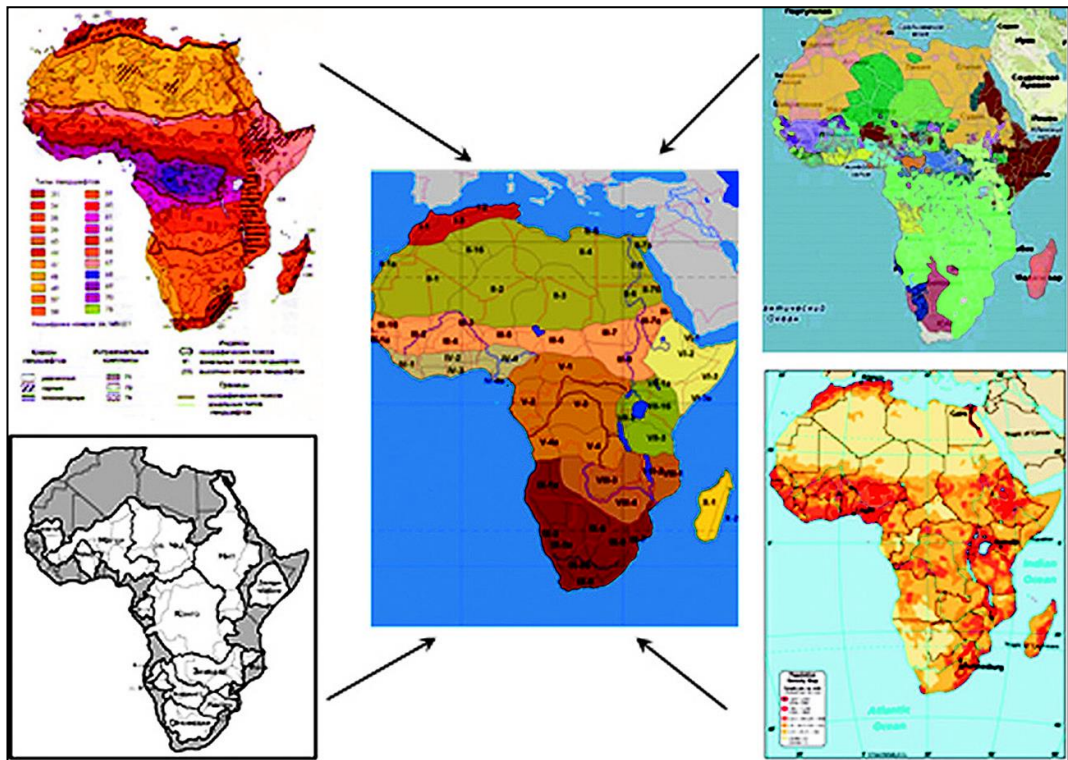


Рис. 2.1. Комбинаторика различных тематических слоев в ходе геоэкологического районирования Африки

Интенсивность хозяйственного воздействия уточнялась также по данным об эмиссии загрязняющих веществ. Исходя из подходов мягкого районирования была выдвинута гипотеза о том, что комплексные геоэкологические районы образуют трехуровневую систему территориальной организации. На верхнем уровне организации определяющими являются природные факторы, на среднем – этнокультурные, на нижнем – интенсивность техногенного воздействия.

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. Очевидными последствиями для природной среды – техногенным загрязнением в результате эмиссии загрязняющих веществ – в масштабе всей Африки характеризуются регионы крупнейших городских агломераций: Каир, Лагос, Киншаса, Йоханнесбург, Хартум и Луанда. К таким же особым геоэкологическим регионам относятся районы добычи полезных ископаемых – фосфоритов в Марокко, нефти и природного газа в Сахаре и на побережье Красного моря, угля, золота, урана и платиноидов в Южной Африке. По площади они сопоставимы с урбанизированными ареалами.

Составленная на основе подобной классификации схема комплексного геоэкологического районирования Африки включает 10 макрорегионов, 48 мезорегионов и 13 микрорегионов (рис. 2.2).

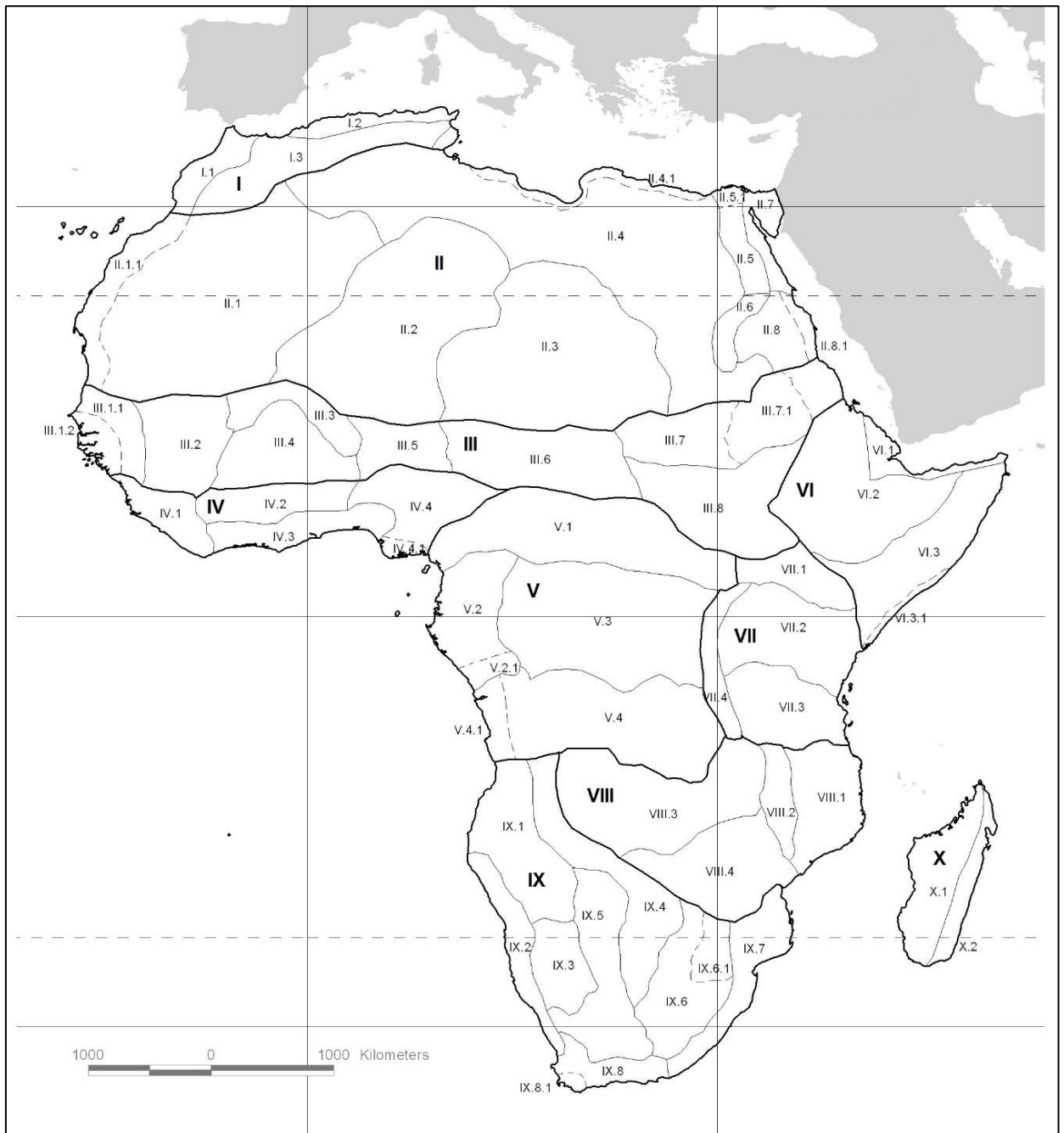


Рис. 2.2. Комплексное геоэкологическое районирование Африки
(легенда на следующей странице)

Индексы геоэкологических районов: I – первого порядка, Ш.1 – второго порядка, П.4.1 – третьего порядка

Геоэкологические районы: I – Магриб: I.1 – Приатлантическое Марокко, I.2 – Прибрежные и подгорные равнины Средиземноморья, I.3 – Берберский Атлас; II – Сахара (Пустынный пояс): II.1 – Мавританская Сахара (II.1.1 – Западно-Сахарский), II.2 – Плоскогорья 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 – Приаравийская Сахара, II.8 Нубийская Сахара (II.8.1 – Порт-Саидский); III – Судано-Сахельский коридор: III.1 – Сенегамбия (III.1.1 – Приморский, III.1.2 – Внутренний), III.2 – Западно-суданские саванны и редколесья малинке, III.3 – Внутренняя дельта Нигера, III.4 – Западно-суданские саванны и редколесья вольта, III.5 – Саванные плато Хаусаленда, III.6 – Редколесья и саванны впадины озера Чад, III.7 – Восточно-Суданский Сахель (Арабский Судан) (III.7.1 – Хартумский), III.8 – Впадина Верхнего Нила (Судан нилотов); IV – Леса и лесосаванны Гвинейского побережья: IV.1 – Влажно-лесной горный запад Гвинеи, IV.2 – Леса и лесосаванны вольта, IV.3 – Леса, саванны и плантации йоруба, IV.4 – Леса и редколесья идома (IV.4.1 – Лагосский); V – Лесное Конго: V.1 – Леса адамава и азанде, V.2 – Леса Западного Конго (V.2.1 – Киншасский), V.3 – Леса Центрального Конго, V.4 – Лесосаванны и леса Южного Конго (V.4.1 – Луандийский); VI – Абессомалия: VI.1 – Данакиль, VI.2 – Эфиопское нагорье, VI.3 – Восточно-Африканский Сахель (VI.3.1 – Южносомалийский); VII – Высокие плоскогорья Восточной Африки: VII.1 – Плоскогорье озера Рудольф, VII.2 – Межозерный край Восточной Африки, VII.3 – Плоскогорья и равнины суахили, VII.4 – Вулканические плоскогорья Великого Африканского рифта; VIII – Юго-Восточная Африка: VIII.1 – Плато Мозамбика, VIII.2 – Малави, VIII.3 – Замбезийские миомбо, VIII.4 – Машоналенд и Матабелеленд; IX – Южная и Юго-Западная Африка: IX.1 – Дамараленд, IX.2 – Прибрежная пустыня Юго-Западной Африки (Берег Скелетов), IX.3 – Западное Калахари (Земля сан), IX.4 – Долина и внутренняя дельта Окаванго, IX.5 – Юго-Западное Калахари, IX.6 – Вельд и Великий Уступ (IX.6.1 – Йоханнесбургский), IX.7 – Прибрежная низменность Квазулу-Натала, IX.8 – Капское Средиземноморье (IX.8.1 – Кейптаунский); X – Мадагаскар: X.1 – Лесной горный восток Мадагаскара, X.2 – Саванно-редколесный плоскогорный запад Мадагаскара

Рис. 2.2. Комплексное геоэкологическое районирование Африки
(легенда)

Названия районов подчеркивают роль, которую их природные условия и сама территория играли в освоении материка, они отличаются от названий соответствующих им единиц физико-географической или бассейновой дифференциации. Например, Судано-Сахельский коридор в течение нескольких тысячелетий играл роль связующего звена в распространении культур Западной и Восточной Африки. В зависимости от условий увлажнения его границы сдвигались то на юг, то на север, определяя маршруты миграции народов и подчеркивая транзитную роль зоны саванн и редколесий. Название «Магриб» акцентирует внимание на цивилизационном своеобразии региона, оно связывает культуру освоения территории с Ближним Востоком и арабской цивилизацией.

«Жесткость» сетки районов первого порядка, определяемая геолого-геоморфологическими особенностями, особенно четко проявляется в восточной части материка. Так, Эфиопское нагорье – районообразующая основа Абессомалии. В условиях широкого распространения латеритных кор выветривания именно на лавовом Эфиопском нагорье они уступают место другим почвообразующим породам, благодаря которым на нагорье сформировались плодородные горные темноцветные почвы, составившие основу древнего очага земледелия (Nyssena *et al.*, 2004). На большой абсолютной высоте снижаются суммы активных температур, что позволяет выращивать на них культуры более холодных, в частности умеренного, климатических поясов и делает условия проживания более комфортными: это определяет особую геоэкологическую роль плоскогорий в тропической зоне (The physical geography, 1999). Заметим, что на определенном отрезке граница Эфиопского нагорья практически полностью совпадает с границей Эфиопии, являя собой немногочисленный пример государственной границы на материке, совпадающей с природной. Аналогичную роль четко выраженной границы макрорегионов играет и северо-западный край Восточно-Африканского плоскогорья.

Граница между геоэкологическими районами первого порядка II (Пустынный пояс) и III (Судано-Сахельский коридор) определяется действием зональных факторов и совпадает с границей тропического и субэкваториального географических поясов. В отличие от границ, обусловленных рельефом, эта граница - фактически переходная полоса, в которой проявляются черты и того, и другого макрорегионов; ее ширина составляет до сотни километров. Особенно хорошо это заметно в бассейне озера Чад, где сдвиг в границах природных зон за последние 40 лет составил 200 км (Климанова, Царева, 2014).

На территориях, где высока степень несоответствия ландшафтной структуры современным климатическим условиям (Климанова, 2014) для выделения геоэкологических регионов первого порядка использовался бассейновый принцип. На этом основании проведена делимитация макрорегионов VIII – Юго-Восточная Африка (бассейн Замбези), V – Лесное Конго (бассейн одноименной реки) и IX – Южная и Юго-Западная Африка (бассейны рек Окаванго, Лимпопо и Оранжевая).

Таким образом, на самом верхнем уровне организации геоэкологических районов главными в их формировании становятся природные факторы, историко-культурные и социально-экономические факторы носят подчиненный характер.

При выделении геоэкологических районов второго порядка принималось во внимание действие всех трех групп факторов. При этом почти половина из них демонстрирует высокое сходство ареалов выделенных районов и ареалов частных видов дифференциации, т.е. образует синтетическую матрицу или матрицу-реплику (подробнее в п. 1.2). Таковы, например, II.5 – Нижненильский оазис и дельта и III.7 – Восточно-Суданский Сахель (Арабский Судан). В первом из указанных районов наличие речной долины и дельты определили возможность занятий орошаемым земледелием еще во времена Древнего Египта, а экстремальные природные условия ограничили возможность заселения каких-либо иных территорий как в

древности, так и на большей части последующих временных этапов. Очевидно, что в условиях усиления роли социально-экономических факторов конфигурация ареала начинает видоизменяться – к этому приводит, в частности, появление новых мелиоративных проектов (озера Тошка) (Africa Environmental Outlook, 2002), связанных с использованием воды из водохранилища Насер.

Восточно-Суданский Сахель в природном отношении представляет собой крайний восточный сектор саванновой зоны с выраженным дефицитом увлажнения и преобладающим арабским населением – кушитами. Однако, в пределах Судана этот район – единственно пригодный для занятий сельским хозяйством, в частности, земледелием, что определило давнюю историю его освоения. Лежащий к югу от него район III.8 – Впадина Верхнего Нила, разительно отличается от него как по природным условиям, так и по составу населения – климат тут более влажный, преобладает природная зона типичных саванн, большую площадь занимают затопляемые саванны (болота Сэдда), в составе населения преобладают нилоты – представители негроидной расы. Отметим, что объективное обособление этого региона по всем трем факторам формирования привело к его выделению из состава Судана в 2011 г. и образованию самостоятельного государства Южный Судан. Так, после создания самостоятельного государства изменилось соотношение между границами районов III.7 и III.8 – вместо матрицы-конгломерата, существование которой было обусловлено действием политико-административных факторов и несовпадением государственных границ и границ других ячеек частных видов дифференциации возникли две синтетических матрицы.

В качестве еще одного примера геоэкологического района, образующего синтетическую матрицу с территориальными ячейками, как минимум, двух рядов дифференциации – природной и историко-культурной – назовем район VI.2 – Эфиопское нагорье, четко обособленный от соседнего района VI.3 – Данакиль.

Основные особенности природы и этнокультурного своеобразия районов отражены в форме таблицы (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Природные и этнокультурные особенности геоэкологических мезорегионов Африки

| Индекс | Название | Поясно-зональный тип, рельеф | Преобладающий этнос | Страны |
|--------|--|---|--------------------------|--------------------------------------|
| I.1 | Приатлантическое Марокко | Субтропический лесоредколесной-степной (местами луговой) высотный спектр; складчато-блоковые низкогорья и среднегорья | Полиэтнический | Марокко, Алжир, Тунис |
| I.2 | Прибрежные и подгорные равнины Средиземноморья | Субтропические летнесухие редколесья; денудационные равнины | Арабы | Марокко |
| I.3 | Берберский Атлас | Субтропические летнесухие леса и редколесья; прибрежные низменности | Арабы | Алжир, Тунис |
| II.1 | Мавританская Сахара | Тропические пустыни; аккумулятивно-денудационные равнины | Арабы | Зап. Сахара, Мавритания, Мали, Алжир |
| II.2 | Плоскогорья и горы сахарских туарегов | Пустынно-полупустынный высотный спектр; складчато-блоковые низкогорья, куэстовые плато | Чадские народы (туареги) | Мали, Алжир, Нигер, Ливия |
| II.3 | Пустыни впадины озера Чад | Тропические пустыни; аккумулятивно-денудационные равнины и денудационные плато | Сахарские народы | Чад, Ливия, Нигер, Египет, Судан |
| II.4 | Северная и Восточная арабская Сахара | Субтропические полупустыни, тропические пустыни; аккумулятивно-денудационные равнины | Арабы | Алжир, Ливия, Египет, Судан, Тунис |
| II.5 | Нижненильский оазис и дельта | Интразональные ландшафты речных долин | Египетские арабы | Египет |

| Индекс | Название | Поясно-зональный тип, рельеф | Преобладающий этнос | Страны |
|---------------|--|---|----------------------------|--|
| II.6 | Нубия | Интразональные ландшафты речных долин, тропические пустыни; денудационные плато | Шаринильские народы | Египет, Судан |
| II.7 | Приаравийская Сахара | Тропические пустыни; денудационные плато и цокольные плоскогорья | Кушитские народы | Египет, Судан |
| II.8 | Нубийская Сахара | Тропические пустыни; денудационные плато и цокольные плоскогорья | Шаринильские народы | Судан |
| III.1 | Сенегамбия | Опустыненные саванны и редколесья; аккумулятивно-денудационные равнины | Волоф, фульбе | Сенегал, Гамбия, Гвинея-Бисау |
| III.2 | Западно-суданские саванны и редколесья малинке | Типичные саванны и редколесья; аккумулятивно-денудационные равнины | Малинке | Мали, Гвинея, Кот-Д'Ивуар |
| III.3 | Внутренняя дельта Нигера | Интразональные ландшафты аллювиальной равнины | Сонгай, фульбе | Мали, Нигер |
| III.4 | Западно-суданские саванны и редколесья вольта | Типичные саванны и редколесья; аккумулятивно-денудационные равнины | Вольта | Мали, Гана, Буркина-Фасо, Того, Бенин, Кот-Д'Ивуар |
| III.5 | Внутренняя дельта Нигера | Опустыненные и типичные саванны и редколесья; аккумулятивно-денудационные равнины | Хауса | Нигер, Нигерия |
| III.6 | Редколесья и саванны впадины озера Чад | Опустыненные и типичные саванны и редколесья; аккумулятивно-денудационные и аккумулятивные равнины | Полиэтнический | Чад, Нигерия, ЦАР, Камерун |
| III.7 | Восточно-Суданский Сахель (Арабский Судан) | Субэкваториальные опустыненные саванны; аккумулятивно-денудационные равнины и денудационные плоскогорья | Арабы Судана | Судан |
| III.8 | Впадина Верхнего Нила | Субэкваториальные типичные и затопляемые саванны; аккумулятивно-денудационные равнины и | Нилоты | Южный Судан |

| Индекс | Название | Поясно-зональный тип, рельеф | Преобладающий этнос | Страны |
|--------|-----------------------------------|--|----------------------------|--|
| | | денудационные плоскогорья | | |
| IV.1 | Влажно-лесной горный запад Гвинеи | Субэкваториальные и экваториальные леса; блоковые низкогорья и прибрежные аккумулятивные равнины | Малинке, ква | Либерия, Сьерра-Леоне, Гвинея, Кот-Д'Ивуар |
| IV.2 | Леса и лесосаванны вольта | Субэкваториальные и экваториальные леса; аккумулятивно-денудационные и прибрежные аккумулятивные равнины | Вольта | Кот-Д'Ивуар, Гана, Того, Бенин |
| IV.3 | Леса, саванны и плантации йоруба | Субэкваториальные и экваториальные леса; аккумулятивно-денудационные и прибрежные аккумулятивные равнины | Йоруба | Кот-Д'Ивуар, Гана, Того, Бенин, Нигерия |
| IV.4 | Леса и редколесья идома | Субэкваториальные и экваториальные леса; аккумулятивно-денудационные и прибрежные аккумулятивные равнины | Идома | Нигерия |
| V.1 | Леса адамава и азанде | Субэкваториальные и экваториальные леса; складчато-блоковые низкогорья | Адамаво-убангийские, гбайя | ЦАР, Камерун, ДРК |
| V.2 | Леса Западного Конго | Субэкваториальные и экваториальные леса; цокольные денудационные плоскогорья | Банту | Камерун, Габон, Республика Конго |
| V.3 | Леса Центрального Конго | Постоянно-влажные экваториальные леса; аккумулятивные равнины внутренних впадин | Банту, пигмеи | ДРК |
| V.4 | Лесосаванны и леса Южного Конго | Субэкваториальные лесосаванны и типичные саванны, листопадные леса; цокольные денудационные плоскогорья | Банту | Ангола, ДРК |

| Индекс | Название | Поясно-зональный тип, рельеф | Преобладающий этнос | Страны |
|--------|---|--|---------------------|-----------------------------------|
| VI.1 | Данакиль | Опустыненные саванны и пустыни; аккумулятивные равнины в рифтовой зоне | Кушитские | Эритрея, Сомали |
| VI.2 | Эфиопское нагорье | Переменно-влажно-лесной-редколесно-степной или саванновый высотные спектр; вулканические плато и плоскогорья | Кушитские | Эфиопия, Сомали |
| VI.3 | Восточно-Африканский Сахель | Опустыненные саванны и редколесья; столовые плато | Кушитские | Кения, Сомали, Эфиопия |
| VII.1 | Плоскогорье озера Рудольф | Листопадные леса, саванны и редколесья | Нилоты | Кения |
| VII.2 | Межозерный край Восточной Африки | Субэкваториальные леса, саванны и редколесья; цокольные плато и плоскогорья | Банту | Кения, Танзания, Уганда |
| VII.3 | Плоскогорья и равнины суахили | Субэкваториальные леса, саванны и редколесья; цокольные плато и плоскогорья | Суахили | Танзания |
| VII.4 | Вулканические плоскогорья Великого Африканского рифта | Субэкваториальные леса, саванны и редколесья; вулканические плато и плоскогорья | Банту | Руанда, Бурунди, Уганда, Танзания |
| VIII.1 | Плато Мозамбика | Субэкваториальные леса; аккумулятивно-денудационные плато | Банту | Мозамбик |
| VIII.2 | Малави | Субэкваториальные леса; складчато-блоковые низкогорья рифтовой зоны | Банту | Малави |
| VIII.3 | Замбезийские миомбо | Листопадные леса; цокольные плоскогорья и аккумулятивно-денудационные равнины | Банту | Замбия, Ангола |
| VIII.4 | Машоналенд и Матабелеленд | Субэкваториальные саванны и редколесья; цокольные плоскогорья | Банту | Зимбабве, Замбия, Мозамбик |
| IX.1 | Дамараленд | Тропические пустыни; складчато-блоковые низкогорья | Полиэтнический | Ангола, Намибия |

| Индекс | Название | Поясно-зональный тип, рельеф | Преобладающий этнос | Страны |
|--------|--|--|---------------------|-------------------|
| IX.2 | Прибрежная пустыня Юго-Западной Африки | Тропические пустыни; прибрежная низменность | Полиэтнический | Намибия, ЮАР |
| IX.3 | Западное Калахари | Опустыненные саванны и редколесья; денудационные плато | Сан | Ботсвана, Намибия |
| IX.4 | Долина и внутренняя дельта Окаванго | Интразональные ландшафты, саванны и редколесья; аккумулятивные равнины | Банту | Ботсвана, ЮАР |
| IX.5 | Юго-Западное Калахари | Опустыненные саванны и редколесья; денудационные плато | Банту | Ботсвана, ЮАР |
| IX.6 | Вельд и Великий Уступ | Злаковники и редколесья; столовые плато, складчато-блоковые низкогорья | Банту | ЮАР |
| IX.7 | Прибрежная низменность Квазулу-Натала | Субтропические и тропические влажные леса; прибрежная низменность | Полиэтнический | Мозамбик, ЮАР |
| IX.8 | Капское Средиземноморье | Жестколистные редколесья и кустарники; складчатые низкогорья | Африканеры | ЮАР |
| X.1 | Лесной горный восток Мадагаскара | Переменно-влажные леса; складчато-блоковые низкогорья | Малагасийцы | Мадагаскар |
| X.2 | Саванно-редколесный плоскогорный запад Мадагаскара | Саванны и редколесья; цокольные плоскогорья | Малагасийцы | Мадагаскар |

Оранжевым цветом выделены районы, где наблюдается четкая связь между характером природной среды и типом хозяйства населяющих его народов, иначе говоря, ячейки природной, этнокультурной и геоэкологической дифференциации образуют синтетическую матрицу. Синим цветом обозначены районы с полиэтническим составом (I.2, III.6, IX.7, IX.1, IX.2). Четыре из пяти районов своим национальным составом обязаны географическому положению и европейской колонизации - внешнему фактору, который обусловил большее разнообразие мозаик хозяйственного

освоения, нежели природные условия (Сванидзе, 1972). Незалитыми в таблице оставлены районы, где на этом уровне дифференцирующая роль природных факторов выше, чем этнокультурных. Этому возможно два объяснения. Часть этих районов находится в зоне со сложными природными условиями и низкой плотностью населения. Таковы, например, районы I.3 и II.1, приуроченные к Берберскому Атласу и Сахаре, населенные арабами, для которых пустынные районы - привычный для освоения ландшафт. Другую группу подобных районов образуют ареалы на Восточно-Африканском плоскогорье, населенные народами банту, включающими более 400 различных этнических групп. Народы банту за 2 тысячи лет освоили пространства Африки от Великих африканских озер до территории современной ЮАР. Все эти территории отличаются достаточным высоким, причем относительно однотипным природным потенциалом – листопадные редколесья в условиях сезонно-влажного климата. Рассмотрим несколько примеров выделения границ районов второго порядка на основе сочетания различных ведущих факторов районообразования.

Граница между подзонами опустыненных и типичных саванн составляет границу между двумя геоэкологическими мезорегионами – Восточно-Суданским Сахелем и Впадиной Верхнего Нила в Судано-Сахельском коридоре. Ее влияние усиливается и за счет действия аazonального фактора – расположения южного из двух мезорегионов во впадине Белого Нила с характерными для нее гидроморфными ландшафтами и интразональными темноцветными монтмориллонитовыми почвами.

Западную границу этих двух мезорегионов образует западная граница бассейна Нила, кстати, совпадающая на отдельных участках с государственными границами Судана и Центрально-Африканской Республики. Это, однако, не граница-линия, а граница-полоса. В этой зоне происходит переход от «лесной земледельческой» (народы адамаво-убангийской семьи) к «саванново-редколесной пастбищно-земледельческой» (шари-нильские народы) модели освоения территории. Эта бассейновая

граница в целом соответствует границе между ареалами этнолингвистических групп нило-сахарской и нигеро-конголезской языковых макросемей.

Второй пример – граница между бассейнами Окаванго и Замбези в Южной Африке, соответствующая на некотором протяжении границе между северными и западными плоскогорьями юго-западной части Африки и районами Калахари. Бассейн Окаванго относится к группе бассейнов внутреннего стока (рис. 2.3).

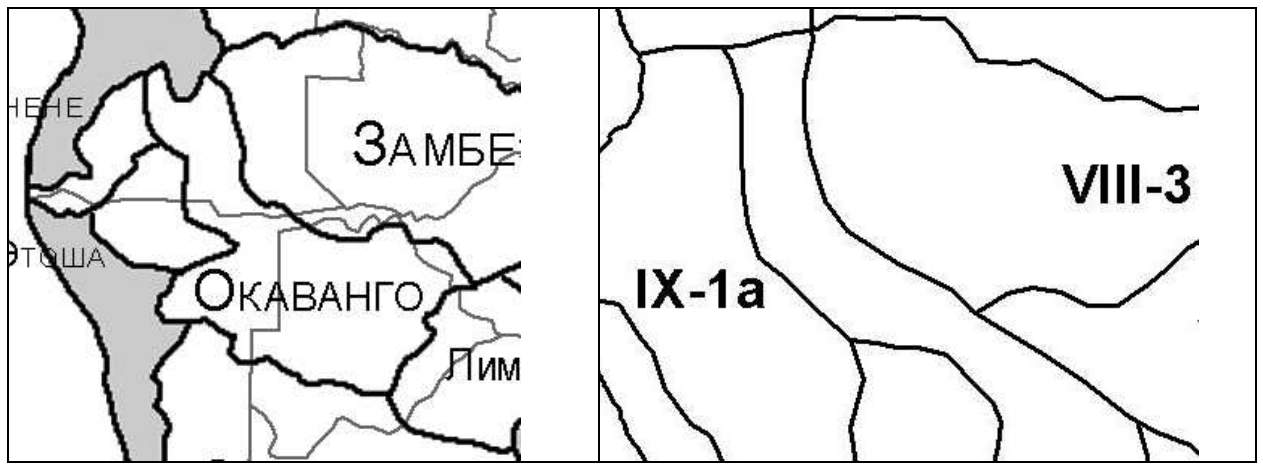


Рис. 2.3. Границы геоэкологических районов, проведенные на основании бассейновых границ

В какой-то мере «бассейновыми» можно назвать и границы геоэкологических районов, приуроченных к нижнему течению Нила и среднему течению Нигера. В аридных районах на этих участках реки не принимают ни одного притока, представляя собой единственный источник водоснабжения для прилегающих территорий. Эти две долины используются по-разному. Долина Нила – один из древнейших на земном шаре оазисов, где уже в течение нескольких тысячелетий практикуется орошаемое земледелие с участием как местных продовольственных, но, в основном, товарных сельскохозяйственных культур. Внутренняя дельта Нигера – район пастбищного животноводства, в ней отмечена максимальная плотность скота на африканском континенте. Реализация крупного проекта по созданию оазиса, аналогичного Нильскому, предпринятая французскими

колонизаторами, не имела особого успеха. Ирригация распространена сейчас только в южной части дельты (Климанова, 2007).

Значение водотоков в жизни местных сообществ не только ресурсное, но и историко-культурное. Еще Геродот называл Египет «даром Нила». Город Тимбукту во внутренней излучине Нигера был в течение двух с половиной столетий центром караванной торговли между странами Магриба и Западной Африки.

Нельзя не упомянуть и границу водосборного бассейна озера Чад, совпадающую в Сахаре с границей распространения народов нило-сахарской языковой макросемьи и образующую границу между Туарегским Ахаггаром и Восточной Сахарой (рис. 2.4).

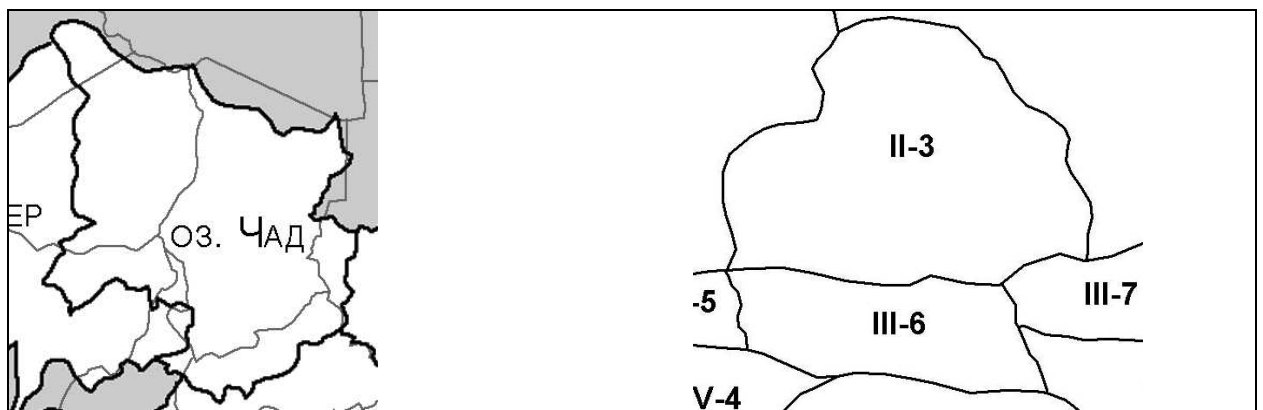


Рис. 2.4. Границы геоэкологических районов природного и историко-культурного типа в бассейне озера Чад

При этом время пребывания этноса на данной территории может насчитывать не только сотни, но и тысячи лет. Так, например, в Сахаре выделяется район Нубии, составлявший в I тысячелетии до н.э. ядро государства Мероэ. В то же время этот район существует во многом «на бумаге», так как после создания Асуанской плотины земли Древней Нубии оказались затоплены.

Ареал проживания и кочевков туарегов, приуроченный к предгорьям нагорья Ахаггар, определяет выделение геоэкологического района Плоскогорья и горы сахарских туарегов (II.2).

Территория проживания народа нило-сахарской макросемьи животноводов хауса определяет конфигурацию одноименного геоэкологического региона в Судано-Сахельском коридоре (рис. 2.5).

Аналогичная ситуация складывается и в Западной Африке со скотоводами фулани, а в Южной Африке – с народами койсанской семьи в Калахари.

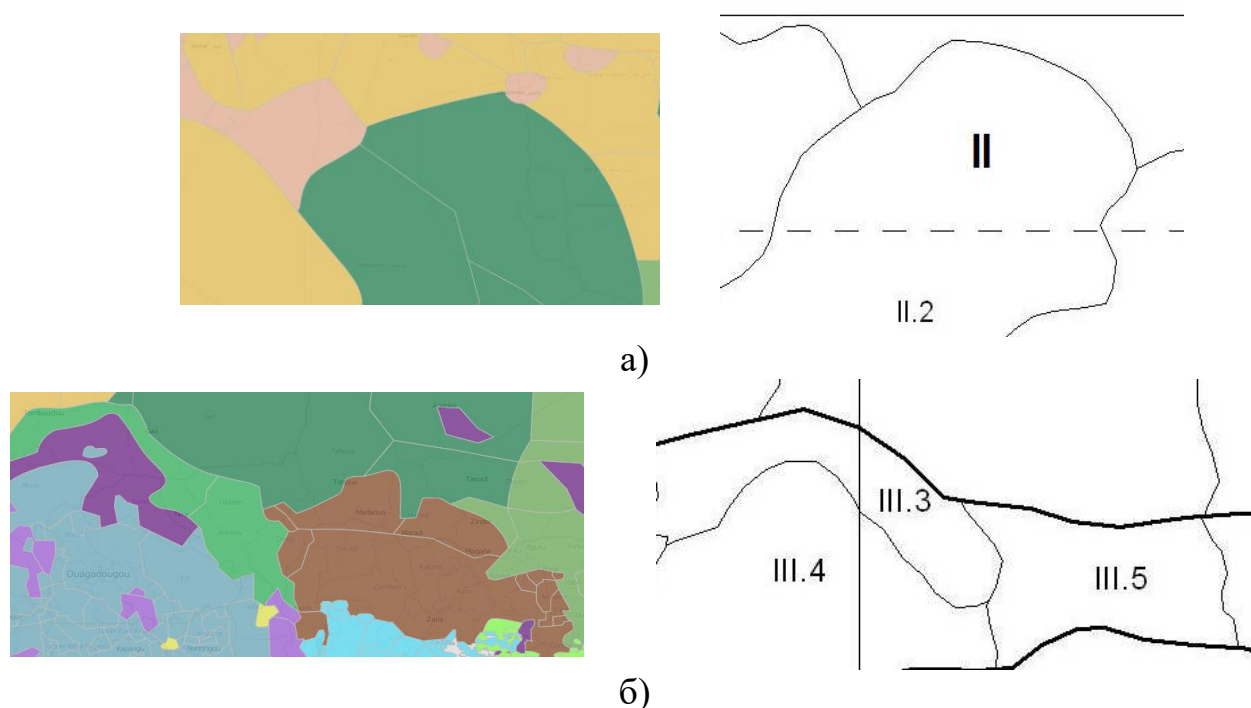


Рис. 2.5. Границы геоэкологических районов, проведенные на основе этнокультурных особенностей территории: а) Плоскогорья и горы сахарских туарегов (II.2) и Пустыни озера Чад (II.3); б) Саванновые плато Хаусаленда (III.5), внутренняя дельта Нигера (III.3), Западно-суданские саванны и редколесья вольта (III.4)

Отметим, что выделенные геоэкологические районы второго порядка (мезорегионы) по размерам – сопоставимы с физико-географическими областями, частями природных зон в пределах долготного сектора, территориями проживания языковых семей (групп).

На третьем уровне иерархии выделено 13 геоэкологических районов третьего порядка. Пока сетка этих районов покрывает не всю территорию

Африки, но по мере возрастания темпов экономического роста число таких регионов, скорее всего, будет возрастать.

Таким образом, на основе сочетания геоинформационного картографирования (оверлея слоев), классификации свойств районов и экспертной оценки значимости факторов районообразования было выполнено комплексное геоэкологическое районирование Африки с выделением таксонов трех уровней – геоэкологических районов первого, второго и третьего порядков. В отличие от проведенных ранее работ по геоэкологическому районированию оно проведено «сверху», т.е. на основе анализа действующих факторов районообразования и экспертной оценки силы их действия. На всех трех уровнях районирования важнейшими факторами формирования районов выступают природные (зональные, аazonальные, бассейновые) факторы. При выделении геоэкологических районов второго порядка – в условиях высокого этнолингвистического разнообразия и преобладания самообеспечивающего хозяйства Африки – к ним присоединяются культурно-цивилизационные факторы. На третьем уровне проводится выделение районов на основании интенсивности техногенного воздействия.

2.2. Проблема достоверности районирования и его верификация

Известно, что при выделении районов основное внимание исследователя концентрируется на поиске различий между ними (Тикунов, 1994, 1997). Именно они определяют индивидуальные особенности данного района по сравнению с аналогичными. С формальной точки зрения, индивидуальность района может быть описана через совокупность количественных показателей, значения которых для каждого района отличны от наблюдаемых в других районах.

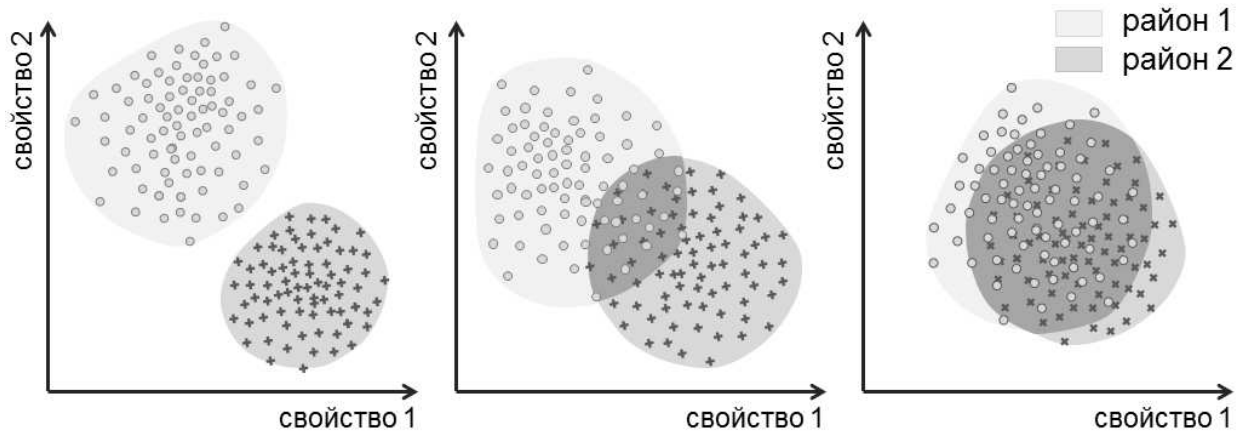
Результат районирования в значительной степени зависит не только от его целей, но и от того, какие операционно-территориальные единицы (Дьяконов, 1975; Куприянова, 1975) – ландшафты, территориально-производственные комплексы, ячейки регулярной сетки – объединяются в ходе районирования.

В отличие от традиционного ручного районирования, которое чаще всего имело дело с ареалами, отражающими локализацию природных комплексов, цифровое картографирование, оперирующее растровыми изображениями, качественно меняет сам принцип районирования. В этом случае, операционно-территориальными единицами становятся элементы регулярной сетки с фиксированным шагом (1° , $0,5^{\circ}$, 10° км). Для каждого элемента (пикселя, ячейки) территории исследования на основе тематических баз данных могут быть определены характеристики различных показателей в номинальной и интервальной шкалах. В таком случае, район может быть представлен как территориальная совокупность смежных ячеек, обладающих сходными значениями признаков районирования.

В математическом пространстве признаков районирования множества, образованные смежными ячейками, входящими в состав района, могут не иметь пересечений (а), могут пересекаться (б), а могут практически полностью совпадать (в) (рис. 2.6).

Характер пересечения множеств позволяет оценить степень индивидуальности выделенных районов. Так, в первом из рассмотренных случаев множества ячеек первого и второго районов не пересекаются, поэтому с достаточной долей уверенности можно утверждать, что выделенные районы обладают высокой степенью индивидуальности. Во втором случае, часть ячеек, входящих в состав одного района, обладает сходными свойствами с частью ячеек другого района; это позволяет предположить, например, что ядра (центры) обоих районов выделены верно, а их периферия обладает сходными свойствами. В третьем случае, выделенные районы обладают малой степенью

индивидуальности, так как их свойства в пространстве признаков очень близки.



Источник: Климанова, Козлов, 2015

Рис. 2.6. Свойства районов в пространстве признаков районирования

Однако подобная принципиальная схема может быть верна и для типологии районов по совокупности признаков. Известно, что районирование отличается от типологии объединение смежных территориальных единиц (Исаченко, 1991; Тикунов, 1997). В предложенной схеме признаками смежности могут быть: 1) для изоморфных ареалов расстояние ячейки от географического центра района, 2) расстояние до границы, 3) число ячеек разных районов в окрестности обособленного размера.

В случае наличия уже выполненной схемы районирования каждой ячейке наряду с другими признаками мы можем придать характеристику принадлежности к тому или иному району и оценить неопределенность выполненного районирования. Под регионом с высокой степени неопределенности можно понимать: 1) регион, не обладающий собственной самостоятельностью (целостностью), 2) регион, имеющий широкую зону перехода с соседями.

Для оценки достоверности выделения геоэкологических районов 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. 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.

Первоначально анализ проводился для девяти геоэкологических районов первого порядка (за исключением Мадагаскара). В табл. 2.2 показана степень изолированности каждого района в совокупном пространстве признаков.

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.

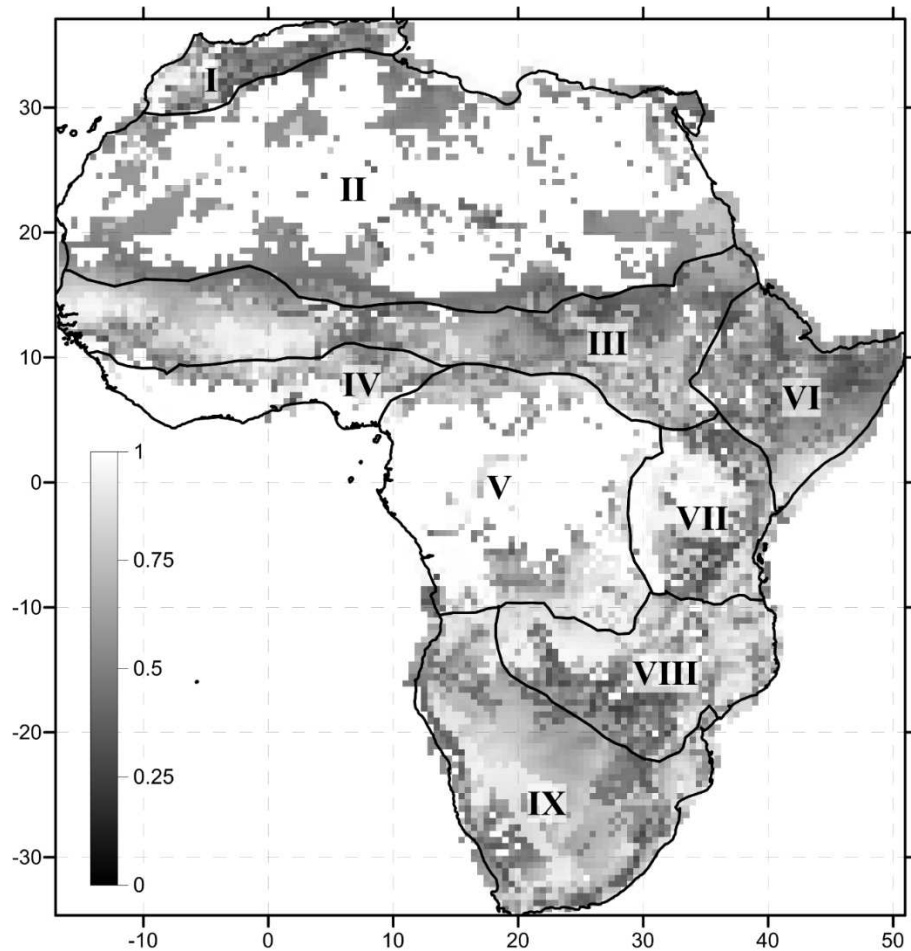
Таблица 2.2

**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

Для каждой ячейки определена вероятность ее отнесения к «своему» району (рис. 2.7).



Источник: Климанова, Козлов, 2015

Рис. 2.7. 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 вероятности – «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 рисунке, 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). Район Лесного Конго определен с меньшей степенью определенности, чем Сахара, причем наиболее четко выделяется его центральная часть, занятая влажными экваториальными лесами. На юго-востоке, в зоне листопадных лесов на водоразделе Конго – Замбези ячейки по свойствам совпадают со смежным регионом Юго-Восточной Африки.

Регионы со средней неопределенностью районирования (средняя вероятность отнесения ячеек к тому или иному району) – Судано-Сахельский коридор, Юго-Восточная Африка и Южная Африка. Они близки между собой по свойствам, что объясняет высокий процент ячеек, совпадающих в пространстве признаков, – семиаридные, саванново-редколесные, плоскогорные, с экстенсивным ведением хозяйства, преимущественным развитием пастбищного животноводства.

В группу с низкой вероятностью попали горные и плоскогорные регионы – Магриб, Эфиопское нагорье и Высокие плоскогорья Восточной Африки. Это можно объяснить тем, что показателей рельефа (абсолютные высоты и уклоны местности), которые учитывались в качестве признаков районирования, явно недостаточно для определения индивидуальности указанных регионов. Их средние абсолютные высоты характерны и для других регионов Африки, поэтому в качестве дополнительных признаков районирования следует выбирать также, например, характер горных пород и генезис отложений. Указанное может быть дополнительным подтверждением того, что зональные факторы дифференциации ландшафтов играют в Африке

очень большую роль, превосходя выбранные факторы морфоструктурной дифференциации. Кроме того, возможно, были выбраны критерии, не позволяющие определить индивидуальность района, или же районы выделены необоснованно дробно для такого пространства признаков.

Аналогичным образом были исследованы геоэкологические районы второго порядка (мезорегионы). Дискриминантный анализ позволил определить вклад той или иной переменной в их формирование (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Оценка вклада переменных в разделение территории на мезорегионы

| Переменная | Критерий Фишера, F | 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 |

Из приведенной таблицы видно, что значение критерия Фишера (F) для средней по району плотности населения (pop_avg) более всего повлияло на выделение районов второго порядка. 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 в определении принадлежности к районам вечнозеленые леса (*lcv_1*) и мозаика лесов и сельскохозяйственных земель (*lcv_7*).

Индекс *a* характеризует тип антропогенного биома (согласно классификации Ellis, 2010). Из типов антропогенных биомов выше всего вклад в разделение на районы у пастбищ (*a_40_44*), что вполне сочетается с преимущественно пастбищным использованием территории в зонах саванн и редколесий. Менее значим он у категорий лесных земель (*a_51_52*) и пашен (*a_31_35*).

О качестве проведенного выделения геоэкологических районов второго порядка можно судить по частоте ошибочной дискриминации (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Оценка качества классификации по частоте ошибочной дискриминации (фрагмент)

| Район | Точность, % | N | 11 | 12 | 13 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
|-------|-------------|------|-----|-----|-----|----|----|----|------|------|-----|----|
| I.1 | 80,6452 | 217 | 175 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I.2 | 92,4324 | 185 | 0 | 171 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I.3 | 71,5493 | 710 | 0 | 0 | 508 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| II.1 | 0,0000 | 369 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 | 98 | 0 | 0 |
| II.2 | 0,0000 | 5230 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1079 | 1686 | 0 | 1 |
| II.3 | 44,8929 | 2428 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1090 | 542 | 0 | 0 |
| II.4 | 53,2615 | 3618 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 556 | 1927 | 0 | 0 |
| II.5 | 100,0000 | 394 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 394 | 0 |
| II.6 | 0,0000 | 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 |

Анализ этой таблицы позволяет не только оценить степень совпадения исходных результатов с полученными в результате дискриминантного анализа, но и увидеть, в какие другие районы попали пиксели, первоначально отнесенные к данному геоэкологическому району. Так, в приведенной выше

табл. 2.4 все пиксели района П.5 (Нижненильский оазис и дельта) попали в данный район (все 394 пиксели из колонки *N* соответствуют 394 из колонки 25). Следовательно, данный район обладает абсолютной индивидуальностью и по выбранным критериям однозначно отделяется от остальных.

Обратная ситуация отмечается, например, в районе П.2 (Земля Туарегов). Ни одна ячейка, отнесенная к нему на основе выбранных критериев, не попала в пределы данного района (в колонке 22 – ноль ячеек). Однако ячейки, отнесенные к этому району на первоначальной модели, оказались отнесены к районам П.3 (1079 ячеек) и П.4 (1686 ячеек), близким по природным условиям. Такая ситуация вполне объяснима, по своим природным условиям (западная часть пустыни Сахары) этот район не выделяется ни по плотности населения, ни по площади сельскохозяйственных земель, ни по другим критериям.

В зависимости от правильности классификации, все выделенные на первоначальной модели мезорегионы были разделены на пять групп (табл. 2.5).

Из таблицы видно, что минимальная достоверность выделения характерна для районов Пустынного пояса (П.1; П.2; П.6; П.7; Ш.7; IX.1), восточной части Судано-Сахельского коридора (Ш.7) и Дамараленда (IX.1).

Таблица 2.5

Группы мезорегионов по обоснованности выделения

| Обоснованность выделения (<i>K инд.</i>) | Мезорегион |
|---|--|
| Минимальна или отсутствует (<20) | П.1; П.2; П.6; П.7; Ш.7; IX.1 |
| Низкая (21-40) | Ш.1; IV.2; V.4 |
| Средняя (41-60) | П.3; П.4; Ш.2; Ш.4; Ш.5; Ш.6; V.1; VII.1; VIII.4; IX.3; IX.2; IX.3; IX-4 |
| Высокая (61-79) | I.3; Ш.8; IV.1; IV.4; V.2; V.3; VI.1; VI.3; VII.3; VIII.2; VIII.3; IX.7 |
| Очень высокая (>80) | I.1; П.5; Ш.3; VI.2; VIII.1; IX.5; IX.6 |

Низкая – в западной части Судано-Сахельского коридора (III.1), лесах и саваннах вольты (IV.2) и на западе Лесного Конго (V.4). Средней степенью обоснованности по использованным критериям характеризуются 13 мезорегионов, расположенных преимущественно в областях недостаточного и переменного увлажнения. Высокая и очень высокая степень обоснованности отмечается в мезорегионах трех групп. К первой группе относятся районы, «жестко» детерминированные особенностями рельефа (I.3; I.1; VI.1; VI.2; VI.3; IX.5; IX.6; IX.7; VIII.2), ко второй – соответствующие по локализации интразональным ландшафтам дельты Нила и внутренней дельты Нигера (II.5; III.3), к третьей – наименьшей по численности – отличающиеся особенностями этнолингвистической группы или зонального типа ландшафтов (VII.3; VIII.3).

Помимо оценки качества классификации на основании частоты ошибочной дискриминации можно выделить районы-аналоги, в которых показатели, заложенные в модель, близки по своим свойствам. Среди районов аналогов выделяются Судано-Сахельский коридор и западная часть Южной Африки.

Применение описанных формализованных подходов позволило количественно подтвердить определенность районирования. Полученный показатель – 70 % – позволяет считать, что районирование выполнено с высокой долей достоверности. То, что результат не равен 100 %, можно объяснить тем, что при исследовании не учитывались характеристики смежности ячеек в составе района. Сходство других характеристик ячеек в ряде районов не позволило разделить их только на основе общей совокупности признаков районирования. Иными словами, ячейки с размером $0,5 \times 0,5^\circ$ на 30% территории Африки не обладают индивидуальностью, которая может быть определена на основе данной совокупности признаков. Это подтверждает гипотезу о значимости масштаба исследования для результата районирования на разных территориальных уровнях (Gibson *et al.*, 2000). Так, при реализации описанного алгоритма оценки неопределенности необходимо обращать внимание на следующее: 1) шаг сетки – размер каждой ячейки на местности;

определяется исходя из гетерогенности территории и подробности исходных данных; 2) совокупность признаков должна адекватно отражать особенности территории, в том числе ее значимые индивидуальные свойства; 3) способ определения области пересечения районов в пространстве признаков как меры неопределенности районирования.

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.

Наконец, без учета смежности ячеек предложенная реализация тождественна типизации, а не районированию. Например, получена высокая неопределенность в районировании саванн Эфиопии и Южной Африки. При добавлении признаков смежности (например, удаление от географического центра района) неопределенность их районирования стремится к нулю. Вообще, при реализации предложенного подхода без признаков смежности оценивается неопределенность выделения регионов как целостных единиц, а при учете признаков смежности – неопределенность границ между ними.

Таким образом, оценка достоверности выделения районов при помощи дискриминантного анализа показала высокую степень индивидуальности районов, выделенных на основе совокупности природных особенностей и характера антропогенного воздействия. Низкие показатели достоверности характерны для районов, выделенных на основе этнокультурного признака, что вполне закономерно, учитывая, что эти факторы дифференциации не были включены в модель. В то же время, из-за недостатка исходных данных также плохо дифференцируются геоэкологические районы третьего порядка.

2.3. Использование геоинформационного моделирования для формализации процедуры районирования²

Описанная в п. 2.1. методика геоэкологического районирования основана, в первую очередь, на экспертной оценке веса факторов районообразования. Однако широкое распространения геопространственных данных придает развитию регионального концепта новый импульс и предоставляет новые возможности для осмысления понятия района. Это касается как использования данных и результатов эмпирических исследований, так и совершенствования методических принципов районирования. Наличие информации в цифровом формате и адаптивных средств ее математического анализа позволяет не только изучать региональные различия на территориях любой размерности, но и создает новые возможности для верификации результатов исследований, в том числе построенных на экспертных оценках.

Если считать, что комплексное геоэкологическое районирование – одна из возможных моделей сложной реальной действительности, то цель геоинформационного моделирования при геоэкологическом районировании – адекватное использование максимально большего числа факторов районообразования для получения конечного результата. Его итог – интегральная мозаика, полученная путем многоступенчатого (или поэтапного) оверлея (наложения) слоев, отображающих отдельные факторы (Тикунов, 1997; Лурье, 2008). Особую задачу при проведении такого районирования составляет поиск разумного баланса между использованием различных критериев районирования, определяемых на основе объективного и субъективного подхода к выделению районов.

В основу геоинформационной модели были положены описанные в предыдущем параграфе методические подходы к геоэкологическому

² При написании параграфа использованы результаты, полученные совместно с Е.Ю. Колбовским и опубликованные в: Климанова, Колбовский, 2015.

районированию. При геоэкологическом районировании Африки использовалась группа методологий, предлагаемых программным пакетом *ArcMap* для моделирования сложных пространственно распределенных феноменов, связанных с анализом разнотипных и разнородных входных данных. Все факторы, которые определены в модели, способствовали:

- выделению оптимального числа районов как результата объективной дифференциации («не слишком много, но и не слишком мало»);
- объективизации границ между районами в направлении наилучшего соответствия выбранным факторам.

Природные факторы районообразования и характер и интенсивность антропогенного воздействия адекватно отражаются в геопространственных данных низкого разрешения, находящихся в открытом доступе. Однако учет действия этнокультурного и историко-цивилизационного факторов затруднен, т.к. любые растровые (пиксельные) изображения не характеризуют реального распределения этих фактора, поэтому они в данную модель включены не были.

С учетом особенностей антропогенного воздействия на территорию африканского материка, а также доступности источников информации, предпочтение было отдано показателям, характеризующим сельскохозяйственное воздействие, а также воздействие урбанизированных ареалов (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Источники данных для геоинформационного моделирования

| Наименование | Источник |
|--|--|
| Природные предпосылки формирования геоэкологических районов | |
| Высотные ступени | GTOPO |
| Уклоны местности | http://www.fao.org/docrep/W8522e/W8522E00.htm#ТОС |
| Речные бассейны | http://hydrosheds.cr.usgs.gov |
| Типы климата | http://www.fao.org/nr/aboutnr/nrl/en/ (размер ячейки 0,0833333 x 0,0833333) |

| Наименование | Источник |
|--|---|
| Индекс аридности | http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home с использованием данных http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/CRU_CL_2_0.html (0,166667x 0,166667) |
| Типы почв | http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=31667&currTab=distribution (0,0833333 x 0,0833333) |
| Плотность древесного покрова | http://foris.fao.org/static/data/fra2010/fra2010.zip (0,05 x 0,05) |
| Экологические зоны | http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/resources.get?id=1255&fname=eco_zone.zip&access=private |
| Антропогенная нагрузка на природную среду | |
| Группы сельскохозяйственных культур | http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home 0,0833333 x 0,0833333 |
| Системы землепользования | http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=31667&currTab=distribution 0,0833333 x 0,0833333 |
| Степень развитости ирригации | http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index.stm 0,0833333 x 0,0833333 |
| Плотность скота | http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/glw/home.html 0,0833333 x 0,0833333 |
| Виды животноводства | http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/resources.get?id=38040&fname=AF_LPS.zip&access=private 0,0833333 x 0,0833333 |
| Типы земельного покрова и землепользования | http://www-gvm.jrc.it/glc2000/defaultGLC2000.htm 0,00892857 X 0,00892857 |
| Параметры геоэкологического состояния | |
| Плотность населения | http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v3 0,041666667 x 0,041666667 |
| Уровень урбанизации | http://worldmap.harvard.edu/data/geonode:world_urban_areas_110_million_fSE |
| Антропогенное изменение первичной продуктивности | http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/hanpp , 0,25x0,25 |
| Степень деградации почв | http://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod |
| Состояние биомов | http://maps.tnc.org/gis_data.html |

Часть факторов районообразования связана между собой явным, легко учитываемым образом (например, плотность населения и уровень урбанизации). Другая часть – связана, но характер связи скорее неявный или сложно формализуемый (например, абсолютная высота и уклоны местности), третьи – действуют независимо (например, виды животноводства и крупные бассейны речного стока). Поэтому при совмещении имеющихся данных общая логическая модель геоэкологического районирования была разделена на тематические подмодели: природные предпосылки формирования районов (1), антропогенная нагрузка на ландшафты (2) и геоэкологическое состояние ландшафтов и их отдельных компонентов (3) (рис. 2.8).

В число природных факторов формирования районов были включены:

- высота над уровнем моря (цифровая модель рельефа *GTOPO* с разрешением 0,5 градуса);
- крутизна склонов (Геопортал *FAO*);
- конфигурация крупнейших речных бассейнов (Геологическая служба США);
- типы климата (Геопортал *FAO* с использованием данных http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/CRU_CL_2_0.html);
- индекс аридности (Геопортал *FAO*);
- типы почв (Геопортал *FAO*);
- густота древостоя (Геопортал *FAO*).

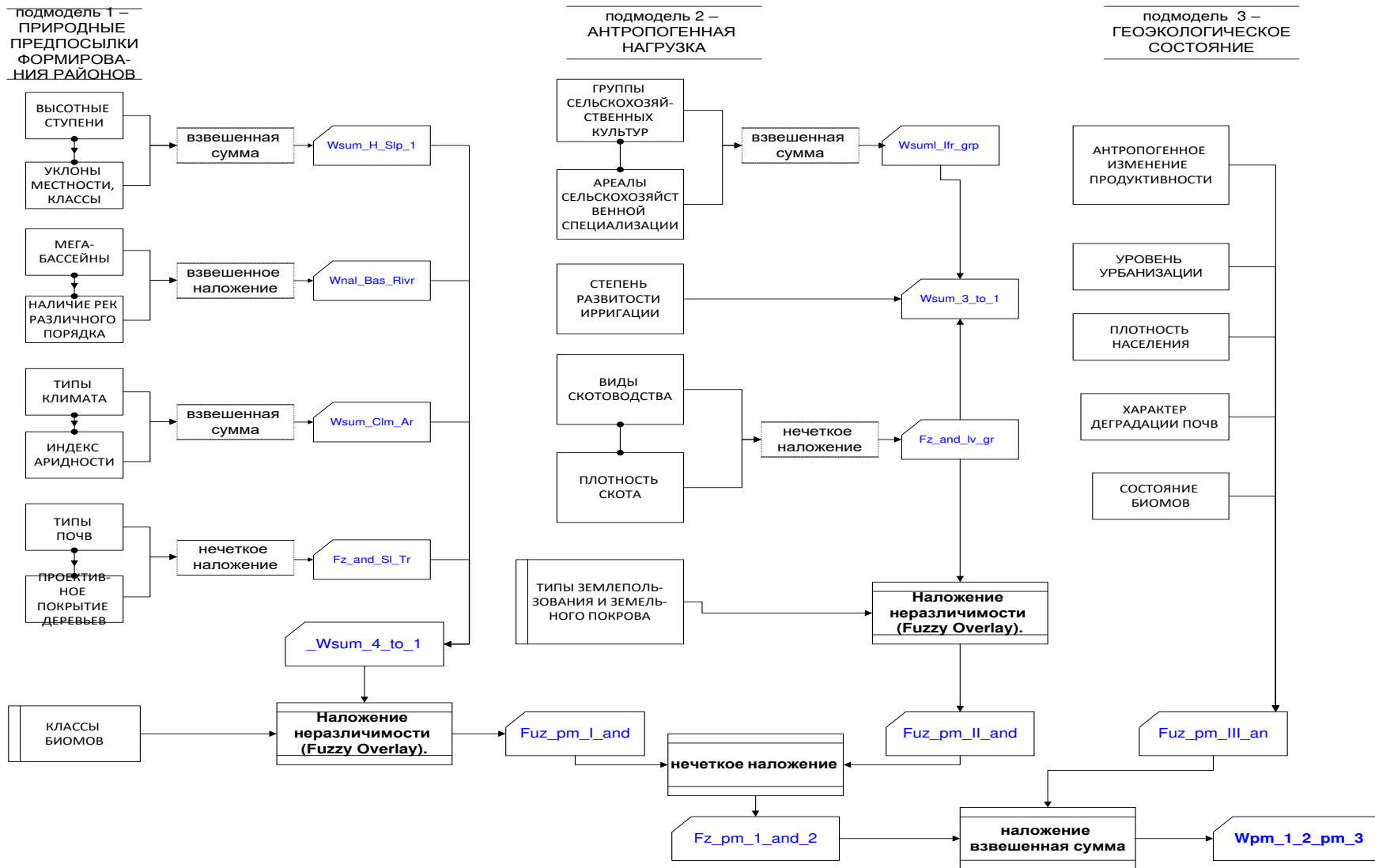


Рис. 2.8. Модель, положенная в основу геоинформационного моделирования районов

Они образуют три пары факторов, связанных явным образом: типы климата и индекс аридности; наличие рек различного порядка и конфигурация крупнейших речных бассейнов; высота над уровнем моря и крутизна склонов. Связь между плотностью древесного покрова и типом почв имеет более сложный характер. Сцепленность факторов в рамках данной подмодели определила последовательность наложения – сначала четыре пары факторов совмещались между собой, затем результаты наложения также подверглись оверлею в рамках одной общей процедуры.

Основная сложность оверлея – необходимость накладывать слои с численными данными (абсолютная высота, например) на слои с интервальными данными. Для достижения интерпретируемого в дальнейшем результата слои должны быть приведены к общему виду. Так, слой абсолютных высот был подвергнут интервальной перекодировке в соответствии с высотами основных геоморфологических поверхностей материка (рис. 2.9).

Характер исходных данных в парах накладываемых слоев определял вид процедуры наложения. Как уже отмечено, характер связи между абсолютной высотой и крутизной вполне очевиден и позволяет использовать вид оверлея «Взвешенная сумма», в ходе которого исходные растры складываются. Каждый из них при этом был умножен на весовой коэффициент; для классов рельефа по высотам он был принят равным 1,5, для классов крутизны склонов – 0,5.

Итоговый растр лучше отражает специфику приподнятых плато Африки и позволяет выделить крупные долинные комплексы – для просмотра применена классификация (максимальное число классов по естественным границам)

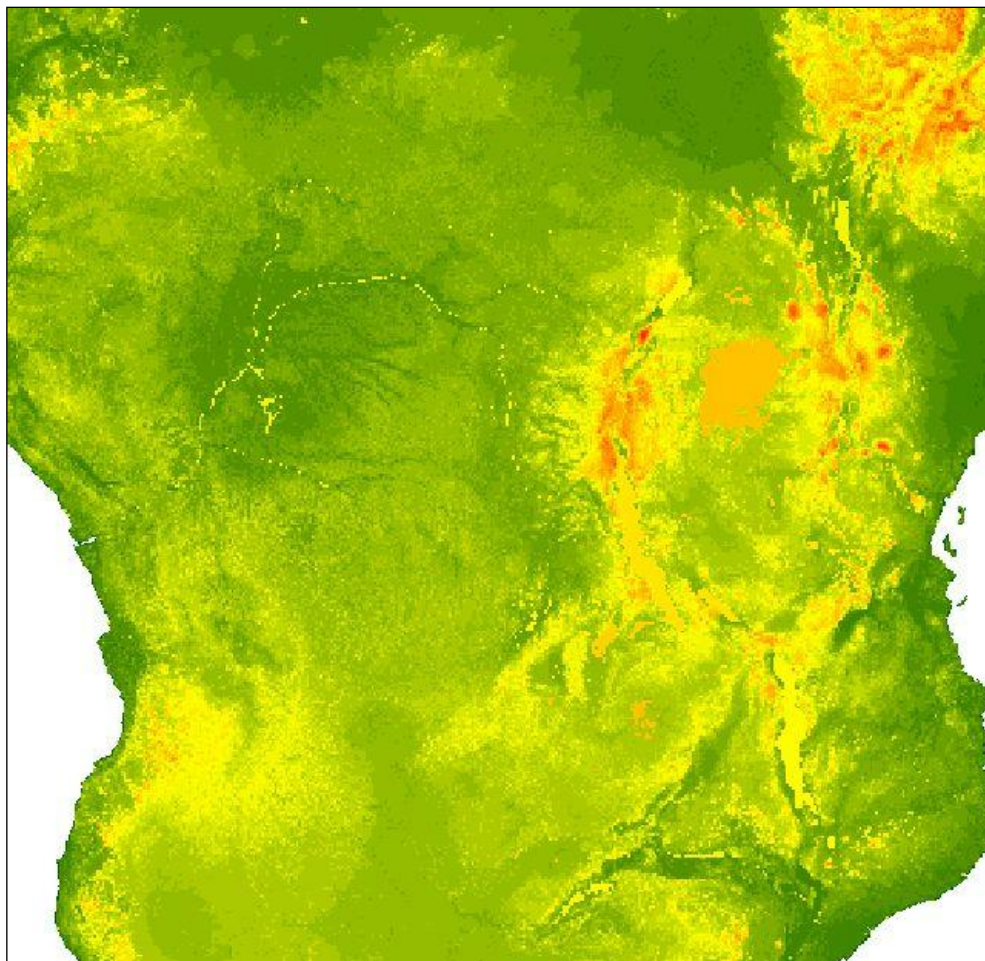


Рис. 2.9. Результат взвешенной суммы растровых слоев, характеризующих класс рельефа по абсолютной высоте и крутизне склона

В некоторых случаях, например, при взвешенном наложении в паре «речные бассейны – порядки рек» векторные данные предварительно приводились к необходимому (соответствующему задаче) уровню детализации данных. Так, исходный векторный слой «*alcomwwf.shp*» был подвергнут процедуре геообработки «слияние по атрибуту» для перехода от границ микробассейнов к границам мегабассейнов африканского материка. Полученный вектор «*Afr_Megabas*» был переведен в растр номинальных значений. При сопоставлении в паре «климат – аридность» была применена процедура взвешенной суммы.

Последняя пара подмодели – типы почв и густота древостоя. Для их сопоставления была применена логика неразличимости (*fuzzy logic*). Ее выбор

в данном случае определялся номинальным характером исходных данных, которые не предполагают четкой взаимной детерминированности. При логике неразличимости специально рассматриваются ситуации, когда границы между классами не ясны. Она определяет, насколько вероятно, что это явление является членом набора (или класса). В *ArcMap* логика неразличимости представлена двумя инструментами – нечеткое множество и нечеткое наложение (*ArcGIS*. Руководство пользователя).

В соответствии с моделью после описанных выше предварительных парных оверлеев получены четыре слоя, которые надо наложить друг на друга, добавив еще один слой – слой биомов, представляющий собой результат конвертации векторного слоя в растр. Для этого вновь использовалась процедура «нечеткого наложения» (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Результат процедуры нечеткого наложения всех слоев (*Fuz_pt_I_and*), учитываемых в первой подмодели

Таким образом, в результате нечеткого наложения слоев, учитываемых в первой подмодели, получается интегральное изображение, где неоднородность цвета свидетельствует о различном характере совмещения

свойств ячеек раstra. Более однородный цвет, в самом общем приближении, говорит о формировании ареалов с близкими свойствами ячеек раstra. Это промежуточный этап моделирования, результаты которого лишь отчасти могут быть соотнесены с физико-географическим районированием территории Африки. Однако концепция районирования в данном случае иная. Объединяемые операционно-территориальные единицы существенно различаются по размеру: в данном случае это растровые ячейки размером 0,083 x 0,083. В случае же физико-географического районирования объединяются ландшафтные полигоны, размер которых в каждом конкретном случае зависит от свойств территории.

Вторая подмодель включает факторы, отражающие различные аспекты антропогенной нагрузки на ландшафт. Из доступных источников в подмодель включены пять возможных признаков районов:

- 1) группы сельскохозяйственных культур;
- 2) системы землепользования;
- 3) степень развитости ирригации;
- 4) виды животноводства;
- 5) плотность поголовья скота.

Интегральный фактор в этой модели (аналогичный фактору биомов в первой подмодели) – типы земельного покрова, отраженные в его классах³.

В этой подмодели также производился первичный оверлей в двух парах сцепленных факторов, и затем – взвешенная сумма этих факторов интегрировалась с фактором землепользования посредством процедуры «нечеткое наложение» (рис. 2.11).

³ <https://forobs.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>.

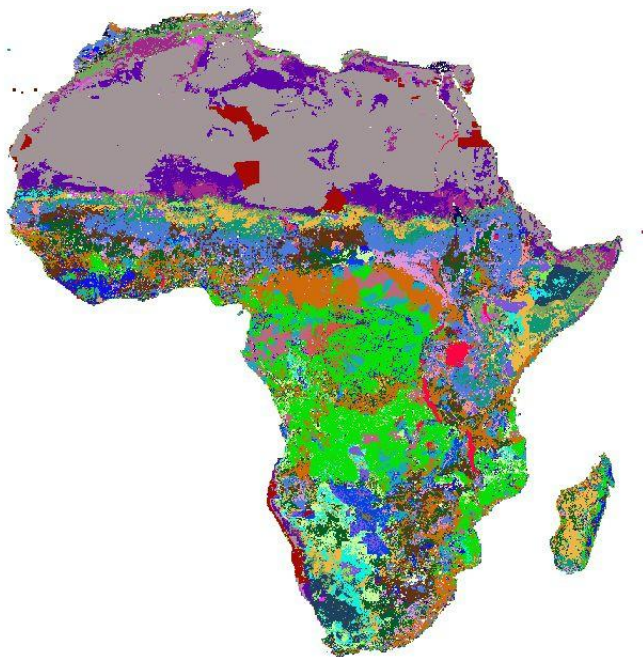


Рис. 2.11. Результат процедуры нечеткого наложения всех слоев (*Fuz_pt_II_and*), учитываемых во второй подмодели

Как видно из сравнения рисунков, мозаичность изображения в данном случае существенно ниже, что определяется большей однородностью распределения факторов районообразования. Как уже и указывалось нами раньше, в Африке интенсивность антропогенного воздействия четко коррелирует со степенью сельскохозяйственной освоенности – пастбищной в аридных и семиаридных районах, земледельческой – в гумидных.

В рамках третьей подмодели при процедуре нечеткого наложения в качестве исходных данных использовались индикаторы:

- антропогенного изменения первичной продуктивности (<http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/hanpp>);
- деградации почв – *GLASOD*;
- плотности населения;
- состояние биомов по степени нарушенности.

Первый из данных индикаторов отражает увеличение или уменьшение первичной продуктивности экосистем, произошедшее в результате

антропогенной деятельности. Оно определяется в граммах углерода и рассчитывается с учетом потребления и производства продовольствия, бумаги, древесины и волокна, а также изменения состава атмосферы, уровня биоразнообразия и объема основных экосистемных услуг. В районах широкого развития орошаемого земледелия (в частности, в дельте Нила) антропогенное изменение первичной продуктивности составляет 200 %, на остальной же площади материка оно не превышает 20–40 % от первоначальных значений природных экосистем. Состояние биомов по степени нарушенности / уязвимости приводится по данным о состоянии биоразнообразия в сухопутных экорегионах Земли (http://maps.tnc.org/gis_data.html).

Для сопоставления интегральных слоев, полученных в рамках первой и второй подмодели, также использовалась процедура нечеткого наложения (рис. 2.12).

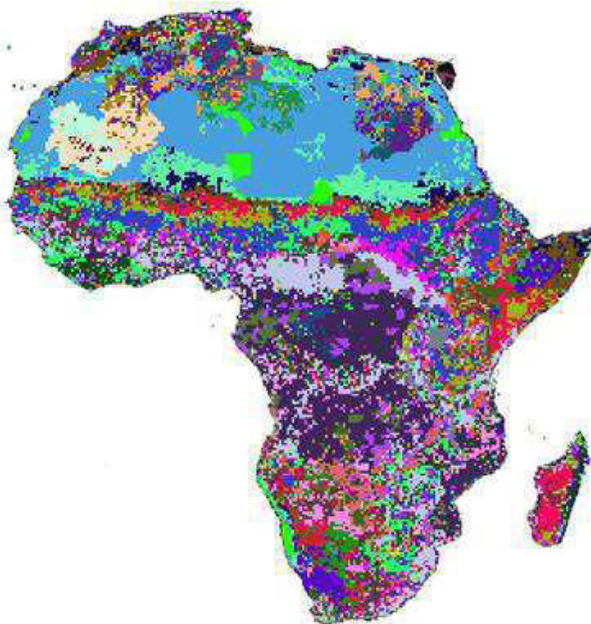


Рис. 2.12. Результат процедуры нечеткого наложения подмодели 1 и подмодели 2 *Fz_pt_1_and_2*

При сопоставлении с данными третьей подмодели применялась процедура взвешенной суммы с индексом 5 к 1 (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Результат применения операции взвешенной суммы для совмещения трех подмоделей

Сопоставление результатов геоинформационного моделирования с данными первоначальной составленной путем векторного наложения слоев модели показывает высокую степень совпадения ареалов. Так, в схеме районирования, полученной в ходе геоинформационного моделирования, выделяется 57 типов индивидуальных районов, отличающихся своеобразием взаимодействия трех подмоделей – природных факторов формирования районов, антропогенной нагрузки на ландшафты и их геоэкологического состояния. Наибольшее совпадение границ проявляется в регионах, четко детерминированных природными факторами формирования – в пустынных и лесных районах материка, а также на горных территориях – в Магрибе и Абессомалии (рис. 2.14).

Полученный результат геоинформационного моделирования отражает характер дифференциации территории Африки под влиянием трех групп факторов: природных, антропогенной нагрузки и состояния природной среды. Из трех используемых подмоделей наиболее слабо обеспечена информацией третья, собственно, геоэкологическая, подмодель. Это связано с объективной

ограниченностью данных о степени воздействия на природную среду, прежде всего техногенной эмиссии загрязняющих веществ. Однако, особенности социально-экономического развития стран Африки свидетельствуют, что эти районы, как правило, совпадают с урбанизированными ареалами. Их локализация в третьей подмодели была учтена.

Цветовая окраска районов на итоговой карте позволяет сделать выводы об однородности получившихся районов. Учитывая тотальный характер районов, следует заметить: чем выше уровень обобщения при их выделении, тем они более разнородны. Она наиболее высока в районах саванновой и редколесной зон на равнинах Сахеля и Судана, где мозаичность плотности населения, форм антропогенного воздействия и геоэкологической нагрузки наиболее высока. В то же время, применение геоинформационного моделирования в сравнении с субъективным районированием позволяет выделить центр районов – ареалы наиболее однородной окраски, где наиболее четко проявляются свойства района и его периферию.

В пределах целого ряда районов отмечаются предпосылки к более дробному разделению, которые должны быть проанализированы в каждом конкретном случае. Наиболее очевидны эти предпосылки в южных частях геоэкологических районов Сахары, где неоднородность обусловлена нарастанием плотности населения в зоне опустыненных саванн по сравнению с собственно пустынной зоной, а также связанному с этим изменению плотности скота и смене видов хозяйственного использования.

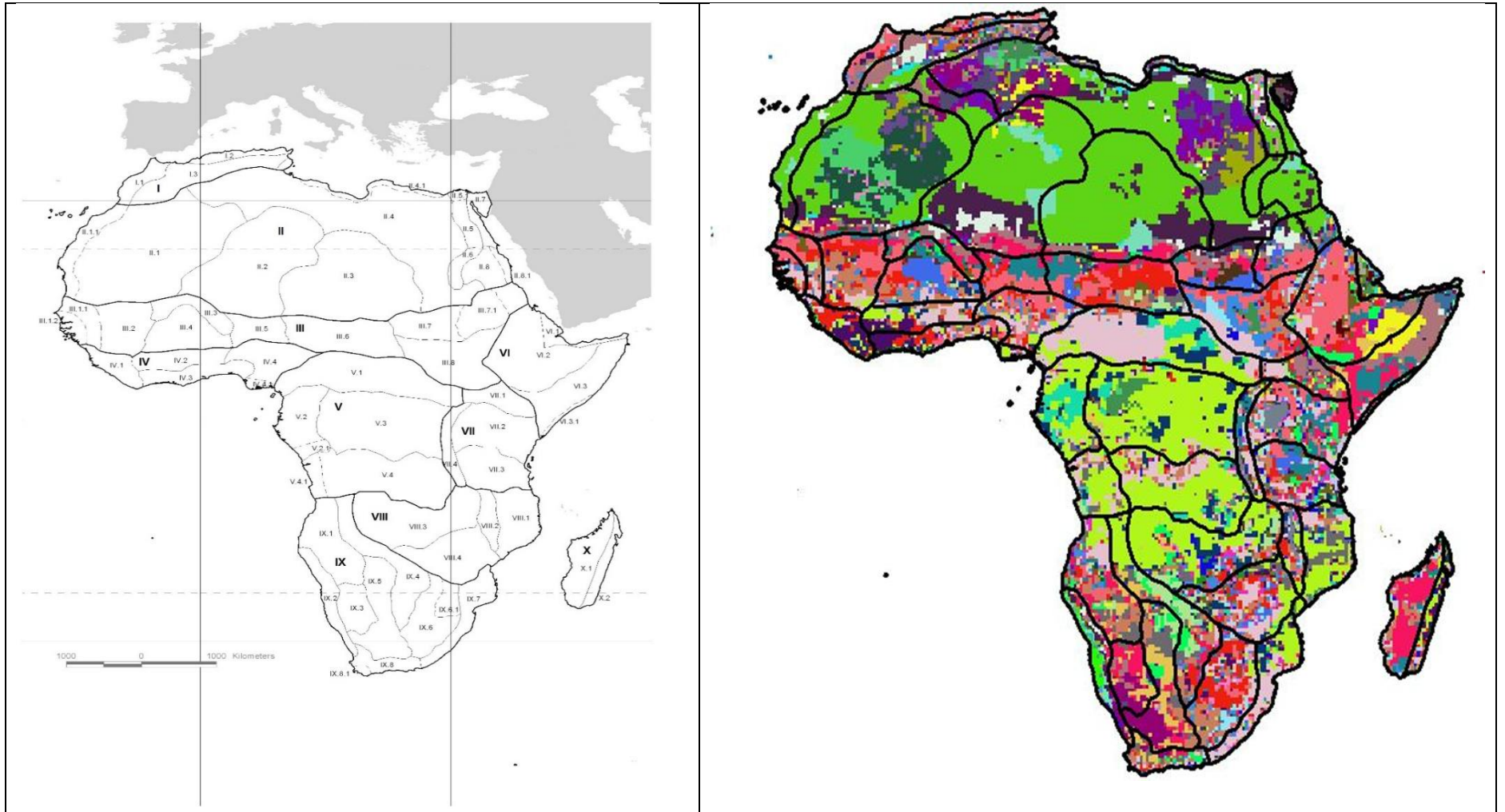


Рис. 2.14. Совмещение ареалов проведенного геоинформационного моделирования с априорными ареалами геозоологических районов (названия районов см. в легенде к рис. 2.2)

Совместное применение экспертных и геоинформационных методов при проведении районирования позволяет лучше учесть роль различных факторов районообразования путем применения процедуры нечеткого наложения, сходного по процедуре с экспертной оценкой. Главным его следствием является возможность проведения более дробного районирования с применением формальных методов на основе общедоступных данных. Таким образом, проведенное геоинформационное моделирование подтвердило правильность первоначальной модели и позволило выявить районы материка, нуждающиеся в дополнительном разделении.

2.4. Группировка геоэкологических районов Африки по степени трансформации природной среды

После верификации результатов экспертного районирования при помощи математических методов и геоинформационного моделирования была поставлена задача классификации геоэкологических районов материка по основаниям, которые могли бы охарактеризовать степень трансформации природной среды в ходе хозяйственной деятельности.

С учетом преобладания на большей части материка сельскохозяйственного типа воздействия на природную среду в качестве исходных данных о степени трансформации природной среды были выбраны данные о структуре земельного покрова и плотности населения.

Для анализа структуры использования земель в геоэкологических районах мы использовали данные проекта *Global Land Cover* (Hansen et al., 2000), где весь ландшафтный покров Африки разделен на 24 типа (рис. 2.15).

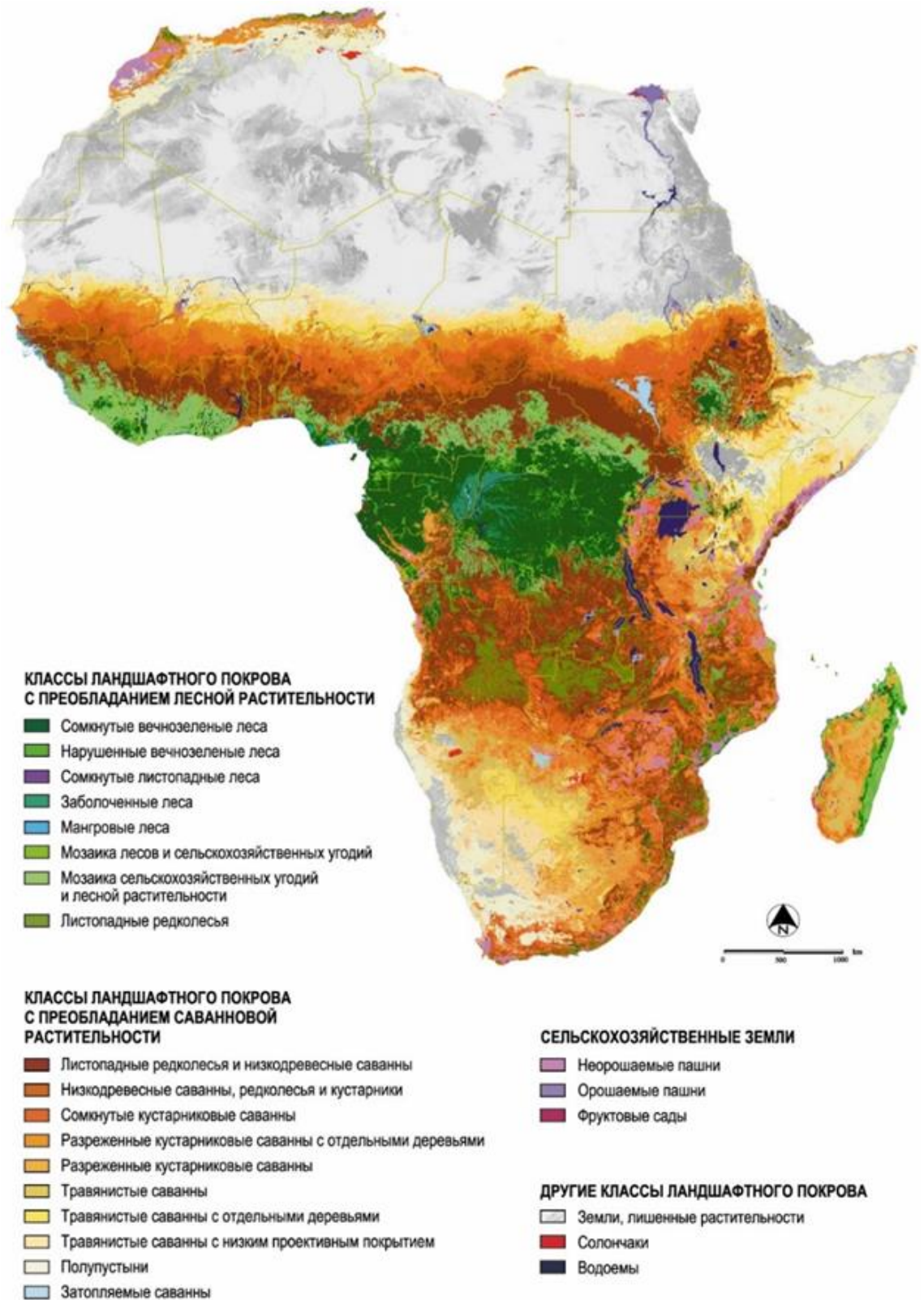
Источниками данных дистанционного зондирования для ее создания послужили результаты проекта мониторинга состояния растительности, полученные со спутников SPOT-4, JERS-1, ERS-1 и ERS-2 в 1990-е гг., а также карты растительности, составленные на основе полевой съемки и

национального картографирования (White, 1983, 1993). Показатели абсолютной высоты для карты были получены с использованием базы данных *US Geological Survey GTOPO30* (<http://eros.usgs.gov>). Выделенные с помощью дистанционного зондирования границы в дальнейшем были проверены и уточнены с использованием существующих карт, как всего Африканского континента, так и отдельных региональных карт (Mayaux et al, 2004).

Несмотря на некоторую неактуальность информации (для ее составления использованы данные конца 1990-х гг.), до настоящего времени она остается картой земельного покрова с наиболее детальной легендой, что выгодно отличает ее даже от аналогов более высокого пространственного разрешения (Buchhorn et al., 2020). К тому расчет данных более высокого пространственного разрешения по всему материка требует гораздо больших технических возможностей.

В легенде выделено четыре класса земельного (ландшафтного) покрова: 1) классы с преобладанием лесной растительности; 2) классы с преобладанием саванновой растительности; 3) сельскохозяйственные земли; 4) другие классы ландшафтного покрова. Для каждого из выделенных геоэкологических районов первого и второго порядка с использованием опции программного пакета *ArcMap* «Статистика площадей» (ArcGis Manual, 2010) была определена структура землепользования по укрупненным группам: леса; мозаика лесов и сельскохозяйственных угодий; водно-болотные угодья, редколесья, злаковники, сельскохозяйственные земли, города, прочие земли и вода. Для расчета показателей плотности населения по районам были использованы данные Центра социально-экономической информации NASA⁴ (Center for International Earth Science Information Network, 2018).

⁴ <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v4-population-density-rev11>.



Источник: Mayaux et al, 2004

Рис. 2.15. Земельный покров Африки

Геоэкологические районы первого порядка. По особенностям рельефа и структуре зональных типов ландшафтов геоэкологические районы первого порядка образуют следующую матрицу (табл. 2.7).

Таблица 2.7

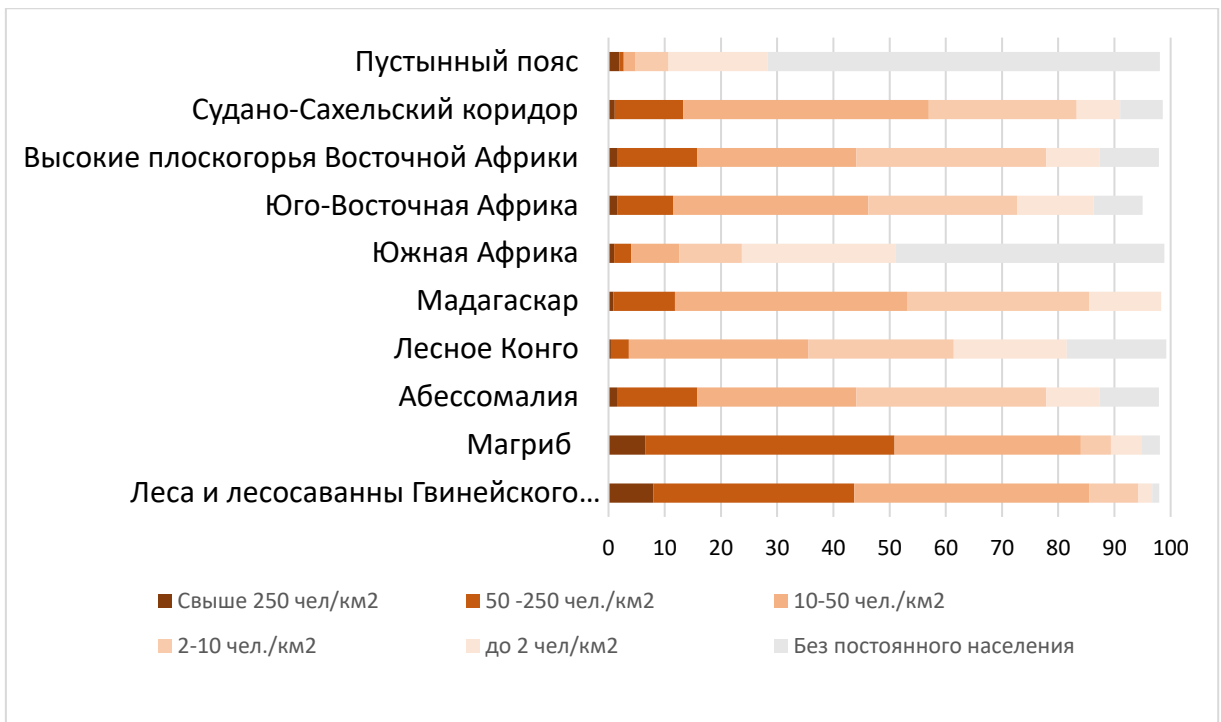
Группировка геоэкологических районов первого порядка по особенностям рельефа и зональным типам ландшафтов

| Зональная структура (вправо) | Лесо-редколесные | Редколесно-саванновые | Саванново-пустынные |
|------------------------------|--|--|---------------------|
| Рельеф (вниз) | | | |
| Равнинные | IV Леса и Лесосаванны Гвинейского побережья; V Лесное Конго | III Судано-Сахельский коридор | II Пустынный пояс |
| Плоскогорные | X Мадагаскар | VII Высокие плоскогорья Восточной Африки, VIII Юго-Восточная Африка; IX Южная Африка | |
| Горные | | I Магриб VI Абессомалия | |

Особенности структуры земельного покрова и плотности населения в районах отражены на рис. 2.16 и 2.17.

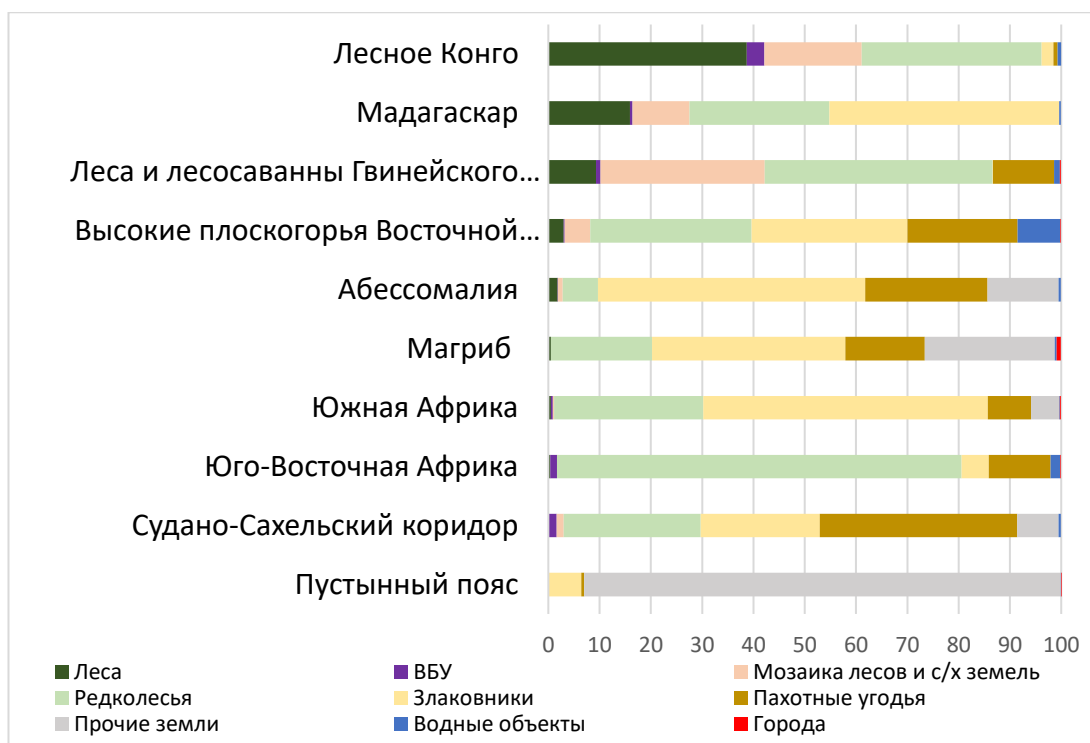
Из регионов лесо-редколесной группы Леса и лесосаванны Гвинейского *побережья* характеризуется наибольшей долей площади, где плотность населения выше среднеафриканского показателя (45 чел./км²⁵) – 43% территории. В двух других регионах этой группы – на Мадагаскаре и Лесном Конго – эти показатели составляют соответственно – 11,8 и 3,6% (рис. 2.16).

⁵ <https://www.worldometers.info/world-population/africa-population>.



Рассчитано автором на основе данных CIESIN

Рис. 2.16 Плотность населения в геоэкологических районах первого порядка



Рассчитано автором по данным Global Land Cover 2000

Рис. 2.17. Соотношение различных типов земельного покрова в геоэкологических районах первого порядка

Подобное распределение населения объясняет и структуру земельного покрова регионов. Для группы, в целом, характерны процессы замещения лесов редколесьями и сельскохозяйственными землями (рис. 2.17), но особенности трансформации зависят от рельефа и истории освоения региона. По суммарной доли пахотных земель и мозаики лесов и сельскохозяйственных земель регионы образуют следующий ряд: Лесное Конго – Мадагаскар – Леса и лесосаванны Гвинейского побережья.

В центральной части материка – Лесном Конго (V)– леса сохранились в наибольшей степени (почти 40%), сельскохозяйственные земли занимают минимальные площади, но о процессе трансформации свидетельствует значительная площадь редколесий, занявших место первичных лесов, а также высокая доля территории (чуть менее одной пятой), занятой сочетанием лесов и сельскохозяйственных земель.

Аналогичная ситуация складывается на Мадагаскаре (X), где доля сельскохозяйственных земель еще ниже, но из-за более засушливых условий выше доля злаковников. Наиболее трансформирован регион Лесов и лесосаванн Гвинейского побережья (IV), где самая низкая залесенность, но самый высокий процент территории, занятой сельскохозяйственными угодьями (более 40%).

По-видимому, при сохранении имеющихся тенденций прироста населения они также будут демонстрировать тенденцию к сокращению площади лесов, а предотвращение последствий обезлесения и сокращения биоразнообразия уже сейчас - важнейший приоритет экологической составляющей устойчивого развития (FAO, 2020).

Среди регионов редколесно-саванновой группы (I, III, VI, VII, VIII, IX) наибольшей долей интенсивно заселенных территорий характеризуется *Магриб* – более 50% его территории имеют плотность населения выше среднеафриканской. Примерно одинаковые показатели – около 11-16% - у всех остальных регионов, кроме Южной Африки, у которой только 4% заселено достаточно плотно.

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 производственные 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.

Магриб остается одним из наиболее заселенных районов материка, но доля лесов в этом регионе с конца 1990-х гг. демонстрирует устойчивую тенденцию к росту. Абессомалия, напротив, продолжает терять свои леса, что особенно важно в связи с неблагоприятными климатическими изменениями в этом регионе.

В другом интенсивно освоенном редколесно-саванновом регионе – на высоких плоскогорьях Восточной Африки – ареалы активно-деградирующих ландшафтов довольно четко совпадают с районами наиболее высокой плотности населения. Основными факторами антропогенного воздействия в регионе выступают увеличение площади сельскохозяйственных угодий, чрезмерная заготовка древесного топлива, нерациональное использование земель и несвоевременные рубки, перегрузка пастбищ, ускорение темпов урбанизации и индустриализация. В Восточной Африке дрова и древесный уголь обеспечивают большую часть потребности в энергии (от 96 % в Уганде до 75 % в Кении).

Иная картина характерна для регионов Судано-Сахельского коридора. На большей его части (43,7 %) плотность населения невысока 10-50 чел. на кв. км, она возрастает в южной части региона, где агроприродный потенциал территории выше. Северная часть региона – собственно Сахельская зона – в 1973–1984 гг. испытала сильнейшую засуху. В последующие годы

продуктивность растительности уже не опускалась до таких критических значений, а в настоящее время Сахель демонстрирует тенденцию к «позеленению». Однако увеличение интенсивности хозяйственного воздействия, индикатором которого служит ростом плотности населения, не позволяет территории полностью восстановиться (Jalloh *et al.*, 2012). На фоне нестабильных климатических условий в Судано-Сахельском коридоре наиболее продуктивными для устойчивого развития могут стать межнациональные планы по борьбе с опустыниванием, направленные, прежде всего, на повышение доли редколесных территорий и сохранение природных злаковников.

В группе саванново-пустынных регионов – только один – Пустынный пояс, где более 90% территории занято категорией – Земли, лишённые растительности. В пределах Пустынного пояса наибольшее хозяйственное воздействие испытывают территории оазисов. Крупнейший из них – долина Нила. Если на большей части региона постоянное население отсутствует (около 70% площади), то в пределах Нижненильского оазиса, занимающего менее 2% региона, его плотность составляет свыше 250 чел. на кв. км. Для Пустынного пояса важнейшей составляющей устойчивого развития может быть управление сельскохозяйственными землями в оазисах, имеющими локальное распространение, но чрезвычайно значимыми для населения.

Геоэкологические районы второго порядка. На среднем уровне территориальной организации – для геоэкологических районов второго порядка различия во внутренней структуре районов видны гораздо более четко. Среди 48 районов выделяются 4, в которых ареалы с плотностью населения более 250 чел/км² занимают более 10% от площади территории (рис. 2.18). Это Леса и редколесья идома (28%), Нижненильский оазис и дельта (14%), Междоузельный край Восточной Африки и Прибрежные и подгорные равнины Средиземноморья (12%). Как видно, два из четырех районов приурочены к морскому побережью, один лежит внутри континента, а еще один – в дельте Нила. В то же время в пределах 13 районов из 48 ареалы с

плотностью населения выше среднеафриканской занимают менее 1% – это районы Пустынного пояса, Южной и Юго-Западной Африки, Данакиль, Восточно-Суданский Сахель и Впадина Верхнего Нила.

Различия в структуре земельного покрова между геоэкологическими районами второго порядка позволяют выделить различные варианты его спектров, формирующие геоэкологический портрет районов (рис. 2.19).

По числу типов земельного покрова, представленных в геоэкологических районах второго порядка, можно выделить три группы районов: 1) со спектром низкого (4–5 из 9); 2) среднего (6–7) и 3) высокого (8–9) уровня разнообразия. Около 70 % районов (33 из 48) относятся к третьей группе. В ее состав вошли все районы второго порядка Магриба и Лесного Конго, практически все части Судано-Сахельского коридора, Высоких плоскогорий Восточной Африки, Южной и Юго-Западной Африки (за исключением одного района в каждом из макрорегионов), два района макрорегиона Леса и лесосаванны Гвинейского побережья, один район Абессомалии.

Первая – наиболее малочисленная – группа включает пять районов, четыре из которых расположены в пределах Пустынного пояса, а пятый – на острове Мадагаскар (X.2). Последнее вполне объяснимо с позиций относительной однородности природных условий Пустынного пояса в связи с используемыми категориями. Остальные районы вошли во вторую группу.

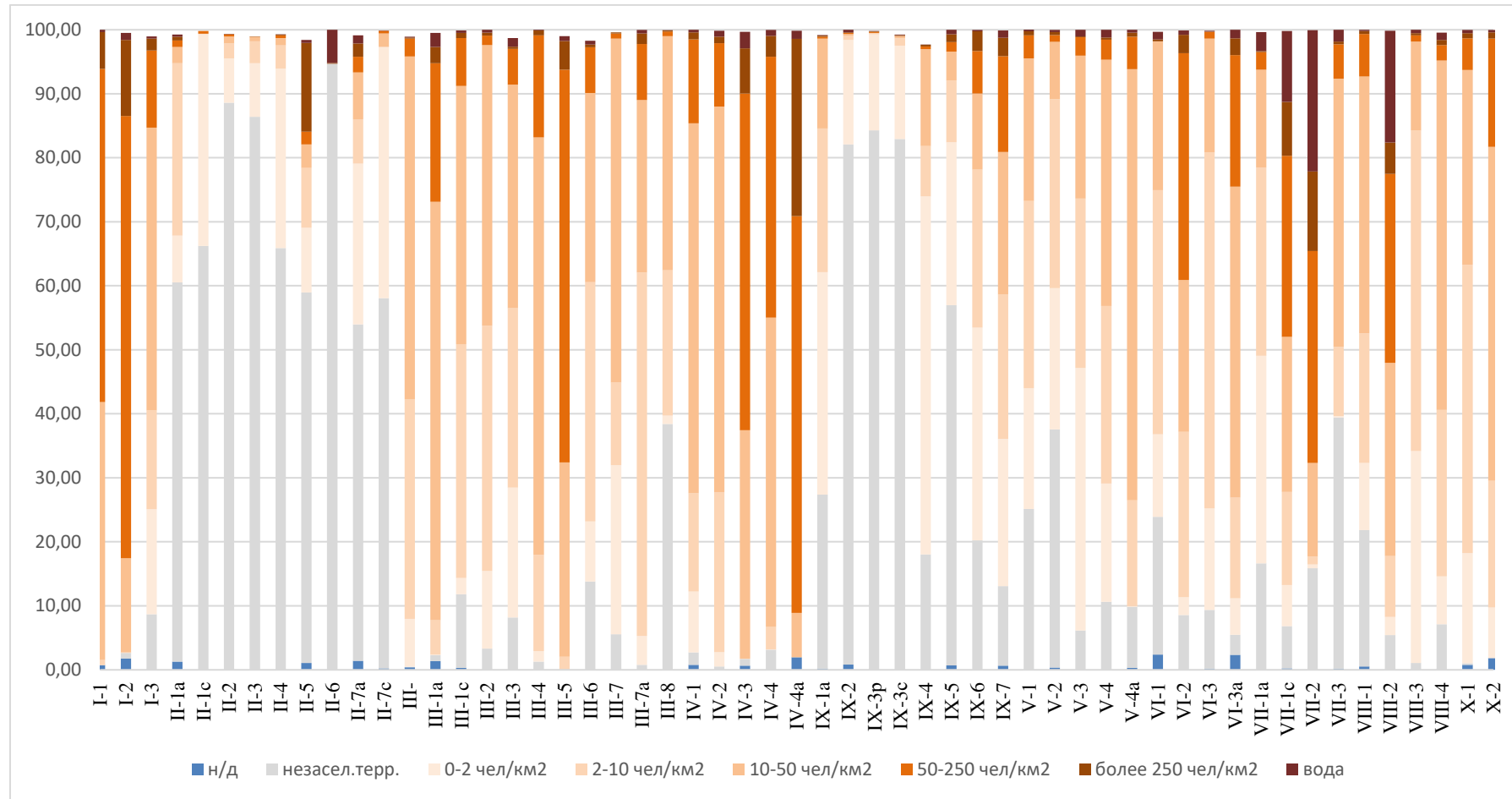


Рис. 2.18. Плотность населения в геоэкологических районах второго порядка, % от площади территории



Рис. 2.19. Структура земельного покрова в мезорегионах

Дополнительным индикатором разнообразия спектров земельного покрова служит преобладание одного или нескольких его типов в пределах районов, отнесенных к одной группе. Для оценки этого параметра были использованы данные о процентном соотношении типов земельного покрова, которые позволили выявить три подтипа: 1) с преобладанием одного типа земельного покрова (каждый из остальных занимает менее 10 % площади района); 2) с преобладанием одного типа на фоне подчиненной роли другого (доля второго не менее, чем 10 %); 3) мозаичный (доля каждого из трех максимальных по площади типов не менее, чем 10 %). По преобладанию категорий земельного покрова и их разнообразию были выделены 6 типов геоэкологических районов второго порядка (табл. 2.8).

В условиях роста плотности населения для большинства рассмотренных регионов характерно замещение первоначальных типов земельного покрова их трансформированными аналогами. На первый взгляд, речь идет о простом сценарии смены лесных земель сельскохозяйственными угодьями, что отражает соотношение долей территории макрорегионов, занятых этими двумя категориями.

В реальности в пределах каждого из макрорегионов геоэкологические районы второго порядка могут демонстрировать тенденции развития, отличные от макрорегиона в целом. Так, 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 пока играет в них подчиненную роль и представлена натуральным хозяйством.

**Типы геоэкологических районов Африки по разнообразию
и структуре земельного покрова**

| № | Типы и подтипы районов | Мезорегионы |
|----------|--|--|
| 1 | Пустынный с абсолютным преобладанием земель, лишенных растительности, в т.ч. | |
| <i>a</i> | <i>со спектром низкого разнообразия</i> | II.2, II.4, II.6 |
| <i>b</i> | <i>со спектром среднего разнообразия</i> | II.5, II.1, II.7 |
| <i>c</i> | <i>со спектром высокого разнообразия</i> | I.3 |
| 2 | Саванново-редколесный, в т.ч. | |
| <i>a</i> | <i>со спектром среднего разнообразия и равной представленностью земель, лишенных растительности, и опустыненных саванн</i> | VI.1, VII.3 |
| <i>b</i> | <i>со спектром высокого разнообразия и высокой долей саванн</i> | VII.3, VIII.1, IX.5, IX.7, III.1, IX.6 |
| <i>c</i> | <i>со спектром высокого разнообразия и мозаичным земельным покровом</i> | I.1, VIII.2, IX.4, IV.4, IX.1, VII.1 |
| <i>d</i> | <i>со спектром среднего разнообразия и равной представленностью саванн и редколесий, местами с высокой долей земель, лишенных растительности</i> | III.3, VI.3, IX.3, X.1, IV.3, II.1 |
| 3 | Редколесный, в т.ч. | |
| <i>a</i> | <i>со спектром высокого разнообразия и высокой долей редколесий</i> | V.2, III.8, V.1 |
| <i>b</i> | <i>со спектром высокого разнообразия и мозаичным земельным покровом</i> | III.6, III.7, VIII.4, III.2, IV.2 |
| 4 | Лесной со спектром высокого разнообразия и абсолютным преобладанием лесов | V.3 |
| 5 | Земледельческо-лесной с мозаичным земельным покровом, в т.ч. | |
| <i>a</i> | <i>со спектром высокого разнообразия</i> | IV.1, VIII.3 |
| <i>c</i> | <i>со спектром низкого разнообразия</i> | X.2 |
| 6 | Земледельческий, со спектром высокого разнообразия и мозаичным земельным покровом | III.4, I.3, III.1, VII.2, V.4, VI.2 |

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.

В целом, выделение комплексных геоэкологических районов сочетает в себе элементы объективности и субъективности, что отличает большинство видов многокритериального районирования. Отбор критериев зависит как от научного багажа исследователя и его знания территории, так и наличных материалов. Например, характерной чертой африканского материка является широкое распространение исключительно сельскохозяйственного воздействия на природные системы, поэтому многие показатели воздействия моделируются и рассчитываются в мировых базах данных через структуру земельного покрова. Территории целого ряда стран просто не обеспечены статистической информацией о выпуске загрязненных вод, о структуре эмиссии загрязняющих веществ и др. В этом случае лучший результат может дать слабо формализуемое эмпирическое знание о территории из литературных и картографических источников.

Наибольшее совпадение геоэкологических регионов и территориальных ячеек частных сеток – синтетическая матрица – отмечается в Восточной Африке на стыке макрорегионов Судана, Абессомалии и Плоскогорий Восточной Африки. В этой части границы макрорегионов не только соответствуют единицам физико-географических стран, ареалов проживания этносов, но даже границам стран.

Мы видим причину этого в ярко выраженной ведущей роли факторов физико-географической дифференциации (горный вулканический рельеф, определивший особые ландшафты и их потенциал). Их действие уже в течение, как минимум, двух тысячелетий, определяло и этническую, и цивилизационную историю этой части континента. По-видимому, отсутствие

длительного периода колониальной зависимости в истории Эфиопии усилило ведущую роль этих факторов. В результате страна потеряла большую часть своих лесов, интенсивность эрозии существенна, уровень продовольственной безопасности крайне низок.

Примером промежуточной матрицы служит район в западной части Судано-Сахельского коридора, где границы регионов отчасти совпадают с границами физико-географических единиц и ареалов проживания этносов, однако почти нигде с границами стран. Часть стран полностью входит в один из выделенных регионов – таковы, например, Буркина-Фасо по отношению к мезорегиону Саванны и редколесья Вольта, Гвинея – мезорегион Лесной запад. Для указанных мезорегионов эти страны являются типичными, а их показатели при соответствующей верификации могут быть использованы для анализа и характеристики региональных трендов изменения природной среды. Другая часть стран входит сразу в несколько мезорегионов, поэтому для них верна обратная зависимость. Статистические показатели, характеризующие экологические проблемы страны, не могут быть признаны достоверными для всех ее частей.

При переходе от нижних к верхним уровням геоэкологического районирования их единство, целостность уменьшается (как и любых тотальных районов), растет их разнородность. Она зависит от территориального уровня проявления целостности отдельных природных и культурных ландшафтов, масштабов техногенного воздействия конкретных хозяйственных систем, уровня и качества урбанизации.

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

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

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. По М.Г. Левину и Н.Н. Чебоксарову (1955), «под хозяйственно-культурными типами следует понимать исторически сложившиеся комплексы особенностей хозяйства и культуры, характерные для народов, обитающих в определенных естественно-географических условиях, при определенном уровне их социально-экономического развития» (с. 4). Под историко-этнографической (или историко-культурной) областью эти авторы понимают территорию, на которой в результате длительных связей, взаимного влияния и общности исторических судеб народов, населяющих эту территорию, сложилась определенная культурная общность (там же, с. 10). Эта концепция получила развитие и в более поздних работах (Чебоксаров, Чебоксарова, 1971).

Левин и Чебоксаров подчеркивают, что «понятие историко-культурная область – категория историческая. Ни характерные особенности, ни границы историко-этнографических областей не остаются неизменными» (с. 11). Однако в каждый конкретный исторический отрезок времени историко-этнографические области представляют вполне определенную реальность.

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 свойственной им системой природопользования. Для исследования этого предположения в работе было выбрано Средиземноморье – единый историко-культурный регион, расположенный на стыке трех частей света – Европы, Азии и Африки.

Для Средиземноморья – наиболее давно и интенсивно освоенной части планеты – человек включен в ландшафт изначально: некорректно ставить вопрос о ландшафте без человека (вне человека) – да и человек без ландшафта может существовать разве что за пределами Земли (Relph, 1976). Формируя культурный ландшафт как тонкую (пригодную для существования) прослойку между обществом и природой, человек привносил разнообразное влияние культуры, которое сказывалось в трансформации ландшафтной структуры и конфигурации ландшафтов, разработке традиционных техник управления ландшафтом, созданию линейных и полигональных элементов сельского ландшафта, составляющих материального и нематериального культурного наследия. Элементы ландшафтной структуры и землепользования разных эпох вносят существенный вклад в экологическую устойчивость и составляют историческую идентичность культурного ландшафта регионов (Cullotta, Barbera, 2011).

В основе территориальной модели состава такого культурного ландшафта лежит представление о том, что его современный облик - результат длительного взаимодействия общества и природы на конкретной территории. Опыт такого взаимодействия отражают как сохранившиеся от разных эпох фрагменты материального присутствия человека в ландшафте, так и связь между этими элементами (фрагментами), унаследованная от разных эпох.

Сложившись в определенном регионе, где приспособление к ландшафту было максимальным, этнос при миграции сохраняет многие первоначальные черты, которые отличают его от этносов-аборигенов (Гумилев, 1990). Исходя

из этого, можно предположить, что в ходе своей колониальной экспансии распространяющаяся цивилизация принесет на новые территории свой опыт природопользования, сформировавшийся в «родном» ландшафте (Butzer, 1980), что может привести, в том числе, и к негативным экологическим последствиям. Подобное явление подробно описано для территорий Нового Света, подвергшихся колонизации в XVI–XIX вв. (Dotterweich, 2013). Однако эта логика верна и в отношении более ранних цивилизаций, но ее проверка крайне затруднена в силу недостатка эмпирических данных о цивилизациях древнейшего и античного времени, отделенных от нас в истории несколькими тысячелетиями (Dotterweich, 2013).

Пространственная модель средиземноморского культурного ландшафта сложилась еще во времена Римской империи (Antrop, 1993, 2005). Поселение (*domus*) было окружено концентрическими зонами – *hortus*, *ager*, *saltus*, *silva*. Они представляли соответственно – зону огородов (или поливного земледелия), зону неорошаемого земледелия со средиземноморской триадой культур – пшеница, олива, виноград, зону выпаса скота (часто в кустарниках и редколесьях) и лесную зону.

В каждой из этих зон в результате длительного «окультуривания» ландшафта сложилась целая система точечных и линейных элементов. Часть этих элементов характерна только для одной зоны (в зоне *domus*, очевидно, присутствуют жилищные и религиозные постройки, отсутствующие в зоне *sylva*). Другая часть (каменные террасы, живые изгороди, дороги и тропинки и др.) встречается в нескольких зонах.

Другие важные элементы культурного наследия, сохранившиеся в ландшафте, включают элементы традиционной архитектуры, топонимы, характерные для Средиземноморья орудия труда (винные прессы, амфоры и кувшины для вина и оливкового масла). В условиях выраженной дифференциации во влагообеспеченности важнейшую роль в средиземноморских культурных ландшафтах играет перераспределение воды.

Связанные с ним линейные и точечные элементы (водяные мельницы, акведуки, каналы) чрезвычайно характерны для Средиземноморья.

К числу столь же важных элементов, сыгравших большую роль в освоении горных ландшафтов региона, относятся и сельскохозяйственные террасы, самые древние из которых появились еще во времена древнегреческой цивилизации (Dotterweich, 2013). В современном хозяйстве Средиземноморья они заняты разными типами землепользования – экстенсивным выпасом крупного рогатого скота, посадками цитрусовых, оливковыми рощами и виноградниками (Stanchia *et al.*, 2012). Террасированию в Средиземноморье подвергаются склоны разной крутизны – в регионе отмечено и террасирование склонов крутизной до 40 градусов (Brancucci, Paliaga, 2005). Плотность террас также значительно варьирует в зависимости от протяженности созданных стенок и ее отношения к площади, подвергшейся террасированию: от 5–200 до 800 метров на га (Varotto *et al.*, 2019). В настоящее время террасированные склоны занимают в Средиземноморье от 0,3 до 65 % площади в отдельных регионах (Лигурия) (www.alpiter.org).

В качестве очень ценного источника информации о возрасте культурных ландшафтов и их точечных, линейных и площадных элементах выступают данные исторических и археологических исследований (Авдусин, 1989). Опыт их применения на локальном уровне в Российской Федерации описан достаточно хорошо (см. Низовцев, 2008).

В данной работе в качестве источника исторической и археологической информации о Средиземноморье были использованы материалы базы данных Конвенции Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО (whc.unesco.org/en/list).

Определение понятия «наследие» закреплено в системе международного права в рамках Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия (принята 16 ноября 1972 года Генеральной конференцией Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры). Для характеристики культурных ландшафтов

территории значимо определение культурного наследия, под которым понимаются «группы изолированных или объединенных строений, архитектура, единство или связь с пейзажем которых представляют выдающуюся универсальную ценность с точки зрения истории, искусства или науки; достопримечательные места: произведения человека или совместные творения человека и природы»¹.

Выбор подобной базы данных определялся, прежде всего, неодинаковой обеспеченностью и наличием в открытом доступе внутренних баз данных у всех стран Средиземноморья. У ряда стран, например Испании и Италии – в открытом доступе находятся базы данных археологических и исторических памятников даже по провинциям², у других, как правило, стран Южного и Восточного Средиземноморья, они отсутствуют.

База данных объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО³ представляет собой комплексный источник информации, содержащий данные по каждому из объектов Всемирного наследия, в том числе их пространственную привязку, заявочные листы с крупномасштабными топографическими картами (в ряде случаев), описание природных, исторических, архитектурных особенностей памятников, а также проблем управления территорией. Важным достоинством базы служит унифицированный подход к ценности объектов, определяемый в Конвенции, и однотипность их характеристик, позволяющая проводить корректные сравнения.

В нашем исследовании были использованы данные об объектах, расположенных между 31 и 45 градусами с.ш. и 9 градусом западной и 38 градусом восточной долготы (включительно). Подобный выбор границ был определен нами на основе синтеза физико-географических, исторических и политико-административных подходов к регионализации Средиземноморья (подробнее об этом в: Климанова, 2014).

¹ https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/heritage.shtml.

² См. например, Андалусия <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/culturaypatrimoniohistorico/areas/bienes-culturales/catalogo-pha.html>.

³ whc.unesco.org.

К концу 2021 г., исходя из этих границ в Список были включены 1154 объекта, из которых 897 являются культурными, 218 – природными и 39 – смешанными (относятся к категории культурного ландшафта). Указанные объекты находятся в 167 странах, подписавших Конвенцию⁴. Примерно каждый пятый объект из списка находится в странах Средиземноморья (рис. 3.1).

Очевидно, что распределение объектов по странам неравномерно: в странах-рекордсменах по числу объектов их более 40 (среди них, в т.ч. и страны Средиземноморья Италия, Испания), в небольших странах – по одному или всего нескольким объектам, однако, несмотря на известную субъективность оценок, внесение в список все же носит неслучайный характер. Наряду с основным списком действует и т.н. предварительный, в котором находится еще примерно столько же объектов, и вместе два списка составляют достаточную по количеству элементов базу, которая может быть использована для характеристики регионов, стран и межстрановых историко-культурных ареалов.

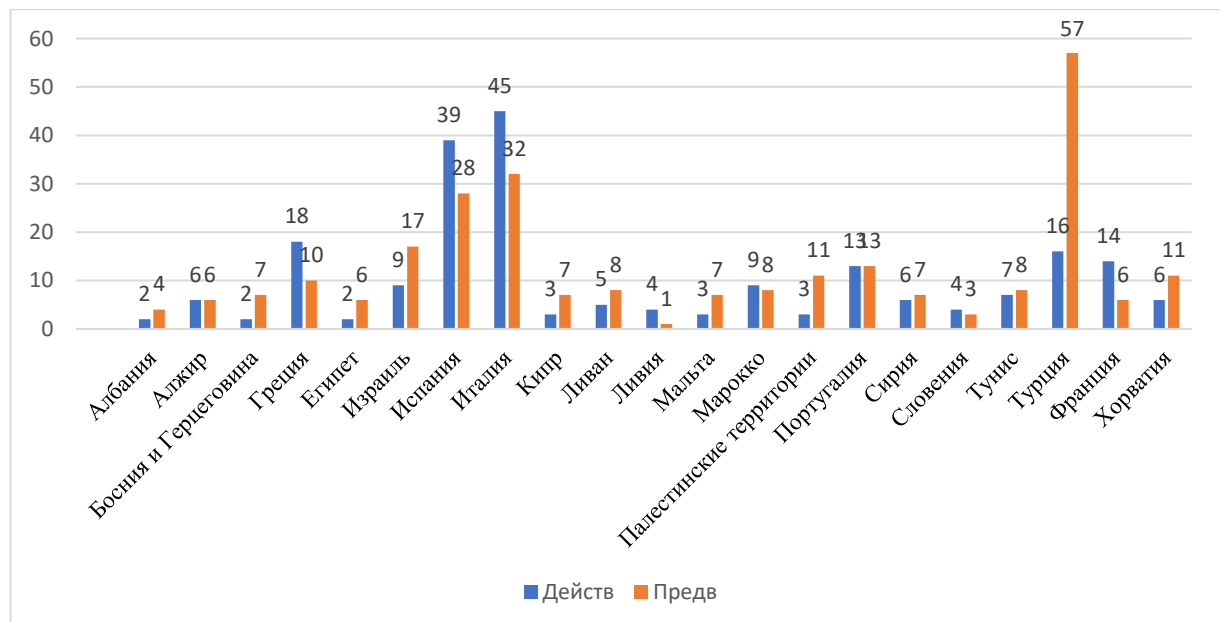


Рис. 3.1. Распределение объектов из Списка Всемирного наследия ЮНЕСКО по странам Средиземноморья

⁴ <https://whc.unesco.org/en/list>.

В составленной базе данных – 486 объектов наследия, включенных в основной и предварительный список. Каждый объект был охарактеризован нами по следующим параметрам:

- название объекта и его тип (природный, культурный или смешанный);
- страна расположения;
- географические координаты;
- абсолютная высота;
- время возникновения;
- принадлежность к этносу/цивилизации;
- наличие перекрытия цивилизаций;
- тип и род ландшафта (при возможности);
- объект охраны;
- наличие проблем управления.

Для дальнейшей интерпретации результатов была проведена переклассификация объектов в зависимости от их функционального назначения (типа культурно-ландшафтного комплекса) и цивилизационной эпохи. Все изученные объекты были разбиты на следующие категории:

- наскальные рисунки, в том числе и рисунки в пещерах (*A*);
- развалины древних поселений (преимущественно установленные по данным археологических раскопок на местах уже несуществующих поселений) (*B*);
- отдельные архитектурные объекты (выделены в случае, если охраняется отдельно стоящий объект) (*C*);
- монастырские и замковые комплексы (выделены по описанию в случае, если они не входят в состав исторического центра) (*D*);
- храмовые комплексы и некрополи (выделены в случае, когда они представляют собой исключительно религиозное сооружение, не

сопровождающееся инфраструктурой, в отличие от предыдущей категории) (*E*);

- исторические центры городов (*F*);
- системы природопользования (выделены по описанию) (*G*);
- культурные ландшафты (включены объекты, отнесенные к этой категории по номинации, а также дворцово-парковые комплексы с садами и пейзажными парками) (*H*).

Указанные категории объектов представляют собой различную ценность с точки зрения репрезентативности культурно-ландшафтных комплексов региона (табл. 3.1), но все могут быть использованы как источники надежной и сопоставимой информации о времени освоения (Butzer, 1982; Berrocal et al., 2007; Gullino, 2013).

Таблица 3.1

Типы объектов Всемирного культурного наследия в Средиземноморье

| Тип объекта | Характер преобразования ландшафта | Репрезентативность по отношению к основному для цивилизации типу освоения |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Наскальные рисунки | Точечный | - |
| Развалины древних поселений | Точечный, редко площадной | Высокая |
| Отдельные архитектурные объекты | Точечный | Низкая |
| Монастырские и замковые комплексы | Точечный, редко площадной | Средняя |
| Храмовые комплексы, некрополи | Точечный | Средняя |
| Исторические центры городов | Площадной | Высокая |
| Системы природопользования | Площадной | Высокая |
| Культурные ландшафты* | Площадной | Высокая |

* Включены и те объекты, которые внесены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО именно под такой номинацией.

Аналогичная работа также была проведена по переклассификации цивилизационных эпох, к которым относятся объекты. Для региона Средиземноморья было выделено восемь укрупненных эпох:

1. Доцивилизационная (до времени появления цивилизаций древних шумеров и древних египтян);
2. Древнейшая (цивилизации «народов моря», финикийская, хеттская, тартесская и др.);
3. Античная (цивилизации классической Греции);
4. Древнеримская (Римская империя до IV в. н. э.);
5. Раннее Средневековье (до XIII в.);
6. Позднее Средневековье (до XV в.);
7. Новое время (до XIX в.);
8. Новейшее время (XX в.).

Анализ описаний объектов показал, что значительная часть их демонстрирует следы присутствия различных цивилизационных эпох (особенно это относится к категориям культурных ландшафтов и систем природопользования). В этом случае объектам присваивался многозначный индекс. В случае категории *культурный ландшафт* последней эпохой было Новое время (если объект в настоящее время уже не используется, но использовался еще недавно) или Новейшее время (если объект частично используется и сейчас). Для архитектурных объектов, исторических центров городов, монастырских и замковых комплексов последняя цифра в индексе обозначает эпоху, в которую в основном было закончено сооружение объекта.

Важным источником информации о состоянии культурно-ландшафтных комплексов и степени их репрезентативности для диагностики типов освоения территории стали данные полевых обследований в странах Средиземноморья в период 1991–2021 гг., в ходе которых было посещено 17 из 22 стран региона и около 100 объектов Всемирного наследия.

Для анализа областей распространения цивилизаций Средиземноморья были дополнительно оцифрованы данные *Atlas of World Archeology* (2003), *Atlas de Europa Medieval* (2011). По ареалам перекрытия этих областей были затем выделены зоны культурно-ландшафтных палимпсестов разной глубины (Климанова, Колбовский, 2015; Klimanova, Kolbowski, 2017).

Все указанные исторические данные были проанализированы и использованы для выделения более дробных ареалов, характеризующихся однотипным взаимодействием человека и природы в течение цивилизационной истории региона.

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

Главная черта географического положения Средиземноморья – срединное положение на стыке различных географических ареалов. Средиземноморье – макрорегион, и во всех крупных страноведческих монографиях, посвященных Средиземноморью, вопрос выделения его границ занимает особое место. Он подробно рассмотрен в классической работе А.Н. Грацианского «Природа Средиземноморья» (Грацианский, 1971). Подходы, появившиеся после выхода в свет этой книги, были проанализированы на кафедре физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (Климанова, Селедчикова, 2008).

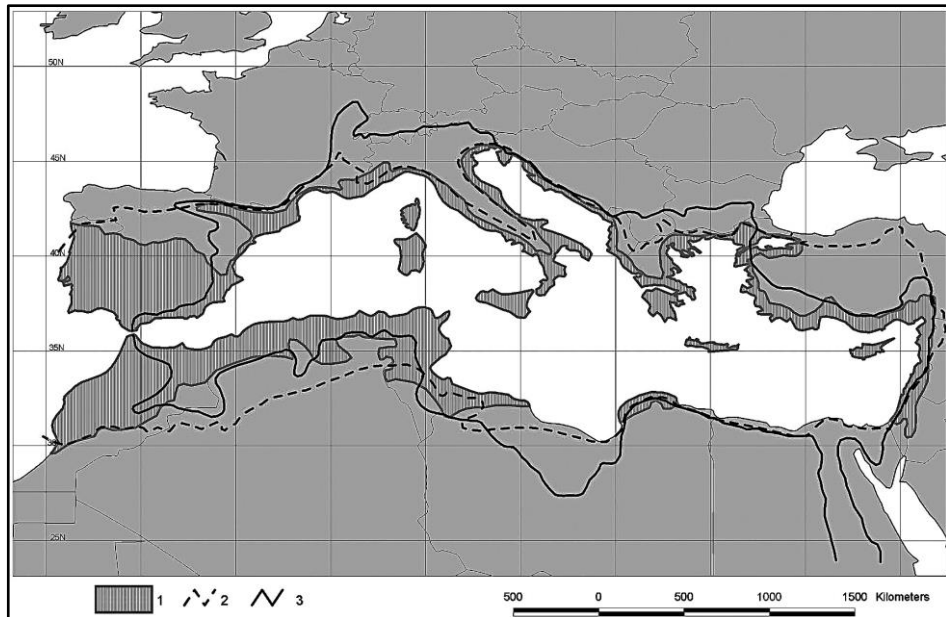
Все множество таких подходов может сведено к выделению «Малого» и «Большого» Средиземноморья. «Малое Средиземноморье» – регион, непосредственно примыкающий к морской акватории, связанный с ней переносом влаги в пределах водосборного бассейна и объединенный в единое целое системой атмосферной циркуляции, вызывающей формирование особого биоклимата. «Большое Средиземноморье» – ареал влияния средиземноморских цивилизаций, распространения средиземноморского типа климата и средиземноморских ландшафтов (Филиппсон, 1911; Яранов, 1939–1940). В такой трактовке Средиземноморье простирает свое влияние не только вглубь пространств смежных материков, но и на другие континенты (Abulafia, 2003).

В 1953–1956 гг. вышла в свет двухтомная монография П. Биро и Ж. Дреша «Средиземноморье» (в русском издании 1960 и 1962 гг.), где в соответствии с французской географической школой Средиземноморье рассматривается как единый регион не только со сходными природными, но и историко-культурными особенностями. В этой связи в монографии употребляется понятие «средиземноморский мир», впервые появившееся в работах Ф. Броделя в конце 1940-х гг. (Бродель, 2002). В понимании авторов, с природной точки зрения средиземноморский мир наиболее четко соответствует климатической зоне, в которой возможна культура оливкового дерева и суходольных зерновых злаков.

В узком смысле Средиземноморье – территория, прилегающая к берегу Средиземного моря. Собственно побережье начинается от скалы Гибралтар на западе, затем идет вдоль берегов трех крупных полуостровов Южной Европы (Пиренейского, Апеннинского и Балканского), полуострова Малая Азия, захватывает узкую полосу суши Леванта и опоясывает все северное побережье Африки от дельты Нила до Сеуты – испанского владения, находящегося в Марокко напротив Гибралтара. В административном смысле к прибрежной полосе относятся территории единиц политико-административного деления третьего уровня соответствующих стран (EuroMed, 2030).

Следующий контур границ региона логично связывается с границей водосборного бассейна (рис. 3.2). Она проходит по Иберийским горам, Пиренеям, Альпам, Динарскому нагорью и другим горам Балканского полуострова, хребтам Тавр, Загрос, Ливан, Антиливан, Эр-Риф, Телль-Атлас, Средний Атлас. Среди рек, относящихся к данному бассейну, выделяются Нил и Рона, в отличие от большинства остальных рек протекающие в меридиональном направлении и пересекающие территории нескольких природных зон и географических поясов. Из-за этого к бассейну Средиземноморья относятся и территории Северо-Восточной Африки, находящиеся в бассейне Нила. Наряду с этим характерную особенность

региона составляет обилие изолированных бассейнов островов Кипра, Крита, Сардинии, Корсики, Сицилии и множества более мелких островов.



1 – граница ареала оливы; 2 – граница биоклиматического региона Средиземноморья; 3 – граница водосборного бассейна Средиземного моря

Рис. 3.2. Границы Средиземноморья, проведенные на основе различных индикаторов

Эти же границы в целом определяют и зону влияния собственной системы циркуляции атмосферы, возникающей над Средиземным морем. Ее характерные черты – зимний циклоногенез и стабильный антициклональный режим летом (Романова, 1997). Важнейшей чертой единства региона выступает особый биоклимат. Первым об этом упомянул Т.Фишер (1908), подчеркивая пригодность климата для выращивания оливы. М. Жилеард и Н. Рознан (1928) предложили двадцать шесть индикаторов, по которым можно описать климат Средиземноморья. На основании в том числе и этой работы в 1930 г. Эмбержер разработал формулу, которая легла в основу составления биоклиматической карты Средиземноморья (*Carte bioclimatique...*, 1963).

Развитие этого подхода нашло свое отражение и в публикациях регионального центра Plan Bleu, посвященных анализу современного состояния и динамики природной среды в регионе и, в частности, в работе

«Устойчивое будущее для Средиземноморья» (Sustainable Future for the Mediterranean) (2005). В ней Средиземноморье определяется, в том числе, и как особый биоклиматический регион. Его главной особенностью служит летний дефицит влаги и наличие засушливого периода продолжительностью 40 (граница Субсредиземноморья) – 200 дней (граница полупустыни). Граница биоклиматического региона Средиземноморья на юге проходит по изогие 100 мм (иногда 150 мм), к югу от которой лежат пустынные ландшафты Сахары. Продолжительность летней засухи увеличивается к югу: в африканском Средиземноморье она повсеместно (за исключением горных районов) продолжается более пяти месяцев.

Проведенные на основе различных индикаторов внешние границы региона демонстрируют довольно высокую степень совпадения. С этими границами хорошо коррелируют и ареалы поясно-зональных границ в регионе (ArcAtlas Our Earth, 1996).

Большая часть Средиземноморья лежит в пределах субтропического географического пояса и включает зоны летнесухих лесов, редколесий и кустарников (Романова, 1997). На крайнем севере (в пределах Франции, Италии и Болгарии) представлены лесные ландшафты умеренного пояса, на востоке – степные субтропические ландшафты. Суше всего африканская часть Средиземноморья, где значительную площадь занимают зональные типы опустыненных степей и полупустынь, а лесные типы распространены только в горных районах.

В неолитическое время южная граница Средиземноморья проходила южнее современной южной границы средиземноморского биоклиматического региона. Сахара была гораздо влажнее, а в Северном Средиземноморье (от Испании до Балканского полуострова) господствовал более прохладный климат, чем сегодня. Согласно данным радиоуглеродной датировки рассчитано, что для всего Средиземноморья можно достаточно точно выделить три временных интервала климатических изменений: 1) относительно влажный период – 11,5–7 тыс. лет назад; 2) переходная фаза

– 7–5,5 тыс. лет назад; 3) относительно засушливый период, начавшийся около 5,5 тыс. лет назад. Большинство исследователей отмечает, что изменения температуры воздуха за весь рассматриваемый период вряд ли составили более чем 0,5–1 градус, большее значение имели колебания увлажнения (Клименко, 2009).

Внутренняя природная дифференциация региона определяется, прежде всего, его климатическими и геолого-геоморфологическими особенностями. Полярный фронт перемещается через территорию региона осенью (с севера на юг) и весной (с юга на север); на севере зоны бывает два максимума осадков – весенний и осенний (основной).

Основные типы растительности Средиземноморья представлены субтропическими средиземноморскими жестколистными и хвойными лесами, зарослями высоких кустарников (маквисом), формациями низких кустарников, полукустарников и кустарничков (гарига, или фригана), горными хвойными и лиственными лесами, а также сообществами нагорных ксерофитов. Олива европейская (*Olea europaea*), дуб (*Quercus*), рожковое дерево (*Ceratonia siliqua*), хамеропс приземистый (*Chamaerops humilis*), фисташка (*Pistacia lentiscus*) и мирт обыкновенный (*Myrtus communis*) входят в состав характерных видов для формации вечнозеленых жестколистных лесов, распространенных к югу от 41–39° с.ш. (Carrion *et al.*, 2010). Ранее севернее к ним присоединялись листопадные виды дубов, каштан (*Castanea sativa*), хмелеграб обыкновенный (*Ostrya carpinifolia*), ясень манновый (*Fraxinus ornus*). В отдельных частях Средиземноморья – в горах Сьерра-Невада (Андалусия, юг Испании), Греции, Турции часто встречались и хвойные – сосна, пихта, кедр, кипарис и можжевельник (Lang, 1994).

А.Г. Исаченко разделяет ландшафты региона на следующие зональные типы: северные семигумидные с фрагментами гумидных, северные семиаридные с фрагментами семигумидных, южные семигумидные с фрагментами семиаридных, южные семиаридные с фрагментами

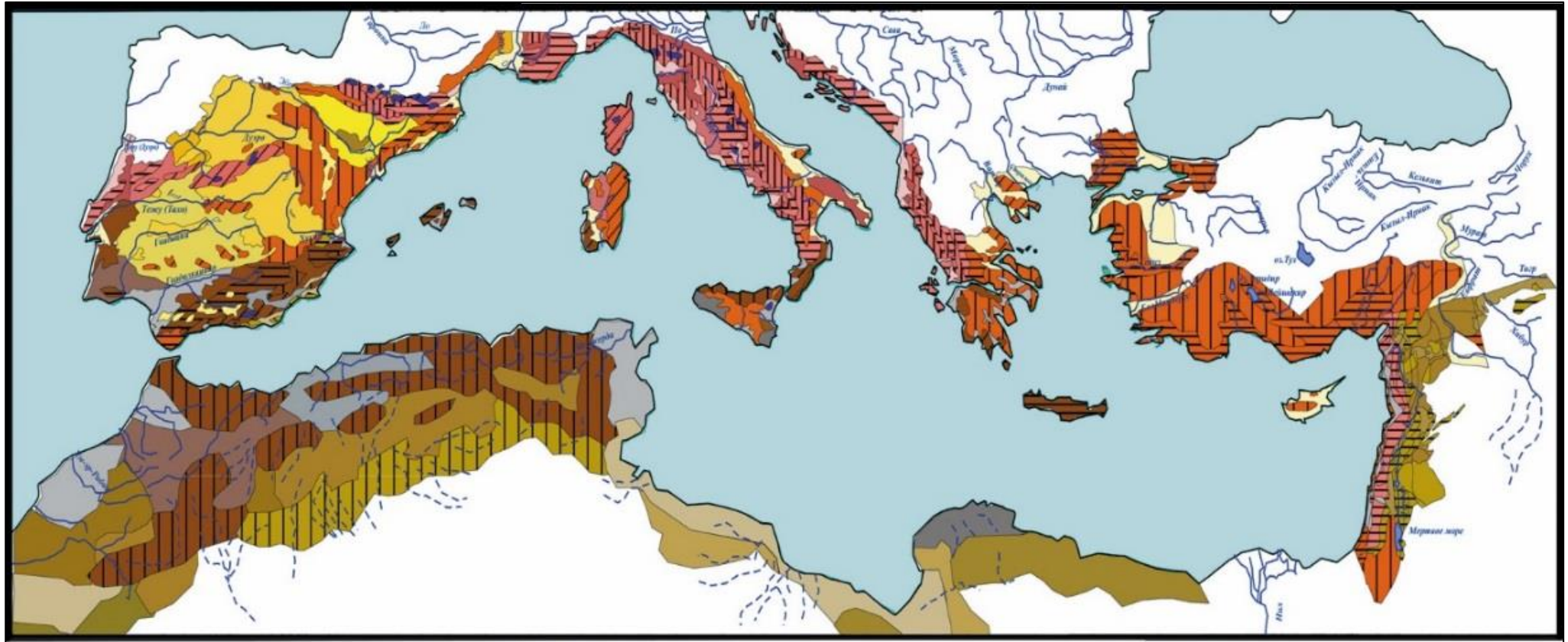
семигумидных, субтропические пустынно-степные (Исаченко, Шляпников, 1989).

По особенностям рельефа на территории региона он выделяет 13 групп ландшафтов (Исаченко, Шляпников, 1989). Три из них относятся к равнинному классу ландшафтов (низменные приморские равнины, аккумулятивные равнины внутригорных впадин, аккумулятивные равнины межгорных впадин), остальные – к горному или плоскогорному классу. Наиболее обширные низменности приурочены к побережьям – Камарг, Французская и Итальянская Ривьера, Бейра-Мар – или раскрываются в его сторону – низменность Гвадалквивира.

Внутренняя ландшафтная дифференциация определяется значительной изолированностью полуостровов региона и наличием множества островов (рис. 3.3).

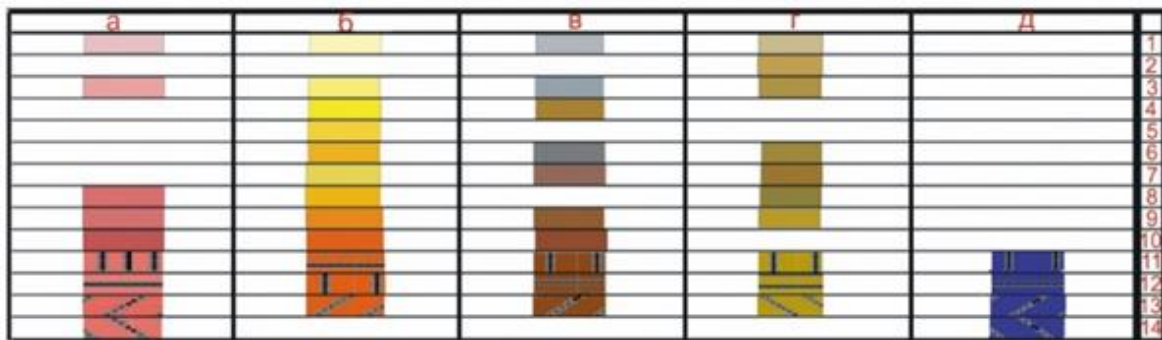
Длительный срок использования ландшафтов региона привел к их существенной трансформации и практически полной замене природных типов растительности культурными ландшафтами. Средиземноморье часто используется в литературе как пример длительной и неуклонной деградации природной среды, произошедшей в результате длительного антропогенного воздействия.

Такую точку зрения высказывал в середине XIX в. еще Марш, полагавший, что причиной деградации средиземноморских ландшафтов была чрезмерная эксплуатация ландшафтов, приведшая к вырубке лесов, усилению эрозии почвы и иссушению климата (Marsh, 1965). Хантингтон (1910, 1911) полагал, напротив, что причиной исчезновения лесов в Средиземноморье было резкое сокращение осадков (Хантингтон, 2003). Общей в этих двух подходах, так же, как и во многих работах их последователей, является факт неуклонной деградации природной среды Средиземноморья – от лесной зоны в район активного антропогенного опустынивания (Blondel, 2006; Finné *et al.*, 2011).



Составлено на основе: Миланова, 1969; Исаченко, Шляпников, 1989; Романова, 1997

Рис. 3.3. Ландшафты Средиземноморья



Легенда к рис. 3.3.

Типы и подтипы ландшафтов: а-в – средиземноморские; а – северные семигумидные с фрагментами гумидных, б – северные семиаридные, в – южные семиаридные с фрагментами семигумидных; г – субтропические пустынно-степные; д – высокогорные ландшафты

Группы ландшафтов: 1 – низменные приморские равнины; 2 – аллювиально-пролювиальные, пролювиально-делювиальные подгорные равнины; 3 – аккумулятивные равнины узких вытянутых внутригорных впадин; 4 – аккумулятивные равнины широких внутригорных впадин; 5 – высокие внутренние плато; 6 – известняковые карстовые плато; 7 – цокольные возвышенности и плоскогорья; 8 – складчато-блоковые нагорья; 9 – вулканические плато; 10 – холмистые предгорья; 11 – складчатые флишевые горы; 12 – известняковые карстовые горы; 13 – блоковые горы; 14 – вулканические горы

В то же время Средиземноморье представляет собой уникальный в мировом масштабе регион, который поддерживает сельское хозяйство как основной способ производства уже в течение восьми тысяч лет. Подобный факт уже сам по себе может рассматриваться как мера определенной устойчивости его развития. История взаимодействия природы и человека в Средиземноморье представляет собой циклический процесс смены периодов сельскохозяйственной интенсификации и экстенсивного развития, нелинейно связанный с колебаниями увлажнения и численности населения (Butzer, 2005).

Это подтверждают и данные о масштабах эрозии и осадконакоплении в Средиземноморье. В настоящий момент на основе геоморфологических, палеоэкологических, почвенных и археологических исследований установлены основные фазы почвенной эрозии в бронзовом веке и во времена Античности. Они установлены, например, в Греции (Van Andel et al., 1990,

Lespez, 2003), на Кипре (Fal et al., 2012), в Турции (Bruckner et al., 2005), в Италии (Pelle et al., 2013) и Испании (Garcia-Ruiz, 2010). По данным в том числе и этих исследований, Grove и Rackham (2003) утверждают, что основные фазы эрозии, определенные по мощности накопления аллювиальных отложений, недостаточно четко коррелируют с изменениями землепользования. Таким образом, по имеющимся в настоящий момент данным нельзя однозначно утверждать, что современное состояние природной среды Средиземноморья – результат длительной эрозии почв в ходе антропогенного воздействия последних тысячелетий.

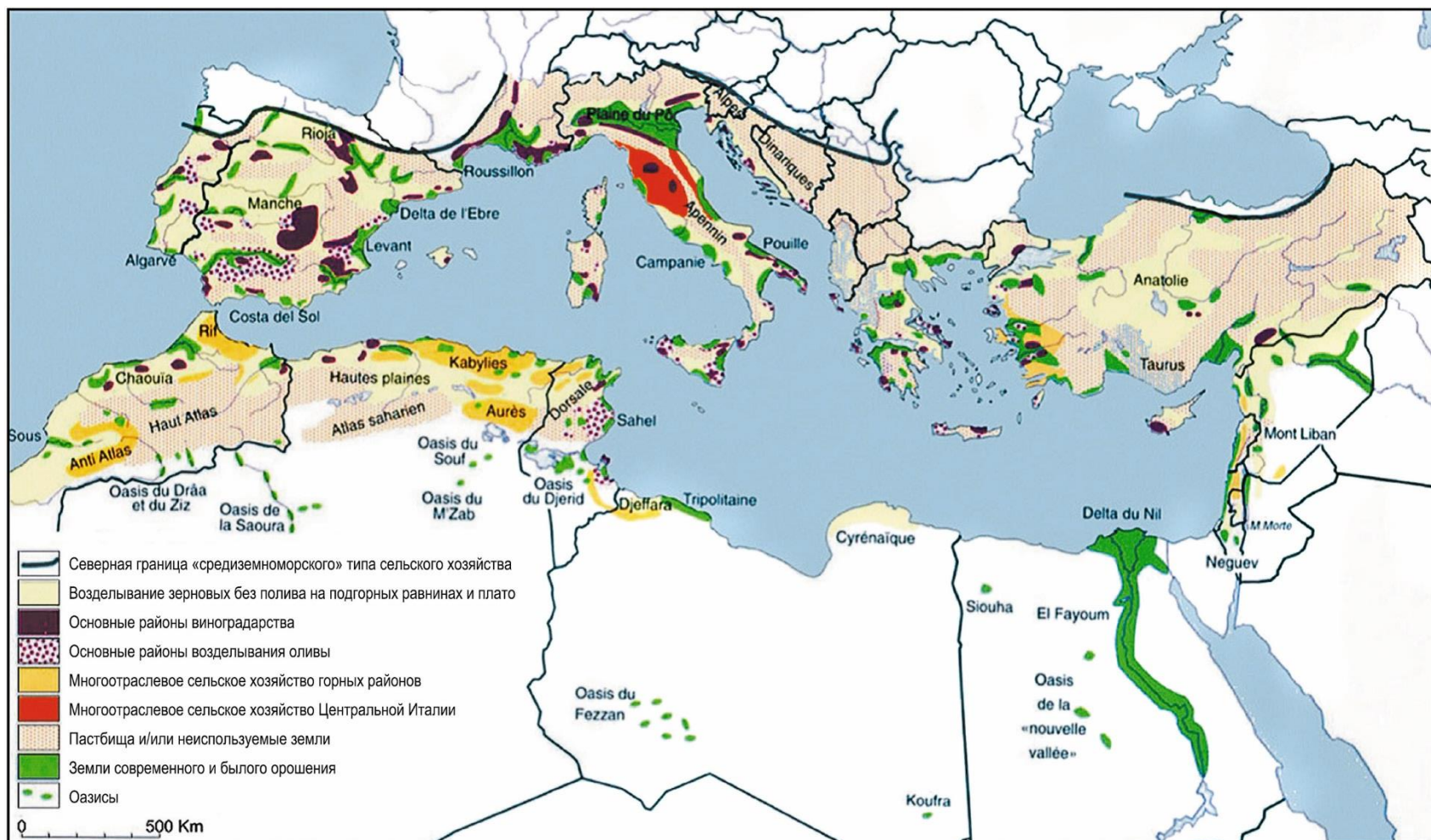
Важную роль в поддержании сельскохозяйственной устойчивости региона как производителя продовольствия сыграла поликультурность средиземноморского сельского хозяйства – *Mediterranean polyculture*. Его основу составляют выращивание зерновых, животноводство и выращивание оливок и винограда, сочетание которых позволяло даже в неблагоприятных природных условиях поддерживать цивилизации региона (Butzer, 2005).

Для современного средиземноморского типа сельского хозяйства характерны четыре основных элемента, дошедших до наших дней еще с ранних этапов цивилизационного развития (Mediterra, 2009):

- возделывание зерновых и овощей в условиях богарного земледелия;
- выращивание цитрусовых, оливок, инжира, фиников и винограда без полива с осенне-зимними урожаями;
- широкое распространение плодовых культур, овощей и кормовых культур при поливе с летними урожаями;
- животноводство (преимущественно мелкий рогатый скот); выпас практикуется в горных районах зимой и на подгорных равнинах летом (рис. 3.4).
- Цитрусовые, оливковые деревья и смоковницы хорошо приспособлены ко всему ареалу средиземноморского климата, в то время как финики выращивают в более теплообеспеченных районах Северной Африки.

Выращивание винограда также очень типично для Средиземноморья. Две трети мирового вина производится в странах Большого Средиземноморья, мировыми лидерами являются Испания, Франция и Италия. Около половины сельскохозяйственных земель отдано под зерновые (FAO, 2010).

- Природные и антропогенные факторы определяют разделение всего Средиземноморья на девять регионов, отличающихся однотипностью структуры современных ландшафтов:
- *Пиренейский* – с преобладанием в центральной части высоких внутренних и известняковых карстовых плато с северным семигумидным и южным семиаридным горными обрамлениями;
- *Южно-французский* – с северными семигумидными ландшафтами складчатых флишевых гор и приморских равнин;
- *Апеннинский* – с преобладанием горных семигумидных ландшафтов и широкой представленностью на периферии аккумулятивных и аллювиально-пролювиальных равнин;
- *Балканский* – с преобладанием на севере складчатых флишевых среднегорий, на юге – известняковых карстовых гор с равной долей северных семигумидных и семиаридных ландшафтов;
- *Малоазиатский* – с преобладанием семиаридных ландшафтов складчатых флишевых и известняковых карстовых гор;
- *Левантский* – с равной представленностью семиаридных ландшафтов складчатых флишевых гор и субтропических пустынно-степных холмистых равнин;
- *Магрибский* – с южными семиаридными ландшафтами флишевых низкогорий и среднегорий и аккумулятивных равнин межгорных и предгорных впадин, субтропическими пустынно-степными ландшафтами побережий;
- *Нижненильский* – с антропогенными ирригационными ландшафтами аккумулятивных и дельтовых равнин;



Источник: www.planbleu.org/donnees/espaceRural/carte/systemesAgricoles_en.html

Рис. 3.4. Распространение типов сельского хозяйства в Средиземноморье

Островной – с разнообразной ландшафтной структурой и преобладанием на больших островах блоковых гор и аккумулятивных равнин, с фрагментарной представленностью вулканических и известняковых гор.

Исходя из нашей первоначальной гипотезы в следующем параграфе мы проанализируем, как территориальная структура каждого из районов и Средиземноморья в целом может быть представлена через совокупность ареалов тех или иных цивилизаций.

3.3. Культурные ландшафты и объекты Всемирного наследия в Средиземноморье

Как уже было указано в п. 3.1 в качестве индикаторов культурных ландшафтов разных цивилизационных эпох в выделенных по природному признаку регионах использовались объекты Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО. Для удобства анализа данных выделенные районы были приведены в соответствие с группами стран (табл. 3.2). Для каждого района была определена структура объектов природного наследия по типу и времени возникновения.

Таблица 3.2

Геоэкологические районы и страны Средиземноморья

| Геоэкологический район | Страны |
|-------------------------------|---|
| Пиренейский | Испания, Португалия, Андорра |
| Южно-французский | Франция |
| Апеннинский | Италия, Сан-Марино, Ватикан, Монако |
| Балканский | Албания, Босния и Герцеговина, Хорватия, Словения, Черногория, Греция |
| Малоазиатский | Турция |
| Левантский | Израиль, Иордания, Ливан, Сирия |
| Магрибский | Марокко, Алжир, Тунис, Ливия |
| Нижненильский | Египет |
| Островной | Мальта, Кипр |

История цивилизационного развития Средиземноморья насчитывает около 8 тысяч лет (время зарождения цивилизации древних шумеров; Chris *et al.*, 2007; McClure, 2013), из которых большая часть пришлась на период древнейшего и древнего этапа развития человеческого общества (Всемирная история, 1958). Этот вопрос подробно рассмотрен в целом ряде работ, в т.ч. в работах отечественных авторов (Забродская, 1975; Массон, 1976, 1989; Долуханов, 1988; Удальцова, 1988; Левек, 1989; Александровский, Жариков, 1990; Федотов, 1996; Рыбаков, 1995, 1997, 1999; Каждан, 1997; Фуше, 1999; Ерасов, 1999; Климанова, 2003; Буданова, 2004).

Хронологическое соотношение цивилизаций в историко-культурном регионе на разных этапах его развития отражено на рис. 3.5.

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.

Типология объектов культурного наследия для каждого этапа отражена на рис. 3.6. На доцивилизационном этапе, закономерно, лучше всего представлены наскальные рисунки, сохранившиеся в т.ч. и в пещерах, подчиненную роль играют развалины древних поселений и отдельные архитектурные объекты. Для этапа древнейших цивилизаций по сравнению с остальными наиболее высока доля категории *культурные ландшафты*. *Развалины поселений* преобладают на этапе античной Греции, что также логично с учетом дальнейшей смены цивилизаций в регионе. Доля категории *исторические центры городов* примерно одинакова и в период древнейших цивилизаций, и эпоху Древнего Рима. Возможно, города, основанные в это время получили больший шанс на сохранение, чем те, что были основаны в период Античной Греции. Однако максимальна доля категории *исторические центры городов* в обе средневековых эпохи.

| Цивилизация | до XX в. до н. э. | XIX– XIV | XIV | XIII | XII | XI– IX | VIII | VII | VI | V | IV | III | II | I в. до н. э. | I в. н. э. | II– V вв. | VI– IX | X– XII | XIII– XV |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------|-----|------|-----|-----------|------|-----|----|---|----|-----|----|------------------|---------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| Древнейшие | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Древние египтяне | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Древние иудеи | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Хетты | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Этрусски | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Античное время | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Крито-микенцы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Финикийцы и карфагеняне | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Древние греки | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Древний Рим | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Древние римляне | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Раннее и позднее Средневековье | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Арабы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вандалы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Византийцы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Западные христиане | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Турки-османы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 3.5. Цивилизации Средиземноморья с XX в до н.э. до XV в.

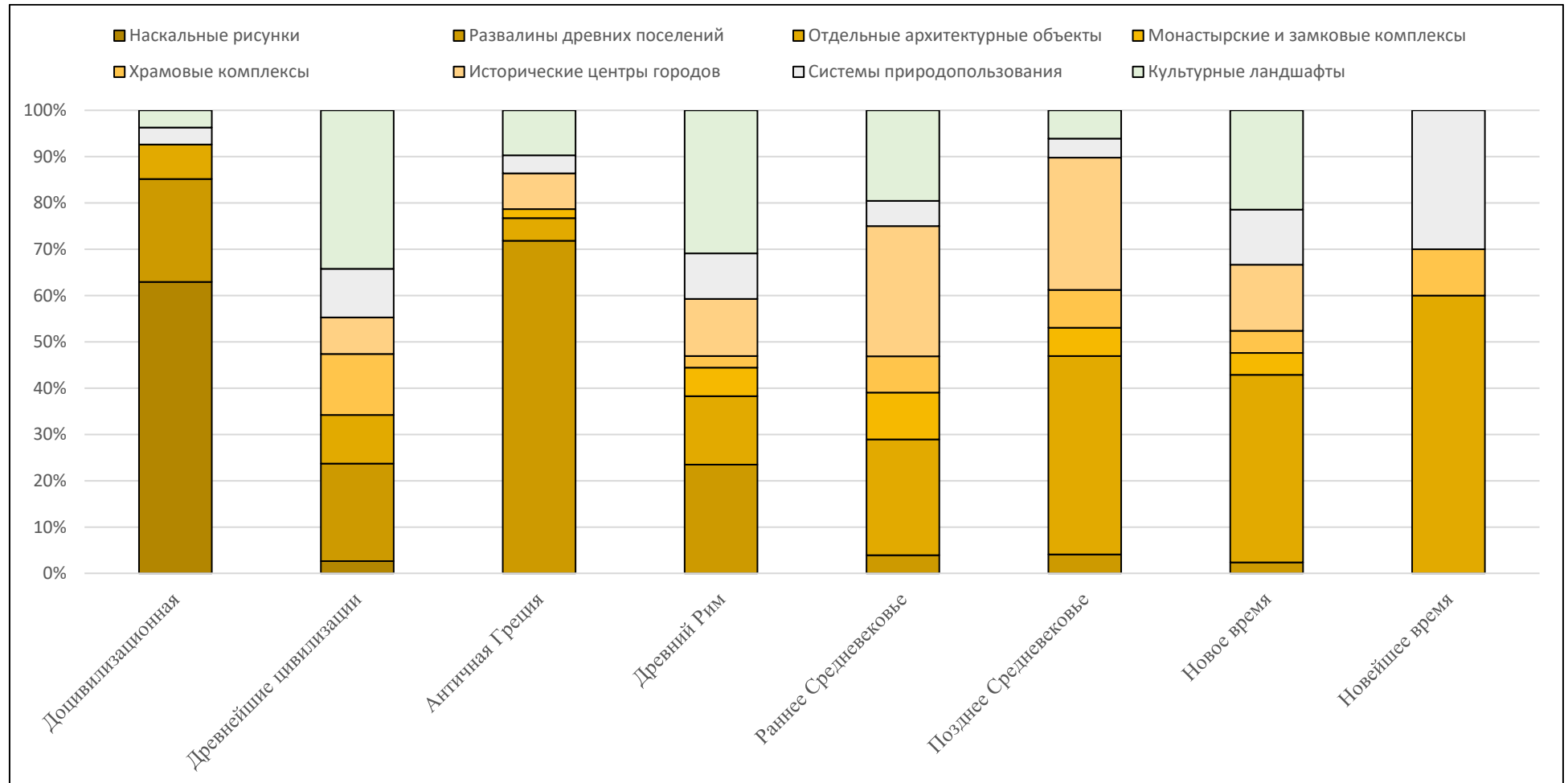


Рис. 3.6. Типология объектов различных цивилизационных эпох

Наиболее репрезентативные для типа освоения эпохи объекты наследия – культурные ландшафты и системы природопользования – возникали на каждом этапе. В то же время анализ истории развития культурных ландшафтов показал, что треть из них относятся более чем к одной исторической эпохе, т. е. представляют собой палимпсест. При этом 60 % таких объектов имеют возраст более 1 тыс. лет (рис. 3.7).

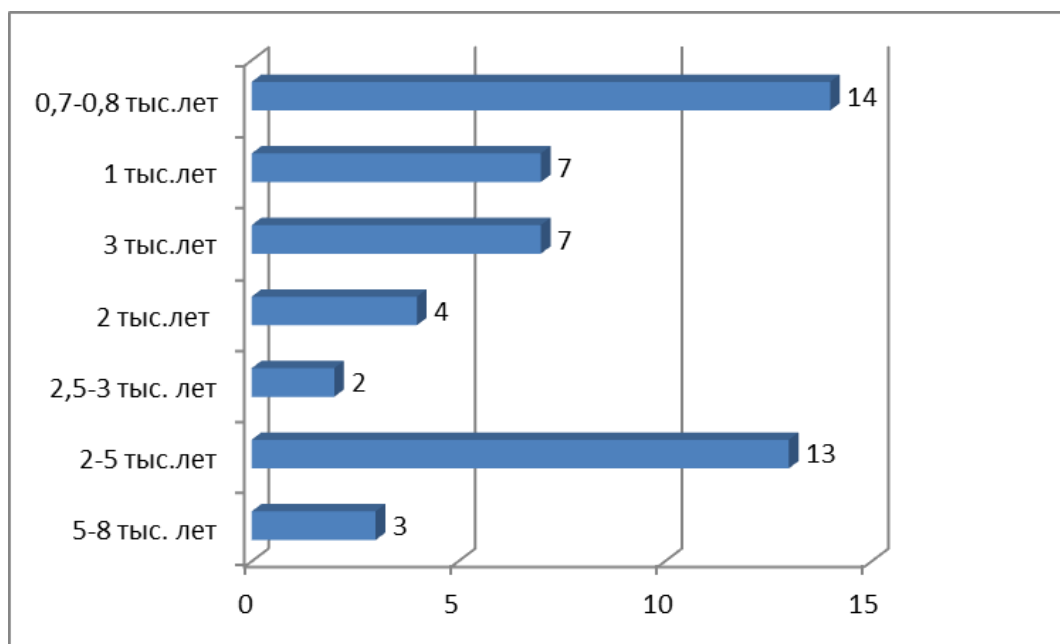
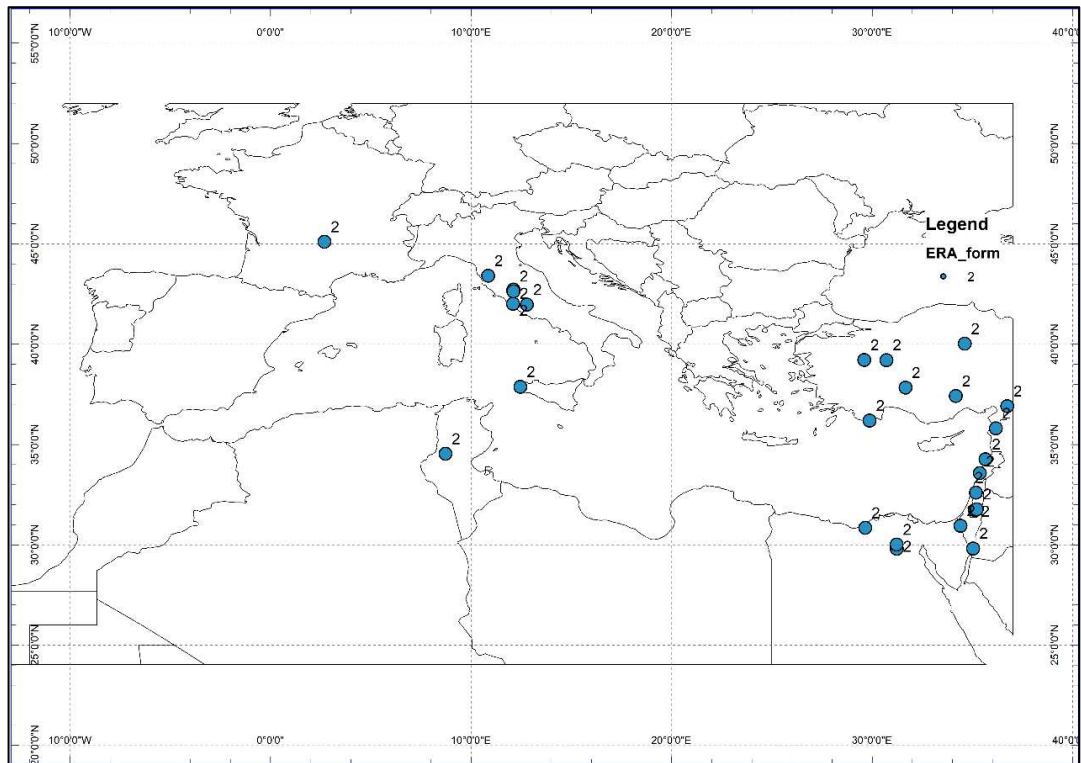
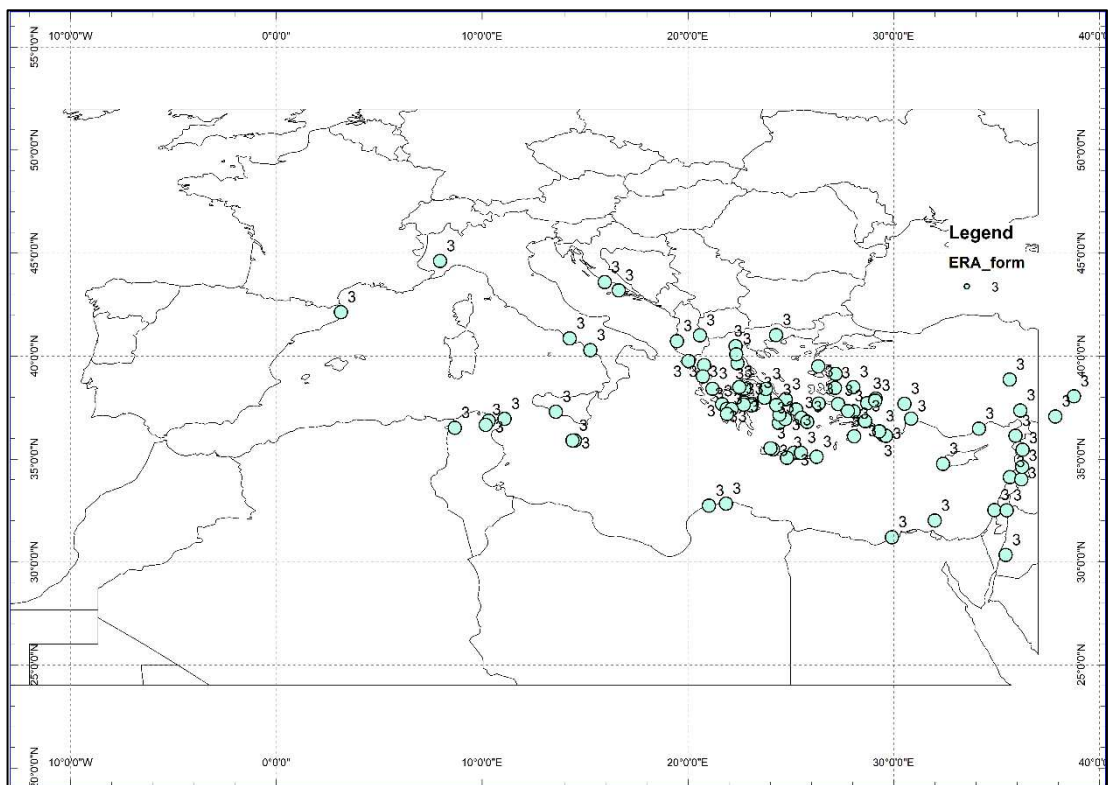


Рис. 3.7. Возраст культурных ландшафтов признанной мировой значимости в Средиземноморье

География объектов наследия подтверждает четко выраженный вектор освоения территории макрорегиона (рис. 3.8). В эпоху древнейших цивилизаций отчетливо выделяются ядра освоения в четырех районах – Апеннинском, Малоазиатском, Левантийском и Нижненильском. Для ядерных зон характерны различные природные условия: древние египтяне осваивали интразональные ландшафты долины Нила, древние иудеи – горно-долинные ландшафты Палестины, хетты – плоскогорные ландшафты Анатолии, пригодные для скотоводства и речные долины, использовавшиеся под земледелие, этруски – холмистый ландшафт Тосканы.

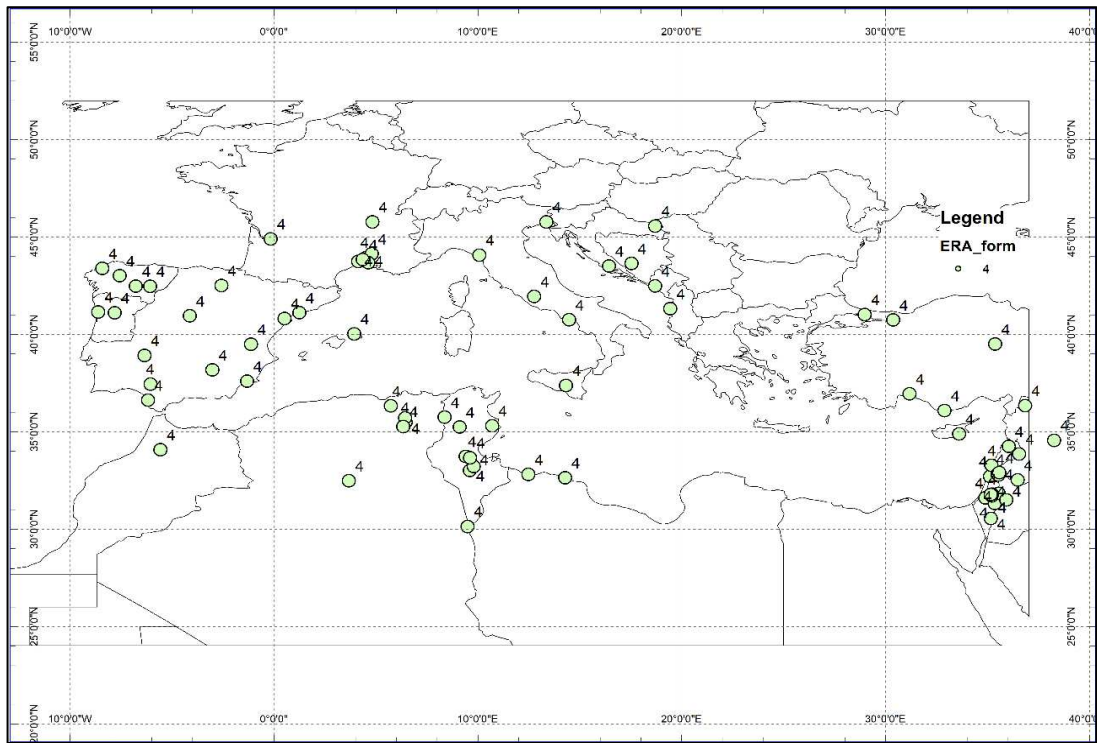


а) Древнейшие цивилизации

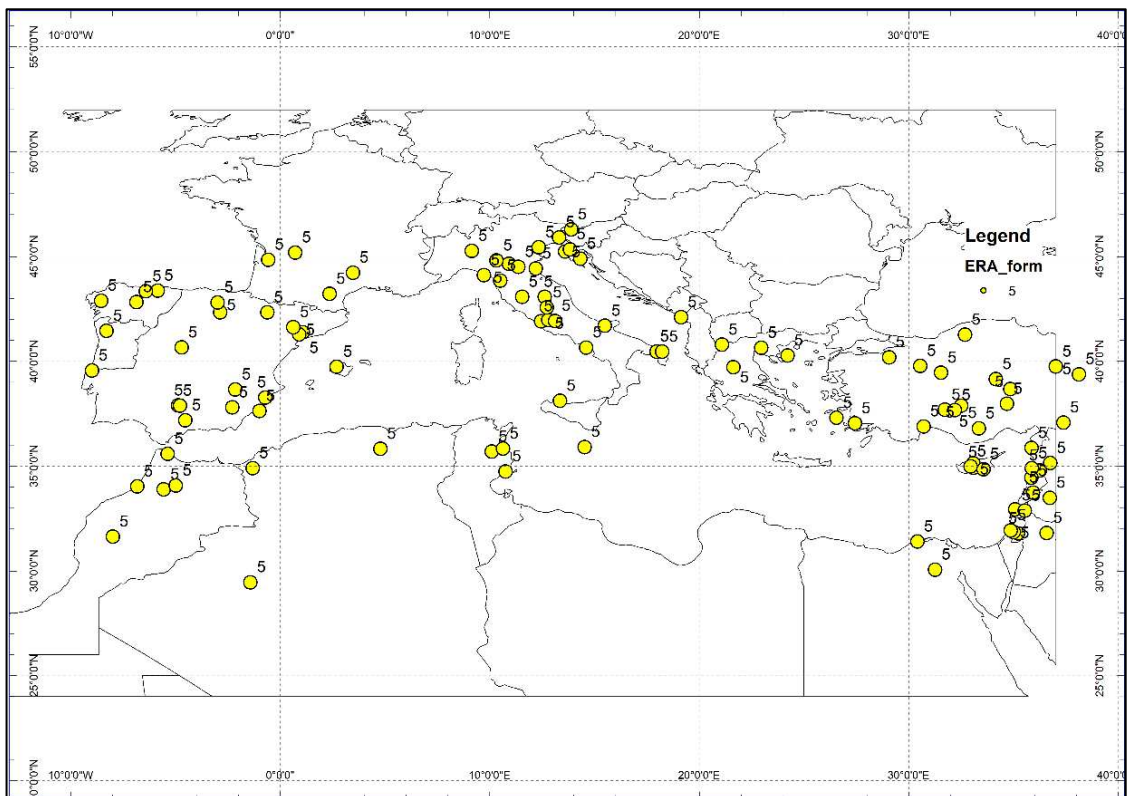


б) Античность

Рис. 3.8. Объекты Всемирного наследия, возникшие в определенную эпоху



в) Древний Рим



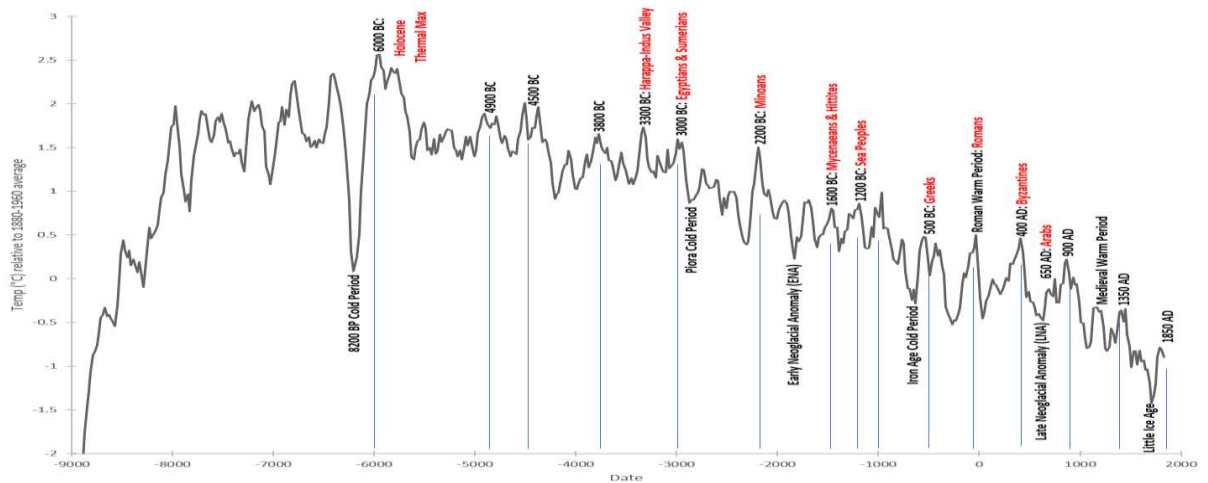
г) Раннее Средневековье

Рис. 3.8 (окончание). Объекты Всемирного наследия, возникшие в определенную эпоху

На следующем этапе развития (рис. 3.9б) плотность освоения в Левантийском районе еще более возрастала, к старым точкам добавляются новые, сформировав ранние ареалы культурно-ландшафтного палимпсеста на крайнем востоке Средиземноморья. В Малоазиатском районе освоение распространилось и на приморские районы, где возникали форпосты греческой цивилизации. Ее центром и новым для региона ядром освоения стали острова Эгейского моря и юг Балканского полуострова. Этот климатический период характеризовался уже вполне очевидным увеличением засушливости (Drake, 2012), и более благоприятные с точки зрения увлажненности условия складывались на островах, а также у подножий возвышенных хребтов, выступавших аккумуляторами влаги (Грацианский, 1971). Для них характерна экспансия освоения, проявившаяся в основании городов-полисов или городов-колоний и высокая роль морского природопользования. Именно для этих эгейских культур характерно появление и локальное распространение сельскохозяйственных растений, так называемой «средиземноморской триады» – пшеница, олива, виноград – которые выращивались уже без полива на аккумулятивных равнинах межгорных впадин, обращенных к морю.

Новые локусы освоения появились и в Апеннинском, Пиренейском и Магрибском районах, что связано, в т.ч. и с переходом к новой «морской» эпохе в цивилизационном развитии Средиземноморья. Уже со II тысячелетия до н. э. экономические связи в Средиземноморье стали очень активными за счет каботажной торговли. В это время решающее значение приобретают ландшафты береговой зоны, а именно их способность служить удобной и надежной гаванью для судов. Особую роль в этой ситуации играл баланс приносимых морскими течениями и впадающими реками наносов, чрезмерный объем которых мог быстро привести к обмелению гавани или ее заиливанию. Такая судьба постигла многие гавани, в том числе и в эпоху античной колонизации (Marriner, Morhange, 2007).

Древнегреческая цивилизация значительно раздвинула границы Средиземноморья как единого историко-культурного региона. Греческие колонии появились в Причерноморье (крайний северо-западный форпост средиземноморской культуры); по-видимому, это совпало с потеплением в этом регионе (рис. 3.9).



Источники: www.ancientportsantiques.com/temperature; Vinther et al., 2009

Рис. 3.9. Изменение температуры воздуха и цивилизации Средиземноморья

Распространение древнегреческой цивилизации шло, в основном, в пространстве, занятые известняковыми плато и массивами. В условиях интенсивного развития скотоводства это вызывало малые экологические кризисы и вынуждало искать новые пространства для освоения (Fletcher, Zielhofer, 2013; Hughes, 2005). По сути, опыт освоения территории в греческих колониях был необходим для наступления эпохи сплошного площадного освоения Средиземноморья в эпоху Римской империи (150 г. до н. э. – конец V в. н. э.), ставшей крупнейшей средиземноморской державой, освоившей весь регион (рис. 3.8в). Новые зоны освоения возникли на Пиренейском полуострове, в Южно-Французском и Магрибском районах. Эпоха расцвета Римской империи совпала со временем наступления влажного периода (550 г. до н. э. – 350 г. н. э.), в котором в то же время был отмечен и аридный интервал (190 г. до н. э. – 150 г. н. э.).

К тому времени большая часть природных лесов уже была вырублена, однако увеличение влажности, особенно в северных районах, позволило наряду с повсеместным распространением сельскохозяйственных культур средиземноморской триады начать и ведение лесного хозяйства – посадки грецкого ореха и каштана. Об этом четко свидетельствуют результаты споропыльцевого анализа из разных районов Средиземноморья.

Для римского времени характерны масштабные переброски стока из влажных горных районов к побережью и в межгорные долины; практически повсеместно в Средиземноморье можно встретить наследие той эпохи – акведуки. Наряду с акведуками присутствие цивилизаций в ландшафте маркируют театры и амфитеатры, располагающиеся обычно на безлесных степных пространствах подгорных равнин (Русси *et al.*, 2011).

По сути, Римская эпоха тиражировала свои культурные ландшафты по всему Средиземноморью, отмечая тем самым унификацию его пространства (табл. 3.3).

Большая часть линейных элементов, связывающих узлы освоения в эпоху Древнего Рима, и дошедших до наших дней, например, Аппиева дорога, ведущая из Рима в Малую Азию и Грецию, также возникли в это же время (рис. 3.10 и 3.11).

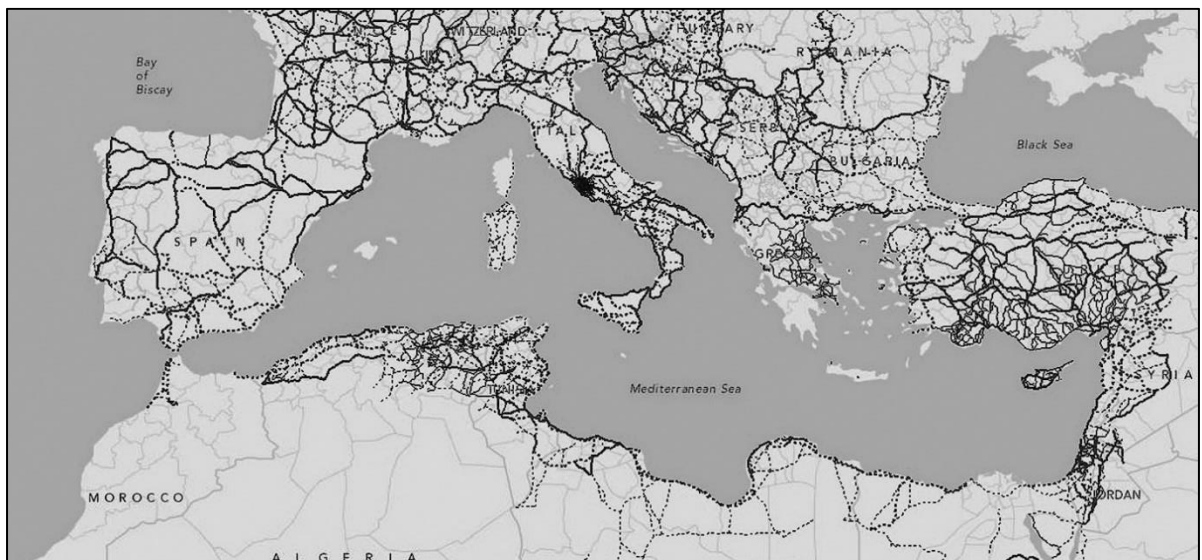


Рис. 3.10. Сеть римских дорог в Средиземноморье

Таблица 3.3

**Характерные элементы культурного ландшафта Римской империи
в пределах Средиземноморья**

| Город | Римская провинция (по состоянию на 395 г. н. э.) | Тип ландшафта | Страна |
|-----------------------|--|--|---------|
| <i>Амфитеатры</i> | | | |
| Мерида* | Лузитания | Северные семиаридные | Испания |
| Италика (Севилья)* | Бетика | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Испания |
| Эль-Джем* | Африка | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Тунис |
| Лептис-Магна | Триполитания | Субтропические пустынно- степные | Ливия |
| Ним | Нарбонская Галлия | Северные семиаридные | Франция |
| Арль | Нарбонская Галлия | Северные семиаридные | Франция |
| Аспендос | Памфиллия | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Турция |
| <i>Акведуки</i> | | | |
| Сеговия* | Карфагеника | Северные семиаридные | Испания |
| Толедо* | Карфагеника | Северные семиаридные | Испания |
| Таррагона* | Тарраконская Испания | Северные семиаридные | Испания |
| Мерида* | Лузитания | Северные семиаридные | Испания |

| Город | Римская провинция (по состоянию на 395 г. н. э.) | Тип ландшафта | Страна |
|---------------------|---|--|---------------|
| Константина | Нумидия | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Алжир |
| Карфаген* | Африка | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Тунис |
| Эль-Джем* | Африка | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Тунис |
| Лептис-Магна | Триполитания | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Ливия |
| Селимийе | Памфиллия | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Турция |
| Эфес | Азия | Северные семиаридные | Турция |
| Самос | Азия | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Греция |
| Измир | Азия | Северные семиаридные | Турция |
| Пергам (Бергама) | Азия | Северные семиаридные | Турция |
| Рим* | | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Италия |
| Никополис | Эпир | Южные семиаридные с фрагментами семигумидных | Греция |

* Объект(ы) в данном городе включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

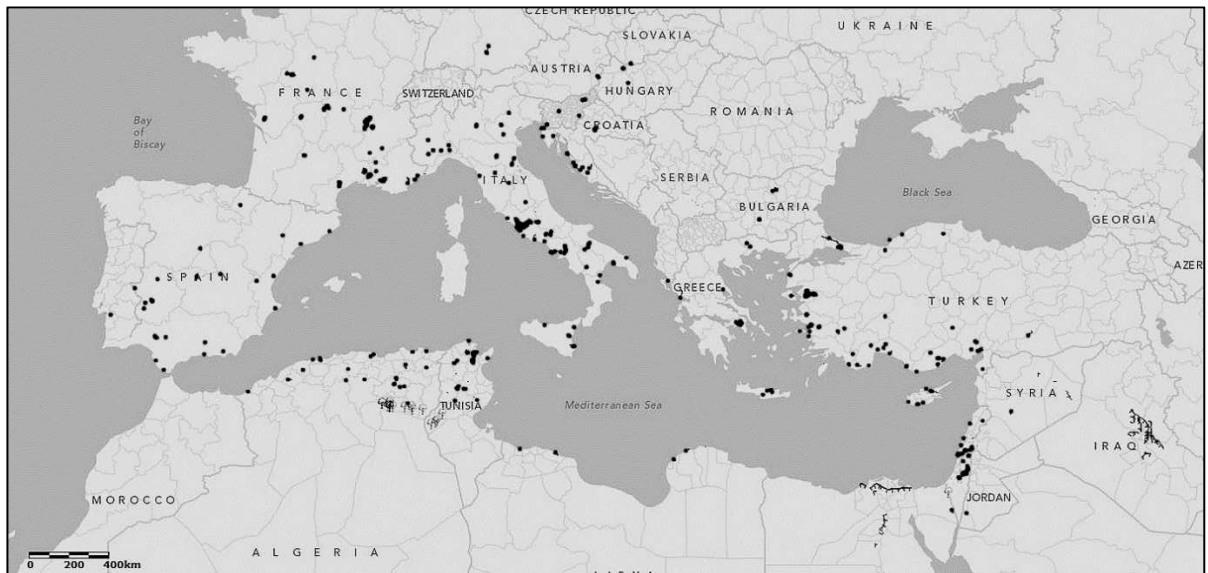


Рис. 3.11. Сеть римских акведуков в Средиземноморье

На этапе раннего Средневековья (рис. 3.8г) уже намеченные точки освоения видоизменялись, дополнялись, но радикального расширения границ освоения не происходило. Падение Римской империи и смена ее в отдельных районах Средиземноморья вандалами, а в других берберами и арабами привела к конфликтной для поддержания культурного ландшафта ситуации. Так, на большей части региона римские сельскохозяйственные системы оказались заброшены (Dotterweich, 2013; Garcia-Ruiz *et al.*, 2013).

Далее развитие культурных ландшафтов пошло по разным траекториям. Уникальный пример реконструкции, а также обогащения культурного ландшафта новыми элементами сформировался ан юге Пиренейского района – в Андалусии. В период арабской цивилизации тут было государство Аль-Андалус, цивилизация которого представляла собой органичное соединение элементов собственной цивилизации тартесов, существовавшей в долине Гвадалквивира около трех тысяч лет назад, переплавленной затем римской цивилизацией и дополненной арабской цивилизацией.

«Обновление» и обогащение прежних ядер освоения районов произошло в Апеннинском, Балканском и Малоазиатском районах, где количество цивилизационных слоев в культурных ландшафтах увеличилось уже как минимум до четырех – древнейшие цивилизации – Античная Греция

– Древний Рим – Раннее Средневековье. Реконструкция истории преобразования ландшафтов на для этого района составляет значительную трудность. Причина этого не только в разной обеспеченности историческими данными огромной по площади территории, но и в том, что последующие цивилизации нередко «перекраивали» или даже уничтожали рисунок освоения. Так, на эгейском побережье Малой Азии (в частности, в местности, прилегающей к Пергамскому холму) культурные ландшафты античной эпохи оказались в значительной степени погребены под нашествием турок-османов.

Другие районы, напротив, испытали последовательную смену цивилизаций, каждая из которых оставляла свои материальные следы в ландшафте. В самой южной области Испании – в Андалусии – до наших дней сохранились свидетельства преобразования природы финикийцами, римлянами, арабами и собственно испанцами-католиками (*Historia de Anadalucia*, 1981; Costejon, 1985).

Для определения ядерных зон для каждой из цивилизационных эпох была использована функция Kernel Density Estimation (ядерная оценка плотности) из программного пакета ArcMap, представляющая собой непараметрический способ оценки плотности случайной величины (Silverman, 1986). Значения функции соответствуют «вероятности» нахождения объекта с заданными функциями (в нашем случае – возрастом объекта) в той или иной точке пространства (рис. 3.12).

Представленная визуализация свидетельствует – в каждую из эпох четко выделялись ядерные и периферийные зоны района с точки зрения интенсивности освоения. В средневековые эпохи количество ядер увеличилось, в пределах отдельных районов они оказались расщеплены по всей его площади (например, в Пиренейском), в других – Балканский, Малоазиатский, Левантийский – так и остались «прижатыми» к побережью. Можно предположить, что в последних роль природных факторов была более значима, что определило совпадение ареалов цивилизаций с ареалами

определенных, максимально пригодных для использования на данной территории, природных ландшафтов.

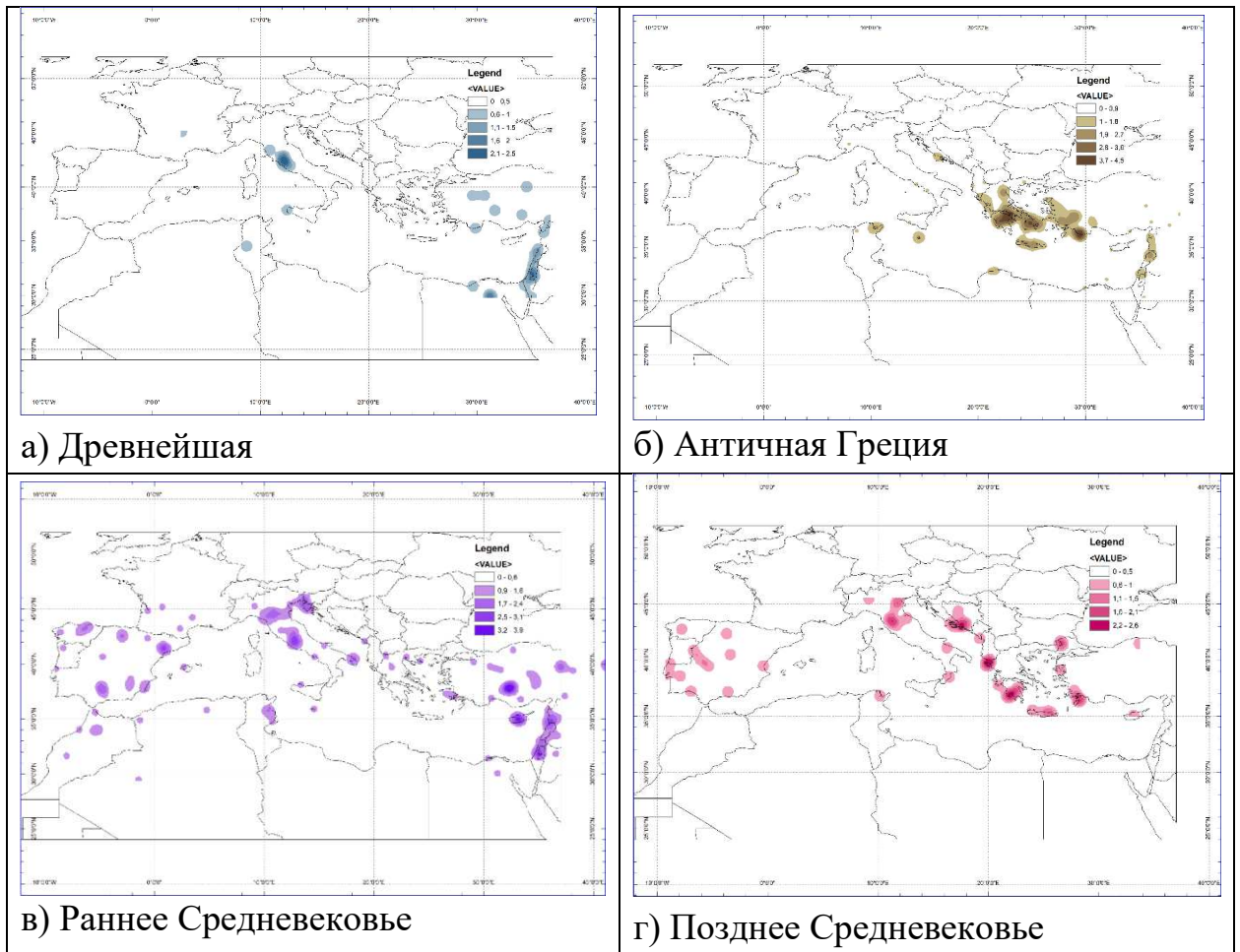


Рис. 3.12. Плотность объектов наследия в разные исторические эпохи

При рассмотрении всей совокупности объектов наследия в историко-культурном регионе отчетливо выделяются зоны с разной плотностью объектов (рис. 3.13).

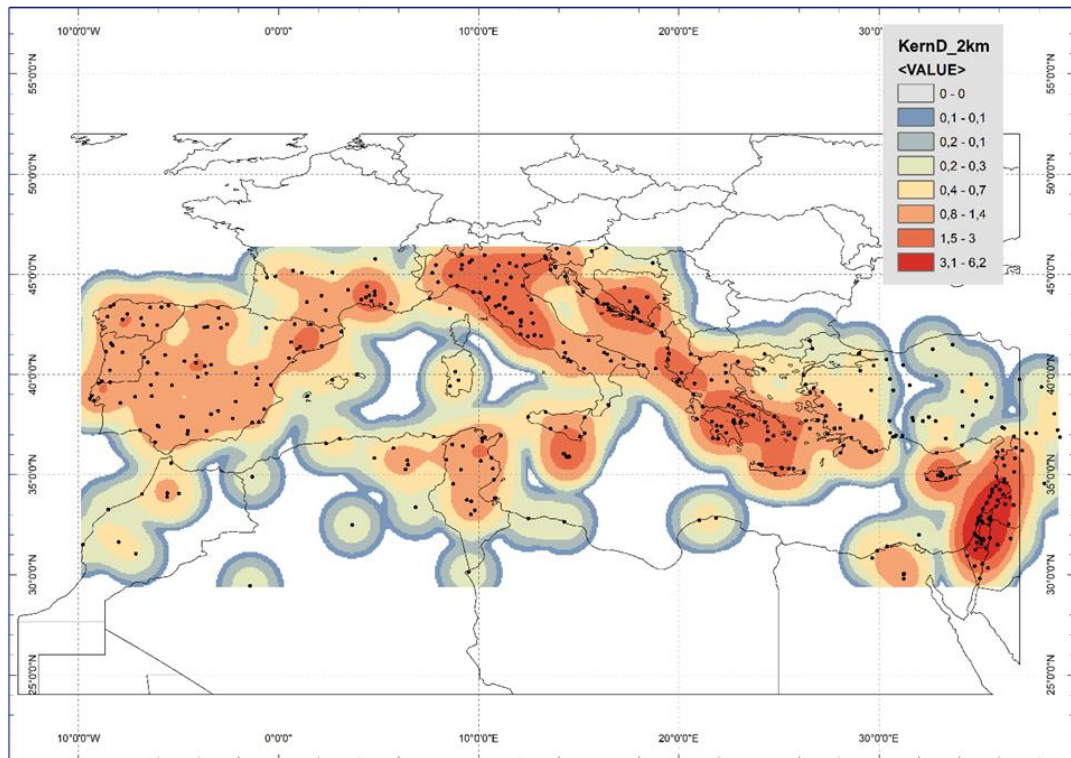


Рис. 3.13. Плотность объектов Всемирного наследия в Средиземноморье

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.

Как уже было указано в п. 3.1 одной из целей исследования историко-культурного региона как мезомасштабной геоэкологической системы была интерпретация его территориальной структуры как совокупности ареалов цивилизаций в различные исторические эпохи. Наряду с объектами наследия для этой цели были использованы ареалы максимального распространения цивилизаций в разные исторические эпохи (рис. 3.14, 3.15).

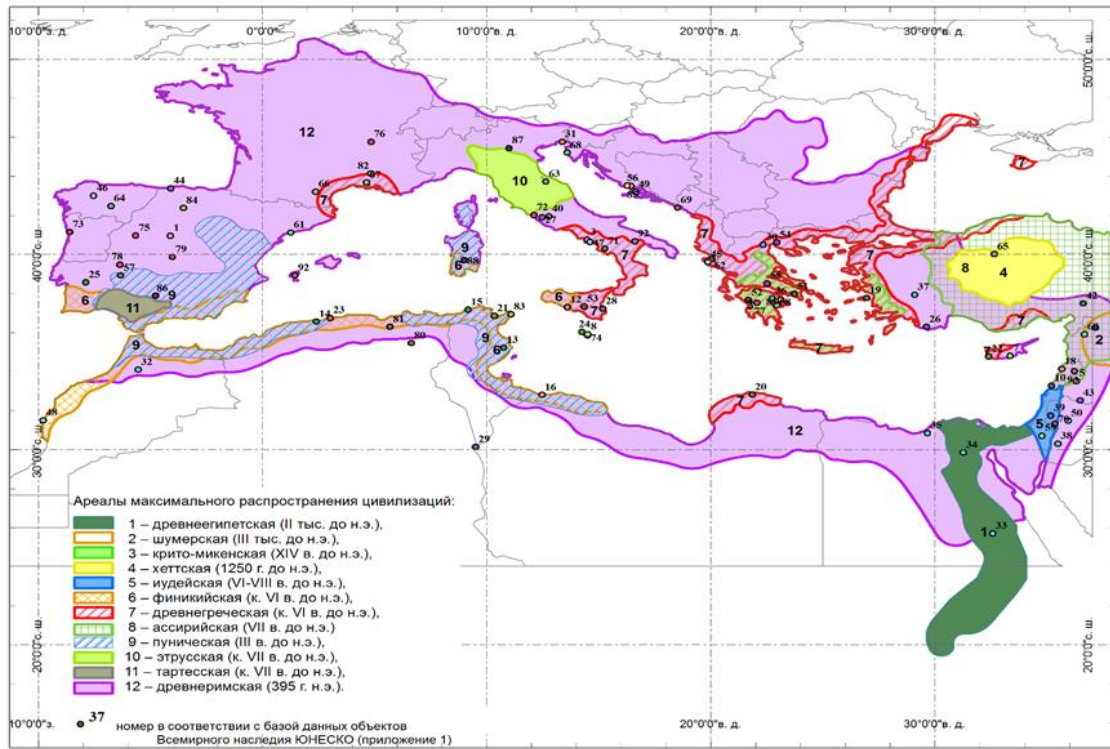


Рис. 3.14. Цивилизации и объекты наследия древнейших и древних цивилизаций (до падения Римской империи)

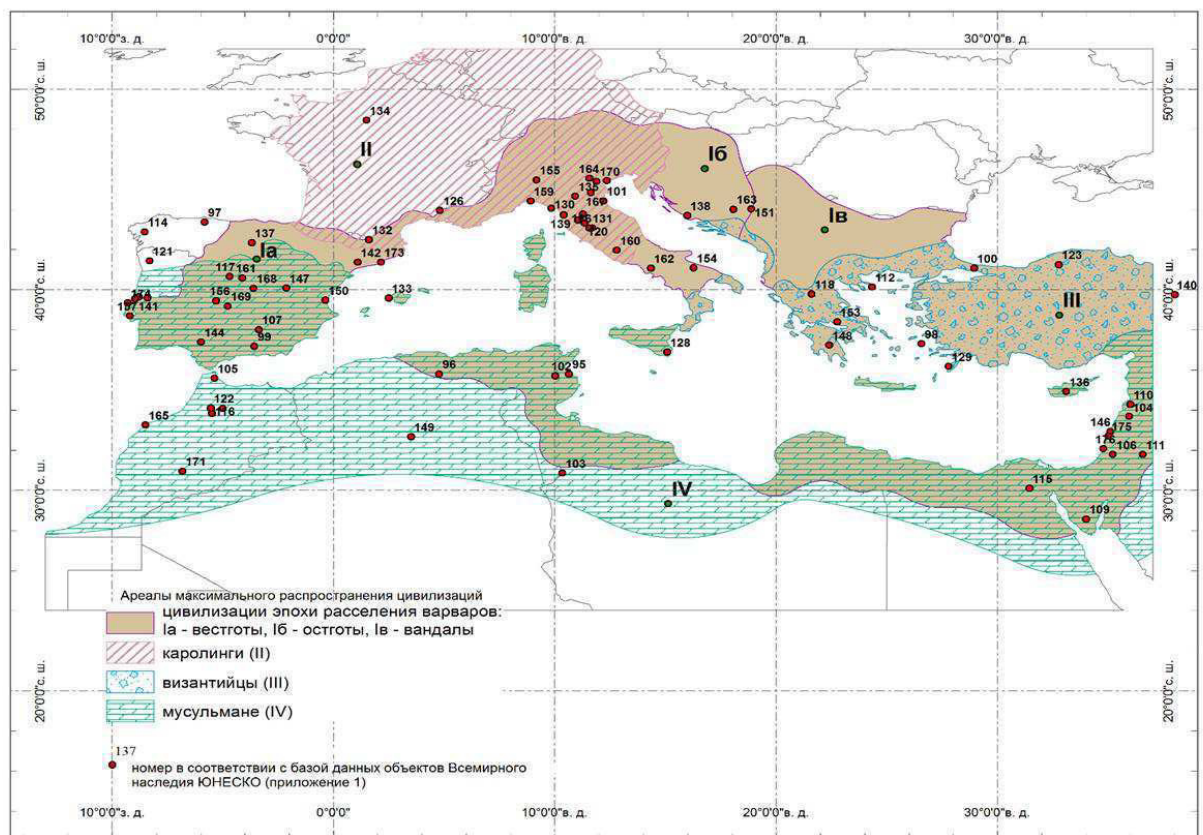


Рис. 3.15. Цивилизации и объекты наследия цивилизаций Средневековья

На рисунке отмечены только объекты Всемирного наследия, включенные в основной список, поэтому их количество меньше, чем на рис. 3.12, где учтены также и объекты из предварительного списка, а также объекты, попавшие в него после указанного периода.

Сопоставление данной карты целесообразно проводить с рис. 3.13, где показаны ядерные зоны точек в каждую из эпох. Отметим, что для отдельных древнейших цивилизаций две карты демонстрируют высокую степень совпадения – таковы, например, цивилизации этрусков, древних египтян, древних иудеев. Это подтверждает наше предположение о формировании в этих районах синтетических матриц, где природные факторы задают рамку развития цивилизации, по крайней мере на ранних этапах развития. Аналогичная картина складывается и для древнегреческой цивилизации. Часть цивилизаций этой эпохи – тартесы, финикийцы/карфагеняне – имеют ареал существенно больше, чем ядерные зоны, определенные по плотности объектов наследия. Их культурные ландшафты или погипбли, или были переработаны последующими цивилизационными сменами.

Подтверждается и предположение о том, что на более поздних этапах цивилизационного развития роль природных факторов видоизменяется. По-видимому, ядерные зоны соответствуют наиболее подходящим для нее природным условиям, на периферии они уже не играют такой определяющей роли, а главным фактором формирования геоэкологических систем становятся цивилизационные.

Очевидно и то, что подобные закономерности лучше всего действуют на мезомасштабном уровне, на локальном уровне – с учетом мозаичности ландшафтов ядерных зон – с высокой долей вероятности можно говорить о более сложных зависимостях между природными условиями и цивилизационным развитием.

Принимая во внимание, что мезомасштабные геоэкологические системы представляют собой территориальные структуры, сформировавшиеся в

результате взаимодействия природных, историко-культурных и социально-экономических факторов⁵, для оценки исторического своеобразия этого взаимодействия целесообразно использование специальных показателей, отражающих его изменение во времени. Высокая плотность и разнообразие объектов Всемирного наследия в рассматриваемом регионе предоставляет для апробации этого предположения хорошую базу.

На основе составленной базы данных для каждого региона мы определили соотношение объектов разного возраста и типа, а также на основе суммарных данных по региону рассчитали среднерайонный показатель. Его значение на рисунке показано оранжевым цветом (рис. 3.16). Представленные лепестковые диаграммы могут быть интерпретированы как историко-геоэкологический портрет района.

Усредненный портрет района 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. В Пиренейском, напротив, относительно других выше роль древнеримского этапа и средневековых эпох. Гипертрофирована по сравнению с другими районами роль античной и позднесредневековой эпох в Балканском районе. По сравнению с остальными количество объектов ниже в Нижненильском и Островном районах с разной исторической спецификой.

⁵ Подробнее см. п.1.2.

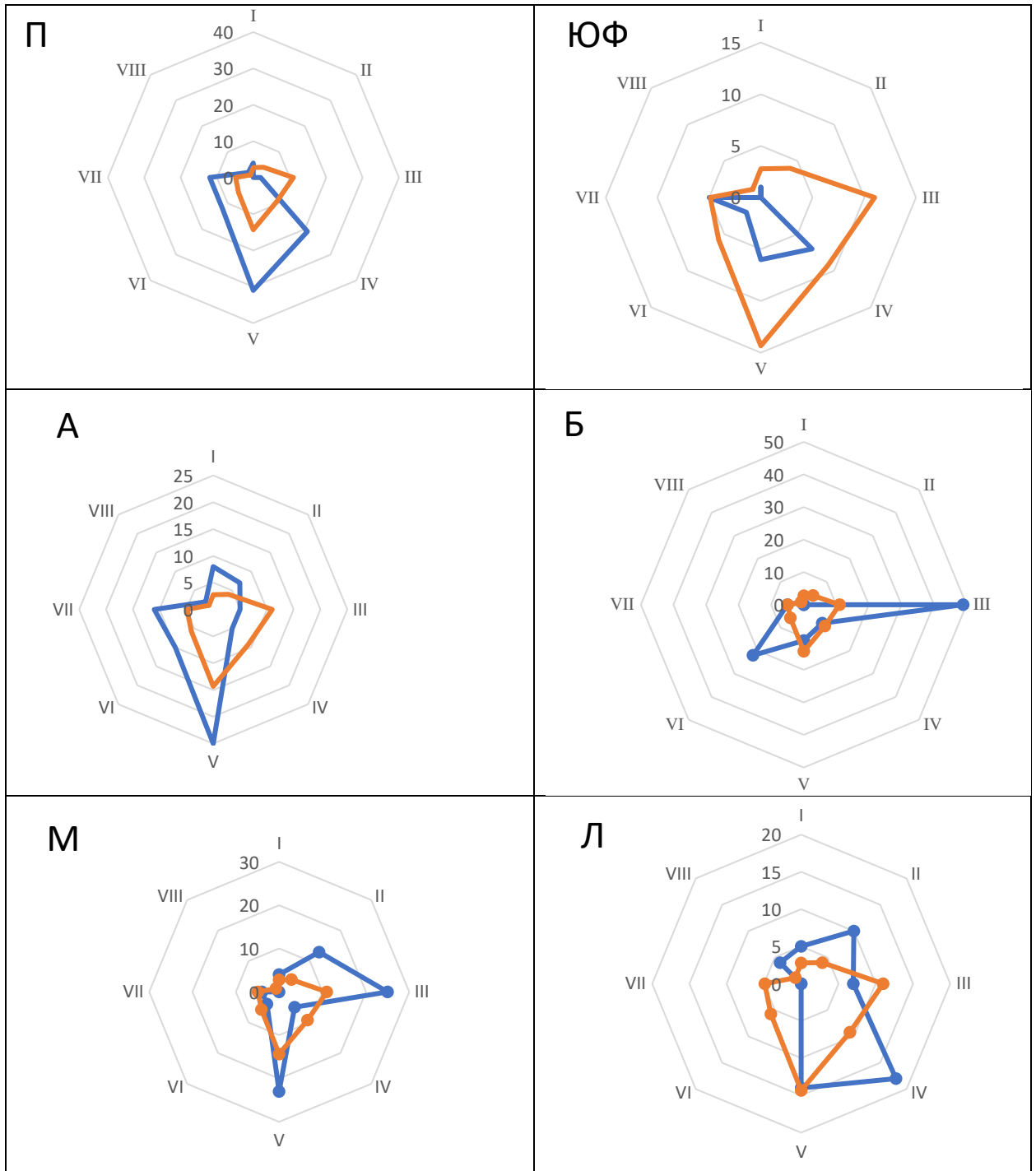


Рис. 3.16. Историко-геоэкологические портреты районов Средиземноморья по принадлежности объектов к разным цивилизационным эпохам

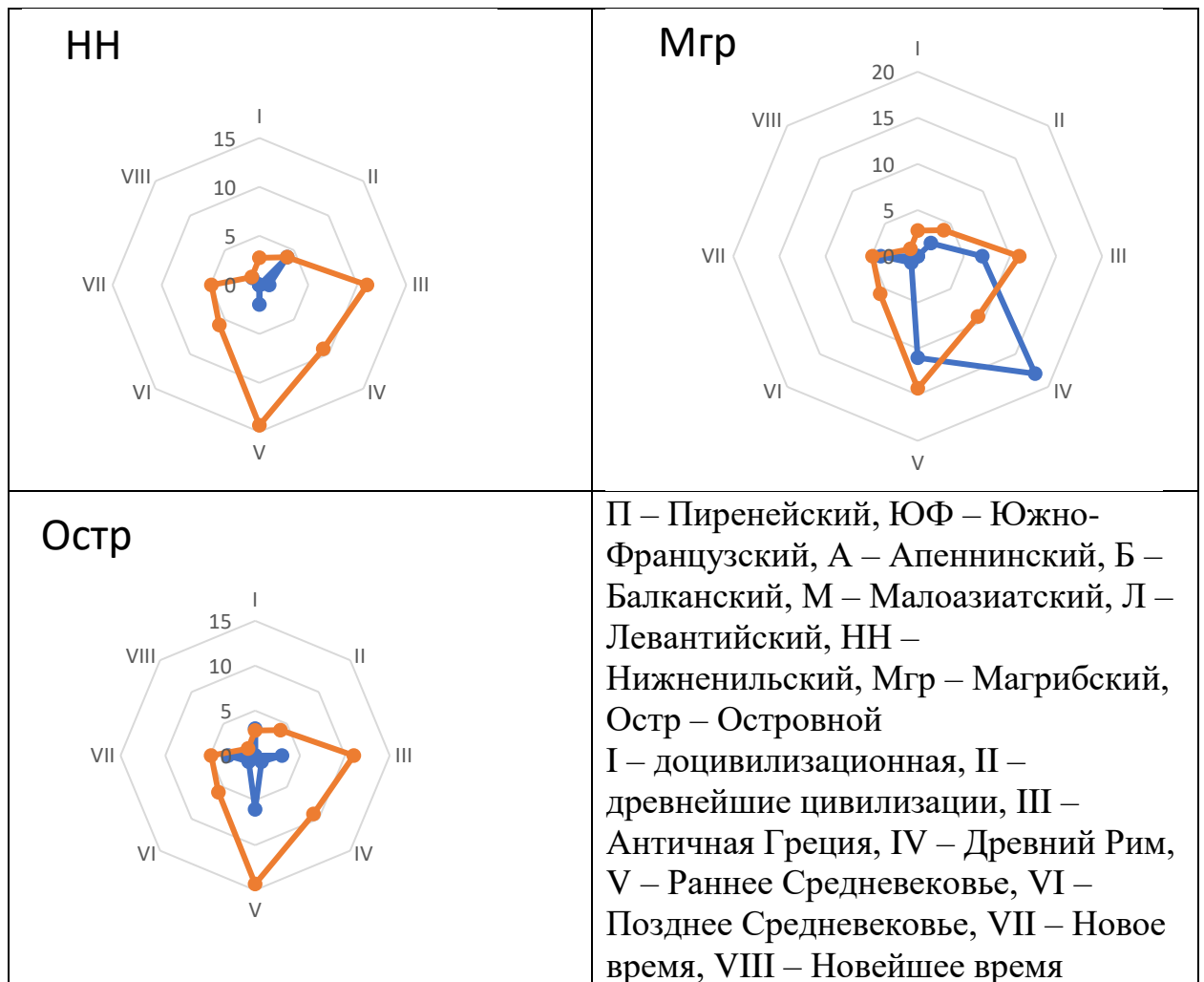


Рис. 3.16 (окончание). Историко-геоэкологические портреты районов Средиземноморья по принадлежности объектов к разным цивилизационным эпохам

Разные траектории развития демонстрируют историко-геоэкологические портреты европейских и африканских районов. В отличие от рассмотренных выше полуостровов Европы в Северной Африке на смену древнеримской цивилизации пришли берберы и арабы, что нашло свое отражение в историко-геоэкологическом портрете.

Среди типов объектов в среднем по региону выше всего вклад развалин древних поселений и отдельно стоящих архитектурных объектов (рис. 3.17).

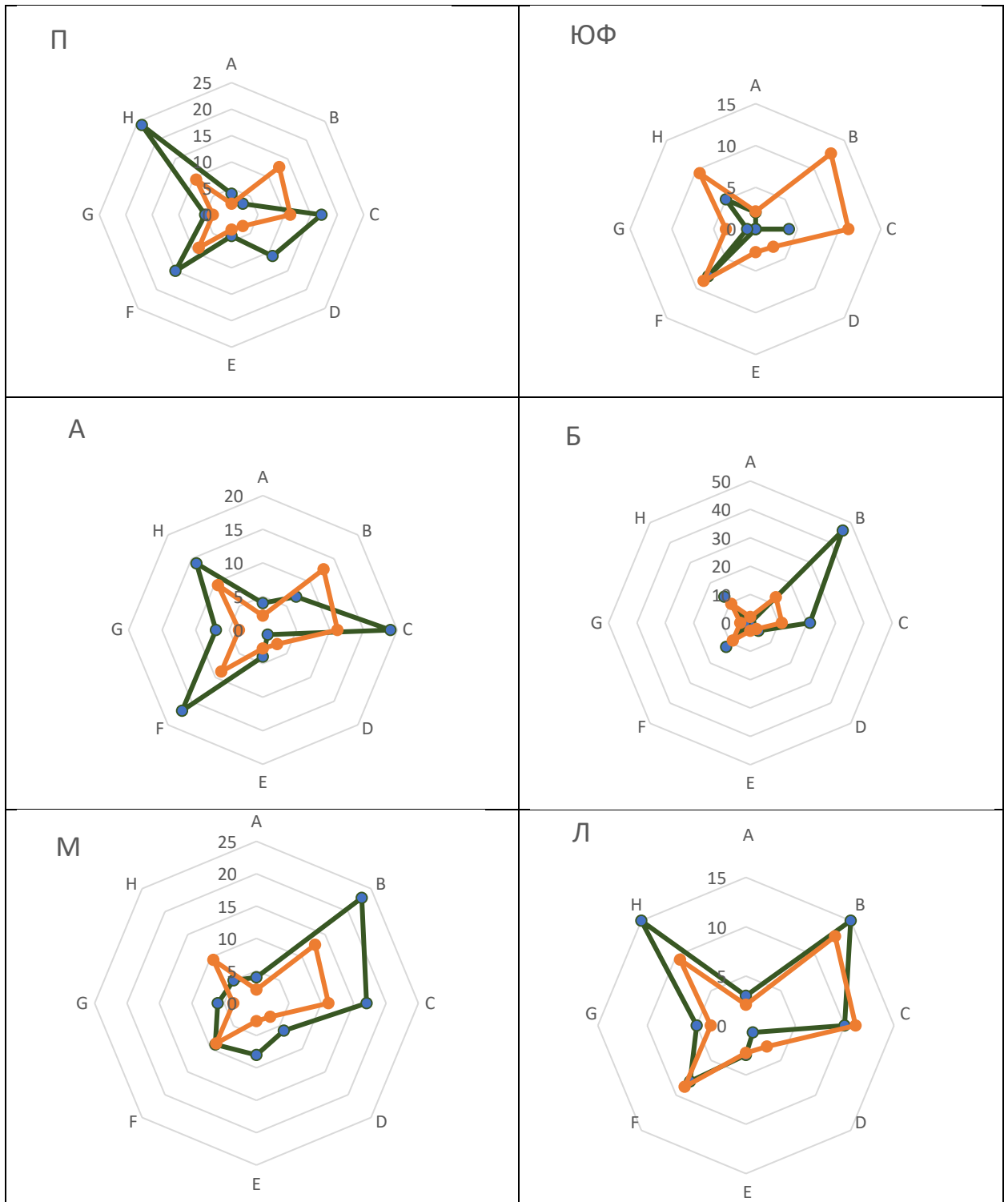


Рис. 3.18. Историко-геоэкологические портреты районов Средиземноморья по принадлежности к разным типам объектов

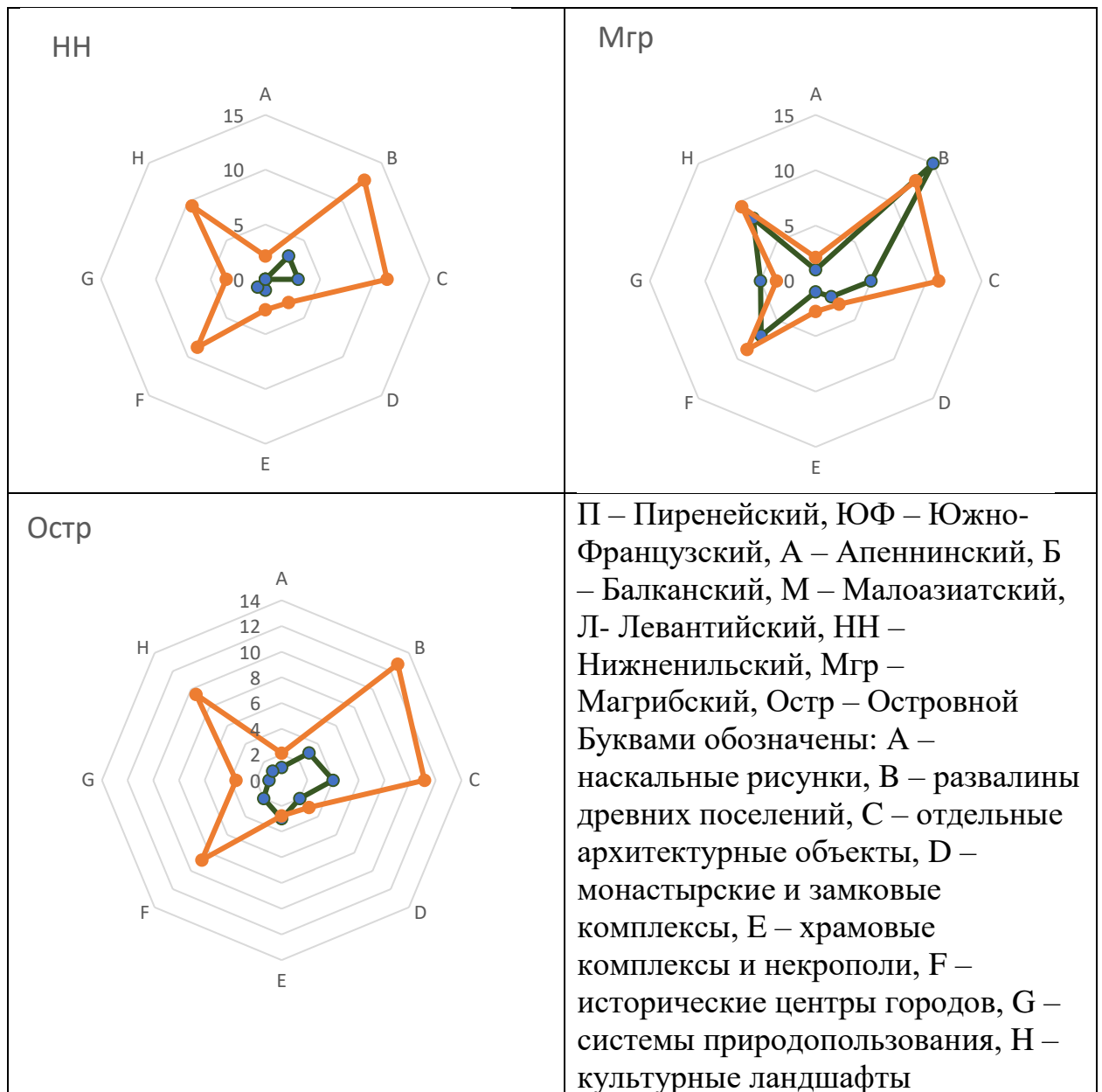


Рис. 3.18 (окончание). Историко-геоэкологические портреты районов Средиземноморья по принадлежности к разным типам объектов

Немного ниже показатель у исторических центров городов и культурных ландшафтов. Очень близки к среднему историко-геоэкологические портреты Левантийского и Магрибского районов. У Пиренейского и Левантийского районов максимальна доля в структуре портрета культурных ландшафтов, но у первого существенно ниже вклад в структуру объектов развалин древних поселений, что напрямую связано с

более поздним освоением района региональными и межрегиональными цивилизациями.

Островной, Южно-Французский и Нижненильский районы по сравнению с остальными характеризуются меньшим количеством объектов, в их портретах отдельные категории вообще не представлены или имеют значительно меньший вес, чем у остальных.

Средиземноморский регион как единая мезомасштабная геоэкологическая система был сформирован в эпоху Древнего Рима, наряду с археологическими и историческими данными об этом свидетельствует и высокая плотность объектов Всемирного наследия, возникших на этом этапе. За более, чем четырехтысячелетнюю историю ее границы то расширялись, то сужались в зависимости как от природных, так и исторических факторов. На этапе древнейших цивилизаций ядро освоения региона было приурочено к Левантийскому району, впоследствии оно расширилось на запад – в Малоазиатский и Балканский районы, последними в орбиту освоения были вовлечены Пиренейский и Магрибский районы.

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 (Kirfan, 2010). 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 как мезомасштабной геоэкологической системы дает ключ к пониманию следующих вопросов о факторах их формирования. 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.

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 систем¹

Как мы уже указывали в п.1.2 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. В свою очередь, к мезомасштабным геоэкологическим системам в таком понимании могут относиться и таксоны регионального ряда геосистемной дифференциации, в частности, природные зоны.

Природная зональность – особая форма территориальной дифференциации географической оболочки Земли, выраженная в последовательном изменении природных условий и ландшафтов от экватора к полюсам ((Лукашова, 1966; Низовцев, 2008). Различия в природных комплексах, обусловленные неравномерным распределением тепла и влаги по земной поверхности, анализировались выдающимися естествоиспытателями прошлого – Ч. Дарвиным, А. Уоллесом, А. Гумбольдтом и др. Концепция «зон природы», как сложных комплексов, объединяющих климатические условия с типами почв и растительных сообществ, впервые предложенная В.В. Докучаевым (1899), на протяжении XX в. детально разрабатывалась в нашей стране (Л.С. Берг, А.А. Григорьев,

¹ При написании параграфа использованы результаты, полученные совместно с Н.Н. Алексеевой и Е.С. Хазиевой (Алексеева и др., 2017).

М.И. Будыко, Г.Д. Рихтер, И.П. Герасимов, Е.Н. Лукашова, А.М. Рябчиков, А.Г. Исаченко и др.) и за рубежом (К. Тролль, Л. Холридж, Р. Бейли и др.).

С позиций ландшафтоведения природные (ландшафтные) зоны – «типы природно-территориальных комплексов, различающиеся, главным образом, вследствие неравномерного распределения тепла и влаги на поверхности Земли» (Лукашова, Игнатъев, 1964, с. 293), название природных зон традиционно дается по типу доминирующей растительности. В настоящее время они рассматриваются как ландшафтные сообщества с однородными в масштабе исследования климатогенными и биогенными природными компонентами (Романова и др., 2015). В разное время отечественными исследователями выделялось от 24 (Григорьев, Будыко, 1956) до 43 (Романова и др., 2015) природных зон.

В то же время оценка роли исторически сложившихся форм землепользования и культурных ландшафтов позволяет пересмотреть подходы к классификации ландшафтов по их «природности», особенно в районах длительного освоения, и отчасти делает все ландшафты, в той или степени использовавшиеся местными сообществами, культурными (Elis *et al.*, 2021).

В отечественной школе физико-географического страноведения подобные изменения еще в 1990-е гг. отразились введением понятия «современный ландшафт». Под ним понимается сложно организованная природно-антропогенная (природно-хозяйственная) геосистема, возникшая в результате многовекового процесса взаимодействия общества и природы (Алексеева, Климанова, 2012).

Отечественная школа мелкомасштабного картографирования современных ландшафтов до конца 1990-х гг. оставалась уникальной в своем роде как по территориальному охвату территории, так и комплексности подходов. В 1990-е гг. были разработаны принципы классификации

современных ландшафтов мира, которые базируются на степени изменения природных геосистем в ходе хозяйственных воздействий (Milanova *et al.*, 1993; Алексеева, Климанова, 2012). При картографировании современных ландшафтов в глобальном и материковом масштабах они рассматриваются как сложные и подвижные во времени мозаики условно-коренных и природно-антропогенных геосистем. Более неустойчивые, меняющиеся со временем размещение границы антропогенного происхождения опираются на «каркас» относительно устойчивых природных границ, обусловленных, в свою очередь, зонально-секторально-поясной дифференциацией суши.

Контурная часть карты современных ландшафтов, составленной в масштабе 1:15000000 (Milanova *et al.*, 1993), в значительной степени опиралась на карту «Земельные угодья мира» (1986). На ней детально отражена география главных видов земельных угодий – пашен, пастбищ, многолетних насаждений, лесов, а также их сочетаний, которые были дифференцированы в соответствии с поясно-зональной структурой суши Земли. Фактически на этом территориальном уровне в качестве мезомасштабных геоэкологических систем выступали 48 зональных сочетаний условно-коренных, вторично-производных и антропогенных модификаций ландшафтов.

С 2000-х гг. для характеристики земной поверхности стали активно использоваться геопространственные базы данных земельного покрова (*land cover*) (Bartholomé, Belward, 2005; Millenium Ecosystems Assessment, 2005). Они предоставляют пространственную информацию о различных типах (классах) физического покрытия поверхности Земли, в т.ч. лесах, пахотных угодьях и т.д.². В одной из наших публикаций мы предложили понимать под этим термином современную мозаику растительного покрова, как естественного, так и антропогенного происхождения, в том числе посевы

² https://www.fao.org/3/x0596e/X0596e01e.htm#P213_18188.

сельскохозяйственных культур, разнообразные типы населенных пунктов и других объектов, земли, не покрытые растительностью (пустоши, ледники и др.), а также водоемы и водотоки (Алексеева и др., 2017). В последние годы в отдельных отечественных публикациях в этом же значении стал использоваться термин «ландшафтный покров» (Мерекалова и др., 2021).

Данные о земельном покрове широко используются в мировой практике для картографирования ландшафтов/экосистем в глобальных и региональных масштабах. Так, в новой Европейской ландшафтной классификации *LANMAP* (Mucher et al., 2010) представлено 10 генерализованных категорий земельного покрова на основе интеграции данных *CORINE*, *GLC2000* и *PELCOM*. В 2014 г. опубликована глобальная карта экологических территориальных единиц (*Ecological Land Units*) с разрешением 250 м, разработанная Ассоциацией американских географов, Геологической службой США, *ESRI* и др. (New Map..., 2014). В ней была использована база данных *GlobCover 2009* с 23 категориями земельного покрова, объединенных на итоговой карте в девять агрегированных группировок. Генерализованные категории земельного покрова, по мнению указанных авторских коллективов, дают вполне адекватное представление о слое “земельный покров”, который наряду с тремя другими атрибутивными слоями (биоклиматические условия, рельеф, поверхностные отложения) используется для комплексной характеристики выделенных в процессе полуавтоматического картографирования геосистем.

Рассмотрим наиболее широко использовавшиеся на начало 2010-х гг. для картографирования природной среды глобальные базы данных земельного покрова, находившиеся в открытом доступе. Отметим, что количество баз данных увеличивается, поэтому подобный обзор лишь анализирует состояние дел на указанную дату. Наиболее давними по времени исходной информации - данные *UMD Land Cover Classification* (получены в

результате обработки данных *AVHRR* за 1981-1994 гг.) и *DISCover land cover* (данные *AVHRR* за 1992-1993 гг.). Данные *UMD Land Cover Classification* представляют собой материалы анализа данных *NASA/NOAA* в рамках проекта по созданию глобальной карты ландшафтного покрова. Данные *IGBP DISCover* были получены с применением необучаемой классификации к разновременным снимкам (максимальное значение *NDVI* за целый год) со спутника *NOAA AVHRR* (*Forest Cover Mapping...*, 2000; Loveland *et al.*, 2000).

Для начала 2000-х гг. наиболее информативным источником служат данные проекта Глобальный земельный покров 2000 (*GLC 2000*), которые были получены путем анализа и комбинирования различных региональных источников:

- Южная Америка – данные высокого разрешения, рассчитанный нормализованный вегетационный индекс (*NDVI*);
- Африка – данные *SPOT Vegetation*, радиолокационные данные и *DMPS* (*The Defense Meteorological Satellite Program*), рассчитанные вегетационные индексы (Cabral *et al.*, 2003);
- Северная Евразия – данные *SPOT-Vegetation*, рассчитанные вегетационные индексы, данные об уровне влагосодержания и длительности залегания снежного покрова (Bartalev *et al.*, 2003);
- Азия (Южная, Юго-Восточная, Северо-Восточная, Китай) – данные *SPOT-Vegetation*, *AVHRR*, полевые исследования, рассчитанные вегетационные индексы, цифровая модель рельефа Геологической службы США (Roy, Joshi, 2000);
- Европа – данные *CORINE*, *Landsat TM*, Общеввропейской системы мониторинга земельного покрова и землепользования *PELCOM* (*Pan-European Land Use and Land Cover Monitoring*), рассчитанный нормализованный вегетационный индекс (Vancutsem *et al.*, 2002);

- Северная Америка, Гренландия и Исландия – данные *SPOT-Vegetation*, рассчитанные вегетационные индексы (Walker *et al.*, 2002);
- Австралия и Новая Зеландия – данные красного, инфракрасного и коротковолнового инфракрасного диапазонов.

Возможности использования именно такой карты земельного покрова Африки для разработки типологии геоэкологических районов материка рассмотрен нами в п. 2.4.

Процедура сопоставления и объединения указанных данных с глобальными была выполнена региональными экспертами, что позволило учесть особенности территорий в контексте глобального покрытия. Для гармонизации использовалась единая система классификации земельного покрова (*LCCS – Land Cover Classification System*), предоставленная ФАО.

Данные *GlobCover* за 2009 г. и *MODIS Land Cover* (с 2001 до 2012 г.) характеризуют ситуацию конца 2000-х гг. Первый из этих источников получен путем обработки данных со спутника *ENVISAT*, применяемая классификация соответствует мировому стандарту классификации земельного покрова, что позволяет с меньшими погрешностями использовать данный набор в сочетании с другими аналогичными продуктами (например, *GLC 2000*). Данные *MODIS Land Cover* – результат классификации с обучением с использованием эталонных участков из базы данных дистанционного зондирования высокого разрешения (Muchoney *et al.*, 2009). Для классификации типов земельного покрова был применен алгоритм древовидной структуры в сочетании с техникой повышения точности классификации (*boosting*) (Freund, 1995).

Описанные данные с разной степенью детальности отражают состояние земельного покрова. Две наиболее детальные классификации из рассмотренных (Глобальная классификация земельного покрова 2000 и *GlobCover*, 2009) включают 21 и 18 классов соответственно (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Классы земельного покрова в различных глобальных базах данных

| Класс земельного покрова | <i>UMD Land Cover Classifi- cation, 1981- 1994</i> | <i>DIS- Cover Land Cover, 1992- 1993</i> | <i>Global Land Cover 2000</i> | <i>Glob- Cover, 2009</i> | <i>MODIS Land Cover, 2001- 2012</i> |
|--|--|--|---|----------------------------------|---|
| Вечнозеленые хвойные леса | + | + | + | - | + |
| Сомкнутые хвойные вечнозеленые леса | - | - | - | + | - |
| Разреженные хвойные листопадные или вечнозеленые леса | - | - | - | + | - |
| Вечнозеленые широколиственные леса | + | + | + | - | + |
| Листопадные хвойные леса | + | + | + | - | + |
| Листопадные широколиственные леса | + | + | - | - | + |
| Листопадные широколиственные сомкнутые леса | - | - | + | + | - |
| Листопадные широколиственные разреженные леса | - | - | + | + | - |
| Сомкнутые и разреженные широколиственные вечнозеленые или полулистопадные леса | - | - | - | + | - |
| Сомкнутые и разреженные смешанные леса | + | + | + | + | + |
| Сомкнутые кустарниковые формации | + | + | - | - | + |
| Кустарниковые вечнозеленые формации | - | - | + | - | - |
| Кустарниковые листопадные формации | - | - | + | - | - |
| Разреженные кустарниковые (и травянистые) формации | + | + | + | - | + |
| Редколесья | + | - | - | - | |
| Древесные саванны | + | + | - | - | + |
| Саванны | - | + | - | - | + |
| Сомкнутые и разреженные кустарниковые злаковники | + | + | - | + | + |
| Мангровые леса | - | - | + | - | - |

| Класс земельного покрова | <i>UMD Land Cover Classifi- cation, 1981- 1994</i> | <i>DIS- Cover Land Cover, 1992- 1993</i> | <i>Global Land Cover 2000</i> | <i>Glob- Cover, 2009</i> | <i>MODIS Land Cover, 2001- 2012</i> |
|---|---|---|--|---|--|
| Постоянно-переувлажненные территории / Регулярно затапливаемые леса (заболоченные, пойменные) | - | + | + | - | + |
| Мозаика древесных и других типов растительности | - | - | + | - | - |
| Выгоревшие леса | - | - | + | - | - |
| Травянистые формации | - | - | + | - | - |
| Пахотные угодья (пашня) / Обрабатываемые земли | + | + | + | - | + |
| Орошаемые земли | - | - | - | + | - |
| Богарные пашни | - | - | - | + | - |
| Мозаика пахотные угодья / иная растительность (злаковники, кустарниковые формации, леса) | - | + | - | + | + |
| Мозаика обрабатываемые земли / древесные типы растительности / другие типы растительности | - | - | + | - | - |
| Мозаика естественная растительность (злаковники, кустарниковые формации, леса) / пашня | - | - | - | + | - |
| Мозаика обрабатываемые земли / кустарниковые или травянистые формации | - | - | + | - | - |
| Мозаика леса / кустарниковые формации / злаковники | - | - | - | + | - |
| Мозаика злаковники / леса / кустарниковые формации | - | - | - | + | - |
| Сильно разреженные растительные формации (древесные, кустарниковые, злаковники) | - | - | - | + | - |
| Сомкнутые широколиственные регулярно затапливаемые леса (пресные воды) | - | - | - | + | - |

| Класс земельного покрова | <i>UMD Land Cover Classifi- cation, 1981- 1994</i> | <i>DIS- Cover Land Cover, 1992- 1993</i> | <i>Global Land Cover 2000</i> | <i>Glob- Cover, 2009</i> | <i>MODIS Land Cover, 2001- 2012</i> |
|---|--|--|---|----------------------------------|---|
| Сомкнутые широколиственные полулистопадные и вечнозеленые регулярно-затапливаемые леса (соленые воды) | - | - | - | + | - |
| Сомкнутые и разреженные растительные формации (злаковники, кустарники, древесная растительность) на регулярно затапливаемых или заболоченных почвах | - | - | - | + | - |
| Вечные снега и ледники | - | + | + | - | + |
| Территории, практически лишенные растительности | + | + | + | - | + |
| Городские и застроенные земли / Искусственно созданные поверхности | + | + | + | + | + |
| Водные поверхности | - | - | + | - | - |
| Неклассифицируемые земли | - | + | - | - | - |
| Количество классов в базе данных | 13 | 17 | 21 | 18 | 16 |

Составлено автором по: Алексеева и др., 2017

Во всех рассмотренных классификациях отражены пахотные земли; в классификации *GlobCover* они дополнительно подразделяются на орошаемые и богарные. В четырех классификациях из пяти наряду с этой категорией также выделяются различные варианты мозаик земельного покрова, в том числе и с пахотными землями, что позволяет учесть географическую специфику регионов тропической зоны с полидоминантной системой антропогенных воздействий. Наибольшее разнообразие мозаик (три класса) представлено в классификации *GlobCover*. Каждая из классификаций позволяет достаточно точно картографировать городские и застроенные земли. Детально отражены различные типы лесной растительности: от пяти

до семи классов, разделение ведется по типу лесов (широколиственные, хвойные) и листопадности / вечнозелености. Для разделения саванн, редколесий и кустарников классификационное основание – сомкнутость/разреженность, преобладание кустарниковой или травянистой растительности.

Важной особенностью проанализированных глобальных классификаций земельного покрова служит высокая степень генерализации классов земельного покрова, что предъявляет высокие требования к интерпретации результатов изменений в зависимости от зональных инвариантов ландшафтов, а также их положения в густо- или малонаселенных регионах.

Из представленных выше группировок земельного покрова только категории «пашни», «городские и застроенные территории» и «мозаика пашня/природная растительность» дают представление о *характере* трансформации ландшафтов и могут быть использованы для локализации геоэкологических систем с очевидными трендами антропогенизации ландшафтов. В остальных случаях интерпретация категорий возможна лишь с учетом дополнительных источников страновой и материковой информации.

Таким образом, данные о земельном покрове могут быть использованы как для характеристики актуальной территориальной структуры мезомасштабных геоэкологических систем (пример этого мы представили в п. 2.4), так и для выявления траекторий изменений таких систем (а, возможно, и формирования новых систем) на основе разновременных данных (Lambin *et al.*, 2003; Boori, Vozelinek, 2013). Последнее представляется наиболее перспективным, так как накоплен уже большой объем данных о земельном покрове на глобальном и материковом уровнях за период с начала 1990-х гг. Анализ подобных изменений позволил бы как выявить макрорегиональные закономерности произошедшей трансформации, так и

определить вклад антропогенных факторов в формирование геоэкологических систем на мезомасштабном уровне в краткосрочном диапазоне времени.

4.2. Процессы трансформации земельного покрова на зональном уровне³

Первоначальная гипотеза исследования строилась на том, что данные о состоянии земельного покрова за три временных периода – начало 1990-х, 2000 и 2010 гг. при условии гармонизации легенд исходных источников информации могут быть соотнесены между собой и использованы для выделения ареалов однотипных изменений за 20 лет. При отборе данных было отдано предпочтение тем, которые имеют глобальный охват и позволяют сформировать максимальный по длительности временной ряд, охватывающий период с начала 1980-х по конец 2010-х гг. Также к данным предъявлялось еще два базовых требования: они должны находиться в открытом доступе и пройти валидацию. Первоначальный анализ источников, содержащих информацию о земельном покрове, показал, что этим требованиям отвечают следующие наборы данных: классификация земельного покрова Университета Мерилэнда (*UMD Land Cover Classification*), она же классификация Глобального Фонда земельного покрова (*GLCF*) за 1993 г., Глобальный земельный покров 2000 (*Global Land Cover 2000*), *GlobCover* за 2009 гг., *MODIS Land Cover* за 2001 – 2012 гг., (*IGBP-DIS*) *DISCover Global* (все они охарактеризованы в п. 4.1). Все они были получены путем обработки «сырых» данных дистанционного зондирования с последующим тематическим анализом (Herold *et al.*, 2008) и прошли

³ При написании параграфа использованы результаты, полученные совместно с М.А. Аршиновой, Н.Н. Алексеевой, Ю.С. Гринфельдт, Д.А. Третьяченко и Е.Ю. Колбовским (Климанова и др., 2018).

валидацию со статистическими данными и данными земельного покрова на ключевых участках (Friedl et al., 2002).

Методология использования разновременных глобальных данных для анализа текущих изменений окружающей среды разработана значительно менее, чем использование данных земельного покрова для оценки степени трансформации природной среды. Исследования такого рода сталкиваются с объективными методическими сложностями (Herold et al., 2008; Jansen, 2004).

Во-первых, интерпретация материалов о земельном покрове, полученных при дешифрировании данных дистанционного зондирования, поставляемых разными сенсорами, привела к различному номинированию сходных категорий земельного покрова (Herold et al., 2006). Это затрудняет прямое сравнение разновременных карт и требует предварительной гармонизации легенд (Chandra et al., 2005). Во-вторых, по-разному трактуется и содержание одних и тех же категорий. Так, категория «злаковники» (*grassland*), имеющаяся в большинстве легенд карт земельного покрова глобального масштаба (*DISCover land cover, Global Land Cover 2000, GlobCover*), может означать как малонарушенные травянистые формации растительности, так и стадию залежной сукцессии в лесной зоне, а также периодически затапливаемые злаковники в тропической зоне. Аналогичная картина наблюдается и с категорией «открытые кустарниковые формации» (*open shrubland*), которая встречается одновременно в зонах лесотундр, лесостепей, саванн и редколесий, а также может представлять собой посадки низкорослых деревьев на лесных плантациях.

Процедура гармонизации легенд проводилась в два этапа: первый этап включал анализ содержания сходных категорий легенды и выделение идентичных категорий, второй – математический анализ точности совпадения используемых данных по категориям легенды и попиксельно.

Второй этап был необходим, т.к. даже в случае семантического совпадения категорий легенды в разновременных данных (это, например, относится к категории вечнозеленые широколиственные леса) возможно расхождение в части классификационных признаков, которое исказит конечные результаты.

Проведенный нами пространственный попиксельный и покласовый анализ классификаций *UMD* и *GLC2000* показал, что получение достоверных результатов об изменении состояния земельного покрова на их основе возможно только для отдельных категорий (Алексеева и др., 2017). К ним относятся, прежде всего, вечнозеленые широколиственные леса, вечнозеленые хвойные леса, листопадные широколиственные и листопадные хвойные леса. Для категории «обрабатываемые земли» сравнение возможно с высокой долей погрешности. Не дает адекватных результатов по этим источникам сравнение классов земельного покрова для лесостепной, степной и саванново-редколесной зон, где большая часть территории занята такими категориями как «кустарниковые формации», «травянистая растительность» и «смешанные леса/другая древесная растительность».

В результате предварительной оценки исходных данных (подробнее об этом см. Алексеева и др., 2017) единственным пригодным для разновременного анализа источником информации стали данные проекта *MODIS Land Cover* (доступны погодично за период 2001-2012 гг. с разрешением 5'x5'). Легенда к карте земельного покрова включает 17 классов (от 0 до 16), соответствующих классификации Международной геосферно-биосферной программы (МГБП) (Channan *et al.*, 2014). Каждая категория имеет четкие классификационные критерии (высота древесного и кустарникового ярусов, сомкнутость древостоя и т.п.) (табл. 4.2).

Границы природных зон, в которых проводился анализ трансформации земельного покрова, взяты из электронного Атласа мира «*ArcAtlas: Our Earth*» (Our Earth, 1996). 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).

Таблица 4.2

**Классы земельного покрова/землепользования, принятые
в Международной геосферно-биосферной программе (IGBP)**

| Класс | | Описание |
|-------|------------------------------------|--|
| Номер | Наименование | |
| 1 | Вечнозеленые хвойные леса | Сомкнутость древостоя > 60 %, высота деревьев > 2 м |
| 2 | Вечнозеленые широколиственные леса | Сомкнутость древостоя > 60 %. высота деревьев > 2 м |
| 3 | Листопадные хвойные леса | Сомкнутость древостоя > 60 %, высота деревьев > 2 м. Для деревьев характерно сезонное опадание хвои |
| 4 | Листопадные широколиственные леса | Сомкнутость древостоя > 60 %, высота > 2 м. Для деревьев характерно сезонное опадание листвы |
| 5 | Смешанные леса | Сомкнутость древостоя > 60 %, высота деревьев > 2 м. Состоят из древесных сообществ предыдущих четырех типов, ни один из которых не занимает более 60 % площади ареала |
| 6 | Сомкнутые кустарниковые формации | Сомкнутость кустарникового яруса > 60 %, высота отдельных деревьев < 2 м. Кустарники могут быть как листопадными, так и вечнозелеными |
| 7 | Разреженные кустарниковые формации | Сомкнутость кустарникового яруса от 10 до 60 %, высота отдельных деревьев < 2 м. Кустарники могут быть как листопадными, так и вечнозелеными |
| 8 | Древесные саванны | Сомкнутость древесного покрова 30–60 %, высота деревьев > 2 м на фоне преобладания травянистой и низкорослой растительности |
| 9 | Саванны | Сомкнутость древесного покрова 10–30 %, высота деревьев > 2 м на фоне преобладания травянистой и низкорослой растительности |
| 10 | Злаковники | Травянистые типы растительного покрова с деревьями и кустарниками, занимающими < 10 % площади |

| Класс | | Описание |
|-------|--|---|
| Номер | Наименование | |
| 11 | Постоянно переувлажненные угодья | Сочетание территорий, покрытых водой и травянистой или древесной растительностью. Растительность может произрастать как в соленой, так и в 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 > 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 покрываются растительностью более чем на 10 % их площади |
| 0 | Водные объекты | Океаны, моря, реки, водохранилища и озера (пресные и соленые). |

Источник: Климанова и др., 2018

Согласно объяснительной записке к карте ареалы природных зон характеризуются единством гидротермических, почвенно-географических, геоботанических характеристик. 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 семи географическим поясам. 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 природных зон.

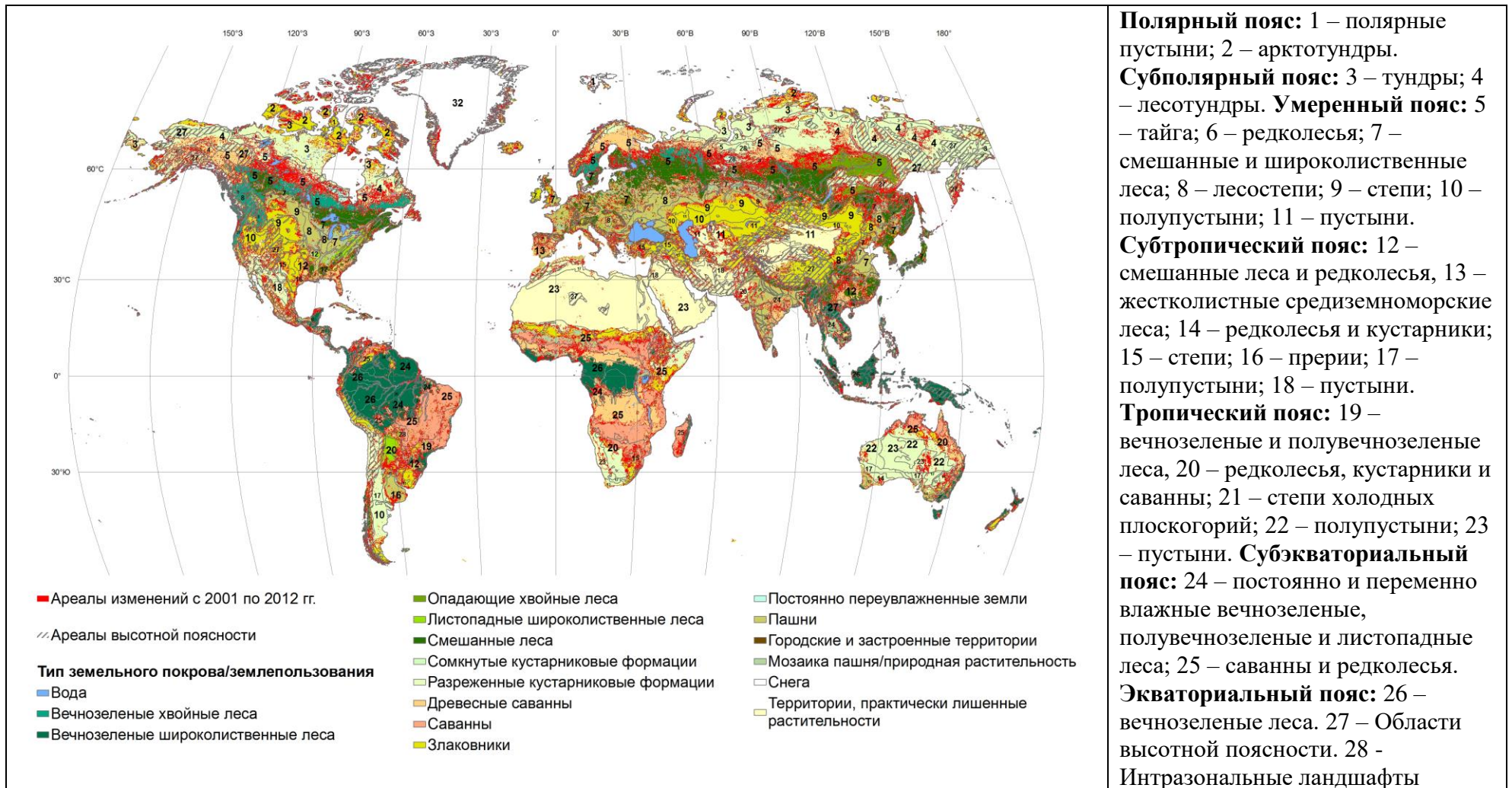
Для анализа полученных результатов введем следующие понятия:

«тип перехода» – сочетание двух любых цифровых индексов в соответствии с классификацией МГБП (табл. 4.1), где первая цифра соответствует типу земельного покрова в 2001 г., а вторая – в 2012 г. (например, 1_1 – вечнозеленые хвойные леса – вечнозеленые хвойные леса; 12_5 – пашни-смешанные леса);

«тип изменений» – сочетание двух разных цифровых индексов (выше 12_5), свидетельствующих о трансформации категорий земельного покрова.

На карте (рис. 4.1) 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.

Отметим, что далеко не все изменения свидетельствуют об антропогенизации ландшафтов природных зон, целый ряд изменений может быть интерпретирован как природная динамика – прежде всего, это касается лесных зон всех поясов (контура 5, 7, 12 на рис. 4.1).



Источник: Климанова и др., 2018

Рис. 4.1. Ареалы изменений земельного покрова / землепользования в 2001-2012 гг.

Всего было зафиксировано 246 типов переходов из потенциально возможных 289 (матрица 17x17), из них 229 – это типы изменений, отражающие смену категории земельного покрова. Для дальнейшей классификации типов изменений с целью выявления процессов трансформации была проведена их генерализация. Первоначально использовались два критерия: площадь ареала и логическая корректность перехода. Последовательная выбраковка ареалов с площадью менее 100, 200, 400, 1000 кв. км не дала желаемого результата. Кроме того, более 60% ареалов площадью менее 100 и 200 кв. км соответствовали переходам маловероятным (вечнозеленые леса – вечные снега, злаковники – вода и т.п.). Исходя из подобного эмпирического анализа, а также целей исследования – выявление зональных закономерностей трансформации земельного покрова на глобальном уровне – в данном исследовании было решено считать значимыми для анализа типы переходов, занимающие 1% и более от площади природной зоны

Все выявленные таким образом 43 типа изменений были объединены в 13 процессов трансформации земельного покрова (табл. 4.3). Интерпретация процессов была дана в соответствии с их зональной и географической локализацией.

Структура земельного покрова в границах природных зон и вклад процессов в структуру трансформации земельного покрова каждой из них представлен в табл. 4.4.

Таблица 4.3

Процессы трансформации и соответствующие им типы изменений

| № п/п | Процесс | Типы изменений |
|-------|--|--|
| 1 | Увеличение площадей, занятых вечными снегами | 16_15, 0_15, 10_15 |
| 2 | Увеличение площадей, занятых растительностью | 15_10 |
| 3 | Увеличение доли древесной растительности (с 10-30 до 30-60 %) в зонах всех типов | 9_8, 7_8, 7_9, 10_9 |
| 4 | Снижение доли кустарниковых формаций (с 10-60 % до менее 10 %) в нелесных зонах | 7_10, 14_10 |
| 5 | Заращение земель, лишенных растительности (в зонах всех типов) | 16_10, 16_7 |
| 6 | Закустаривание | 8_7, 9_7, 10_7 |
| 7 | Изменение породного состава лесов | 1_5, 5_1 |
| 8 | Увеличение доли лесной растительности с 30-60 % до более 60 %, в лесных зонах | 8_1, 8_3, 8_5, 9_1, 8_2, 8_4, 14_2 |
| 9 | Деградация древесной растительности с увеличением доли открытых пространств в нелесных зонах | 8_10, 9_10, 2_9, 2_14, 8_9, 8_14, 9_14 |
| 10 | Распашка | 10_12, 7_12, 10_14, 14_12 |
| 11 | Заращение регулярно обрабатываемых угодий (в отдельных случаях возможна смена возделываемых культур) | 12_5, 12_10, 12_14, 12_7, 12_8 |
| 12 | Сокращение проективного покрытия растительности в зонах, переходных к пустыням (опустынивание) | 7_16 |
| 13 | Саваннизация | 14_8, 14_9 |

Нумерация категорий земельного покрова в типах изменений соответствует табл. 4.2.

Таблица 4.4

Вклад процессов трансформации в структуру земельного покрова природных зон мира

| № | Процессы/природные зоны | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Всего |
|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | Полярные пустыни (Аркт и Ант) | 5,8 | 5,8 | 0,0 | 0,0 | 5,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,9 |
| 2 | Арктотундры (Аркт и Ант) | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 6,9 | 7,5 | 3,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,8 |
| 3 | Тундры (СП) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,4 |
| 4 | Лесотундры (СП) | 0,0 | 0,0 | 8,2 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,0 |
| 5 | Тайга (У) | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,2 | 12,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,5 |
| 6 | Редколесья и кустарники (У) | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 1,4 | 0,0 | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,5 |
| 7 | Смешанные и широколиственные леса (У) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | 0,0 | 2,4 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 10,5 |
| 8 | Лесостепи (У) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,9 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 7,4 |
| 9 | Степи (У) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,9 | 4,9 | 0,0 | 0,0 | 9,8 |
| 10 | Полупустыни (У) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 2,2 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 5,9 |
| 11 | Пустыни (У) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,8 |
| 12 | Смешанные леса и редколесья (СТ) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 6,6 |
| 13 | Жестколистные летнесухие леса, редколесья и кустарники (СТ) | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 13,3 |
| 14 | Полупустыни (СТ) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 4,4 |

| № | Процессы/природные зоны | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Всего |
|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 15 | Пустыни (СТ) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 5,8 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,5 |
| 16 | Редколесья и кустарники (СТ) | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 1,4 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 11,9 |
| 17 | Степи (СТ) | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 5,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,6 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 13,6 |
| 18 | Прерии (СТ) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 8,6 | 0,0 | 0,0 | 12,6 |
| 19 | Пустыни (Т) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 |
| 20 | Полупустыни (Т) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,6 |
| 21 | Степи прохладных плоскогорий (Т) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,4 |
| 22 | Редколесья, кустарники и саванны (Т) | 0,0 | 0,0 | 2,6 | 1,6 | 1,4 | 4,3 | 0,0 | 1,2 | 3,1 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15,5 |
| 23 | Вечнозеленые и полувечнозеленые леса (Т) | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 1,5 | 1,2 | 1,9 | 0,0 | 2,1 | 14,3 |
| 24 | Постоянно и переменнo влажные вечнозеленые, полувечнозеленые и листопадные леса (СЭ) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 7,3 |
| 25 | Саванны и редколесья (СЭ) | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 1,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,3 |
| 26 | Вечнозеленые леса (Э) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,5 |

Составлено автором

В полярном и субполярном поясах (зоны 1-4) наиболее динамичными оказались природные зоны полярных пустынь и арктотундр, доля равнинных территорий, где произошли изменения составила 16,9 и 20,8% от площади зон соответственно. При этом в зоне полярных пустынь процессы 1 и 2, связанные с динамикой вечных снегов, в глобальном масштабе компенсировали друг друга по доле, но наблюдалось зарастание территорий, лишенных растительности (в основном, на островах Канадского Арктического архипелага). В арктотундрах набор процессов более разнообразен – процессы 4 и 6 частично компенсируют друг друга, а процессы 2 и 5 свидетельствуют об увеличении площадей, занятых растительностью и в Евразии Северной Америке. В зоне лесотундры проявляется тренд на увеличение площадей, занятых древесной и кустарниковой растительностью, в зоне же тундры – наиболее инертной из зон полярных поясов процесс закустаривания также частично компенсирует сокращение доля кустарниковых формаций. Фактически по результатам трансформации земельного покрова в 2001-12 гг. заметен явный тренд на увеличение площади территорий, занятых растительностью в южной части зоны арктотундры и древесной растительностью – в южной части зоны лесотундры.

В умеренном поясе в лесных зонах изменчивость земельного покрова выше, чем 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 уды по полученным данным полностью компенсируется зарастанием сельскохозяйственных земель.

В пустынных зонах умеренного и тропического поясов наиболее выражены процессы зарастания земель, лишенных растительности, причем в умеренном поясе их доля от площади зоны существенно выше (4,8 %), чем в тропическом (1,15 %). Полупустынные зоны умеренного и тропического поясов демонстрируют сходный спектр процессов – зарастание земель, лишенных растительности, и закустаривание, однако в полупустынях умеренного пояса эти процессы сопровождаются также снижением доли кустарниковых формаций и зарастанием обрабатываемых угодий (возможно, ранее орошаемых). Для полупустынь субтропического пояса типичен противоположный тренд – сокращение проективного покрытия растительности, т.е. фактически активизация процессов опустынивания.

В лесах экваториальной зоны отмечается как увеличение доли лесной растительности, так и ее деградация. Распашка играет важную роль в зонах переменного-влажных и листопадных лесов и саванн и редколесий экваториальной зоны.

Наиболее распространены типы переходов, отражающие трансформацию кустарниковых сообществ, земель, лишенных растительности, и регулярно обрабатываемых угодий (процессы 4, 5, 6, 11 в табл. 4.3). Причем снижение доли кустарниковых формаций (4) и закустаривание (6) в пределах ряда зон происходят параллельно (в тундрах, редколесьях и кустарниках умеренного пояса, степях прохладных плоскогорий), но могут протекать и по отдельности. Например, снижение доли кустарниковых формаций (4) значимо в зоне степей, а закустаривание (6) в зонах полупустынь тропического пояса, редколесий и кустарников субтропического пояса.

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. В отличие от большинства аналогичных исследований (Briassoulis, 2000; Mucher, 2009; Ellis *et al.*, 2010) 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. (Ellis *et al.*, 2010).

Часть кратковременных процессов (например, в пределах таежной и лесотундровой зон) ожидаемы. При этом неоднозначность выявленных трендов может быть объяснена разнонаправленностью действия природных процессов и последствий антропогенного воздействия. Интерпретация других переходов требует специального восстановления всей цепочки причинно-следственных связей. Есть и определенные ограничения, накладываемые самой методикой использования геопространственных данных для анализа состояния окружающей среды (Schmit *et al.*, 2006; Lepers *et al.* 2005).

С высокой долей достоверности можно утверждать, что максимальные по площади изменения земельного покрова затронули в 2000-2012 гг. в большей степени природные зоны внетропических областей, в то время как в тропической зоне процессы трансформации были, в основном, связаны с ростом антропогенной нагрузки на земельные ресурсы, что наиболее явно проявилось в Африке. Полученные результаты нуждаются в дальнейшем углубленном анализе с привлечением других, в первую очередь, статистических материалов, позволяющих более четко выделить ареалы антропогенизации ландшафтов на более детальном – региональном уровне.

4.3. Соотношение природных и антропогенных факторов трансформации земельного покрова на разных территориальных уровнях⁴

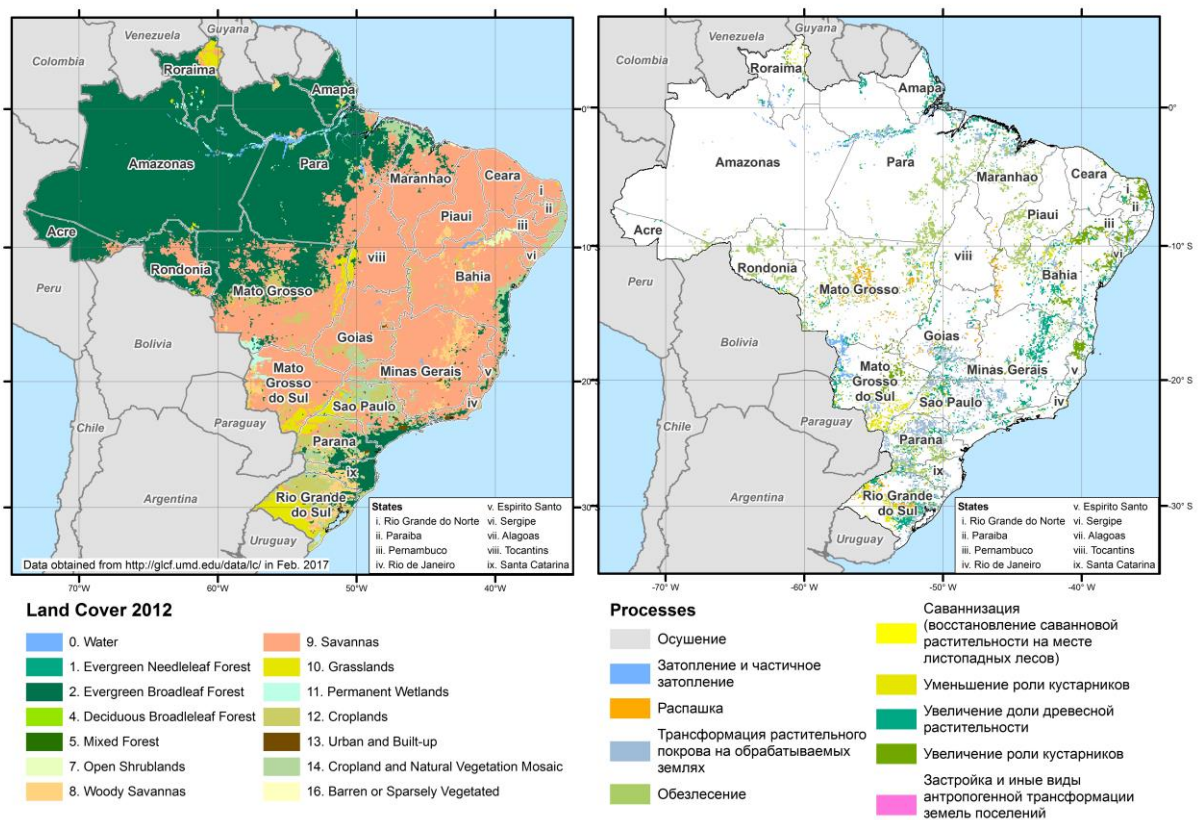
Для более детального анализа факторов трансформации земельного покрова на макрорегиональном уровне была выбрана Бразилия. Выбор определялся тремя соображениями – мы хотели подтвердить или опровергнуть свои выводы, предварительно сделанные по тропической зоне, искали тропический регион с развитым сельским хозяйством и хорошо обеспеченным сельскохозяйственной статистикой, а также хотели провести оценку в границах страны – традиционного для страноведения объекта.

Бразилия – страна, отличающаяся рекордными темпами таких важнейших в контексте исследуемой проблематики процессов, как обезлесение (главным образом, вследствие сельскохозяйственного освоения и добычи древесины), конверсия естественных пастбищ в культурные и в пахотные угодья, расползание городской застройки. По данным Бразильского института географии и статистики (*IBGE*), только за 2010–2014 гг. площадь лесов в Бразилии сократилась на 2%. В то же время быстрыми темпами сокращалась площадь естественных пастбищ: на 7,8% за 2010–2012 гг. и на 9,4% за 2012–2014 гг. Площадь сельскохозяйственных угодий за эти два периода выросла примерно одинаково – на 8,6 и 8,2% соответственно. За 2012–2014 гг. по сравнению с периодом 2010–2012 гг. сократился прирост площади культурных пастбищ (с 11,1 до 4,5%), в основном, за счет их конверсии в земельные угодья. Одновременно происходило значительное увеличение площади лесных плантаций (на 23,8% только за

⁴ При написании параграфа использованы материалы статьи, написанной в соавторстве с А.С. Наумовым, Ю.С. Гринфельдт, Д.А. Третьяченко и Р. Прадо (*Klimanova et al.*, 2018).

2012-2014 гг.), которые создавались на месте сведенных лесов или пастбищ (Mudanças..., 2016).

Для макрорегионального уровня исследований, к которому, без сомнения, относится Бразилия, входящая в десятку крупнейших стран мира по площади, адекватным, в частности, является использование глобальных баз данных о земельном покрове. При сопоставлении описанных выше данных *MODIS* за 2001–2012 гг. были выделены 96 типов изменений, которые для последующего анализа были объединены в 10 групп в соответствии с процессами, вызывающими эти изменения (рис. 4.2, табл. 4.5, 4.6).



Источник: Klimanova et al., 2017

Рис. 4.2. Ареалы трансформации использования земель Бразилии в 2001-2012 гг.

Таблица 4.5

**Процессы трансформации земельного покрова на территорию Бразилии
и соответствующие им типы изменений за 2001–2012 гг.
(по результатам анализа космоснимков MODIS)**

| № | Процесс | Типы изменений |
|----|--|--|
| 1 | Осушение | Все изменения при переходах из категории 0; 11_2, 11_8, 11_9 |
| 2 | Затопление и частичное затопление | Все изменения, приводящие к переходам в категории 0 и 11 |
| 3 | Распашка* | Все изменения, приводящие к переходу в категорию 12 и изменения, приводящие к переходу в категорию 14 из тех категорий, которые не относятся к пахотным землям (кроме 2_14, 10_14, 8_14, 9_14) |
| 4 | Трансформация растительного покрова на обрабатываемых землях | Все изменения, относящиеся к категориям 12 и 14 (кроме 14_2) |
| 5 | Обезлесение | 2_14, 2_10, 2_8, 2_9, 8_9, 8_10 |
| 6 | Саваннизация (восстановление саванновой растительности на месте листопадных лесов) | 4_9, 4_8, 5_8 |
| 7 | Уменьшение роли кустарников в растительном покрове | 7_10, 9_10, 6_7, 6_9, 6_8 |
| 8 | Увеличение доли древесной растительности (в отдельных случаях, лесовосстановление) | 7_8, 7_9, 8_2, 8_4, 8_14, 9_2, 9_4, 9_8, 9_14, 10_2, 10_8, 10_14, 14_2, 14_8, |
| 9 | Увеличение роли кустарников в растительном покрове | 9_7, 10_9, 10_7 |
| 10 | Застройка и иные виды антропогенной трансформации земель поселений | 2_13, 8_13, 9_13, 10_13, а также все переходы из категории 13** |

* Включая минимальную и так называемую нулевую распашку

Для каждого типа изменений и группы процессов были определены: 1) площадь изменений; 2) доля каждого типа изменений и укрупненной группы процессов от площади каждого штата; 3) доля каждого типа изменений и укрупненной группы процессов от суммарной площади всех типов изменений в данном штате.

Таблица 4.6

Структура и основные процессы изменений земельного покрова по штатам Бразилии в 2001-2012 гг.

| Штат | Все изменения земельного покрова | | Структура изменений*, % | | | | | | | Увеличение доли распаханной земель, % от площади штата | | Увеличение доли лесопосадок, % от площади штата | Восстановление лесов (по данным ДЗЗ), % от площади штата |
|----------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|----------|----------------------------------|-------------|----------------------|----------|--|---------------|---|--|
| | кв. км | % от площади штата | Осушение | Затопление, в т.ч. частичное | Распашка | Трансформация распаханной земель | Обезлесение | Восстановление лесов | Прочие** | Статистика | По данным ДЗЗ | | |
| Север | | | | | | | | | | | | | |
| Акри | 4 959 | 3,25 | 0 | 0 | 0 | 9,89 | 78,05 | 9,79 | 2,27 | -0,04 | 0 | 0 | 0,32 |
| Амазонас | 14 204 | 0,9 | 7,87 | 41,63 | 1,16 | - | 14,05 | 31,74 | 3,56 | -0,01 | 0,01 | 0 | 0,28 |
| Амапа | 16 643 | 12,01 | 0,55 | 18,86 | 3,66 | 6,23 | 2,57 | 67,11 | 1,02 | 0 | 0,37 | -0,34 | 7,97 |
| Пара | 105 425 | 8,54 | 0 | 9,53 | 1,71 | 14,07 | 52,06 | 22,35 | 0,28 | -0,13 | 0,15 | 0,09 | 1,88 |
| Рондония | 35 621 | 14,98 | 0 | 2,48 | - | 0,94 | 91,20 | 5,06 | 0,32 | 0,36 | 0,04 | -0,5 | 0,76 |
| Рорайма | 13 238 | 5,93 | 0 | 14,34 | 2,00 | 0,81 | 34,85 | 48,01 | -0,01 | 0,06 | 0,12 | 0 | 2,85 |
| Токантинс | 7 224 | 2,59 | 0 | 11,15 | 9,56 | 3,55 | 27,70 | 47,03 | 1,02 | 1,97 | 0,15 | 0,4 | 1,22 |
| Северо-Восток | | | | | | | | | | | | | |
| Алагоас | 8 913 | 32,51 | 0 | - | 6,84 | 46,39 | - | 2,37 | 44,40 | -3,84 | 6,84 | 0 | 0,77 |
| Баия | 115 751 | 20,55 | 0 | 1,58 | 15,15 | 16,29 | 17,88 | 17,17 | 31,94 | 0,78 | 3,11 | 0,62 | 3,52 |
| Мараньян | 41 927 | 12,85 | 0,33 | 2,93 | 4,06 | 24,58 | 65,09 | 2,43 | 0,59 | 1,64 | 0,52 | 0,51 | 0,31 |
| Параиба | 4 899 | 8,70 | 0 | | 31,18 | 12,58 | 3,62 | 8,82 | 43,80 | -2,46 | 2,62 | 0 | 0,74 |
| Пернамбуку | 12 864 | 13,04 | 0 | 1,25 | 2,77 | 21,94 | 1,94 | 7,64 | 64,46 | -2,83 | 0,36 | 0 | 1 |
| Пиауи | 24 782 | 9,82 | 0,13 | 0,15 | 2,36 | 0,87 | 90,83 | 2,43 | 3,22 | 2,18 | 0,23 | 0,11 | 0,24 |

| Штат | Все изменения земельного покрова | | Структура изменений*, % | | | | | | | Увеличение доли распаханых земель, % от площади штата | | Увеличение доли лесопосадок, % от площади штата | Восстановление лесов (по данным ДЗЗ), % от площади штата |
|---------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|----------|---------------------------------|-------------|----------------------|----------|---|---------------|---|--|
| | кв. км | % от площади штата | Осушение | Затопление, в т.ч. частичное | Распашка | Трансформация распаханых земель | Обезлесение | Восстановление лесов | Прочие** | Статистика | По данным ДЗЗ | | |
| Риу-Гранди-ду-Норти | 12 503 | 23,88 | 0 | 1,26 | 8,03 | 1,45 | - | 9,83 | 79,42 | -2,75 | 1,92 | 0 | 2,35 |
| Сеара | 3 083 | 2,08 | 0 | 9,32 | 6,82 | 18,79 | 5,52 | 16,68 | 42,88 | -2,96 | 0,14 | 0 | 0,35 |
| Сержипи | 7 292 | 33,74 | 0 | | 22,64 | 12,40 | 0,86 | - | 64,09 | 4,17 | 7,64 | 0 | 0 |
| Центро-Запад | | | | | | | | | | | | | |
| Гояс | 36 002 | 10,55 | 0,10 | 0,92 | 19,42 | 36,80 | 1,15 | 40,78 | 0,83 | 4,9 | 2,05 | 0,18 | 4,3 |
| Мату-Гросу | 129 788 | 14,32 | 0,06 | 5,85 | 20,57 | 4,78 | 50,91 | 14,84 | 2,99 | 8,47 | 2,94 | 0,05 | 2,12 |
| Мату-Гросу-ду-Сул | 72 374 | 20,22 | 1,14 | 11,66 | 11,87 | 6,87 | 6,61 | 35,39 | 26,46 | 4,92 | 2,4 | 1,51 | 7,16 |
| Федеральный округ | 1 602 | 27,47 | 0 | - | 13,86 | 24,22 | - | 51,25 | 10,68 | 8,41 | 3,81 | 0 | 14,08 |
| Юго-Восток | | | | | | | | | | | | | |
| Минас-Жерайс | 91 024 | 15,47 | 0,29 | 2,43 | 12,64 | 24,82 | 8,51 | 50,88 | 0,44 | 0,99 | - | 2,51 | - |
| Рио-де-Жанейро | 3 812 | 9,16 | 0 | 1,89 | 15,48 | 8,87 | 27,44 | 42,08 | 4,24 | 0,35 | 1,42 | 0,06 | 3,85 |
| Эспириту-Санту | 7 637 | 16,91 | 0 | - | 16,73 | 28,58 | 10,00 | 44,67 | 0,02 | -0,86 | 2,83 | 0,63 | 7,55 |

| Штат | Все изменения земельного покрова | | Структура изменений*, % | | | | | | | Увеличение доли распаханых земель, % от площади штата | | Увеличение доли лесопосадок, % от площади штата | Восстановление лесов (по данным ДЗЗ), % от площади штата |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|----------|---------------------------------|-------------|----------------------|----------|---|---------------|---|--|
| | кв. км | % от площади штата | Осушение | Затопление, в т.ч. частичное | Распашка | Трансформация распаханых земель | Обезлесение | Восстановление лесов | Прочие** | Статистика | По данным ДЗЗ | | |
| Сан-Паулу | 55 638 | 22,43 | 0,89 | 2,01 | 33,35 | 33,33 | 12,13 | 16,29 | 2,00 | -1,38 | 7,47 | 3,18 | 3,65 |
| Юг | | | | | | | | | | | | | |
| Парана | 71 966 | 36,23 | 0,21 | 1,04 | 38,85 | 31,56 | 21,60 | 5,77 | 0,98 | 10,33 | 14,06 | 2,52 | 2,09 |
| Риу-Гранди-ду-Сул | 84 532 | 32,15 | 0 | 1,02 | 22,95 | 20,46 | 32,70 | 20,99 | 1,90 | 5,37 | 7,35 | 1,41 | 6,72 |
| Санта-Катарина | 25 243 | 26,99 | 0 | 0,99 | 19,43 | 29,56 | 41,28 | 8,40 | 0,34 | -1,48 | 5,25 | 5,6 | 2,27 |

* Вся площадь изменений в границах штата принята за 100 %

** Включены процессы 6, 7, 9, 10 из табл. 4.5

Источник: Klimanova et al., 2017

Для определения социально-экономических драйверов трансформации земельного покрова был проведен анализ национальной статистики, относящейся к сельскому хозяйству. В основном, анализировались изменения в площади под зерновыми культурами в целом (в Бразилии к данной группе относят сою и иные бобовые культуры, а также подсолнечник), а также под важнейшими товарными сельскохозяйственными культурами: соей, сахарным тростником, хлопчатником, кофе, рисом. На перечисленные культуры, за исключением риса, в Бразилии приходится значительная часть площади обрабатываемых земель, и для всех них за исследуемый период отмечались существенные изменения посевной и уборочной площади. Рис представляет для нашего исследования особый интерес, поскольку распространение данной культуры, выращиваемой на заливных полях, вызывает специфический тип трансформации земельного покрова. Сахарный тростник выращивается на одном поле в среднем 4–5 лет, где он ежегодно вырастает после уборки и на космических снимках может мало отличаться от посевов сезонных культур. Так, по данным Министерства сельского развития Бразилии, в 2009 г. на сою в этой стране приходилось 37,3% всей площади земель под сезонной обработкой, на сахарный тростник – 14,6%, на рис – 4,9%, на хлопчатник – 1,4%. Кукуруза занимала 23,4% сезонно обрабатываемых угодий. В Бразилии она чаще всего выращивается в годичном севообороте с соей, и из-за совпадения ареалов возделывания этих двух культур мы сочли возможным не рассматривать данные по кукурузе. Первое место среди многолетних культур занимало кофе – 35,4% общей площади (Estatísticas..., 2011). Также была использована статистика по лесонасаждениям. К сожалению, данные о площади пастбищ по штатам Бразилии не публикуются ежегодно, они доступны лишь для переписных лет, которые не совпадают с начальным и конечным годами исследуемого нами периода. Поэтому нам не удалось провести численный анализ динамики

площади пастбищ. При наличии исходных данных этот анализ наверняка дал бы крайне интересные результаты, поскольку в первом десятилетии XXI в. в Бразилии произошли коренные изменения в структуре пастбищных угодий: площадь естественных пастбищ сократилась и стала меньше площади мелиорированных и сеяных пастбищ.

Во избежание искажения результатов из-за небольших площадей застроенных земель все переходы, связанные с изменением ареалов застроенных земель объединены в один процесс, поэтому отдельно влияние процессов урбанизации в данном разделе не рассматривается.

Сравнение количественных данных по отдельным типам изменений земельного покрова и по трансформации отдельных типов сельскохозяйственных земель в штатах, отличающихся высокой степенью освоенности, демонстрирует корреляцию в целом по трендам, но не полное совпадение. Площади ареалов, где произошло увеличение роли древесной растительности, по данным, полученным с помощью снимков *MODIS*, больше, чем площадь лесопосадок по статистическим данным, что свидетельствует о двойкой природе этого процесса. Он может определяться действием как природных, так и антропогенных факторов. Согласно статистике, величина изменений в структуре обрабатываемых земель, определяемых увеличением площади под сельскохозяйственными культурами, как правило, меньше, чем величина переходов, отнесенных нами к категории «распашка» на основе анализа данных дистанционного зондирования.

Площадь выявленных путем сопоставления данных земельного покрова по космическим снимкам *MODIS* по всем категориям земель в штатах Бразилии существенно различается: в трех штатах – Мату-Гросу, Баия, Пара из 27 она превышает более 100 тыс. км², в 8 штатах – менее 10 тыс. км². Минимальная площадь изменений – 1,6 тыс. км² – в Федеральном

округе, вся площадь которого, впрочем, составляет 5,8 тыс.км². Минимальная доля площади территорий, подвергшихся изменению, в общей площади штата – 0,9 % (Амазонас). Максимальная – 36,2% (Парана). В макрорегионах Север и Северо-Восток есть штаты с низкой, средней и высокой степенью трансформации земельного покрова, во всех штатах Юга доля площади изменений достигает самых высоких для страны значений.

Региональные различия четко прослеживаются и в основных процессах, определяющих трансформацию. В штатах Севера наибольший вклад в трансформацию вносит обезлесение, вклад распашки в этом макрорайоне выше всего в штате Токантинс, расположенном в переходной зоне амазонских лесов и саванн (порт. *серраду*). В штатах Северо-Востока наибольшее значение имеют процессы трансформации кустарниковой растительности (они учтены в графе «прочие»), по этому показателю штаты макрорегиона резко выделяются на фоне остальной страны, возможно, они связаны с естественными процессами трансформации кустарниковой растительности, доминирующей в структуре земельного покрова данных штатов. Также можно предположить, что значительная часть новых земель осваивается под пастбища, которые трудноотличимы от растительности кустарниковых саванн или злаковников. В отдельных штатах Северо-Востока (Мараньян, Пиауи) – важную роль играют обезлесение и трансформация обрабатываемых земель (Пернамбуку и Алагоас).

Штаты Центр-Запада расположены в зоне саванн-серраду, где с 1980-х гг. идет активное сельскохозяйственное освоение, что подтверждает высокий вклад распашки в структуру трансформации. В штате Мату-Гросу очень высоко значение—обезлесения (половина всех изменений). В макрорегионах Юг и Юго-Восток также велика роль распашки, значительная часть уже обрабатываемых земель испытывает трансформацию

растительности – зарастает или заменяется другими культурами, например, культурными пастбищами.

Объемы затопления или, напротив, осушения территории требует дополнительной верификации. Распространение подобных процессов может быть связано с межгодовыми изменениями речного стока и, соответственно, увеличением или уменьшением площадей переувлажненных земель в долинах рек. Косвенное подтверждение этого – наибольший вклад подобных процессов в структуру изменений земельного покрова в штатах Амазонии, где они очевидно определяются природными факторами. Лесовосстановление наряду с устройством лесных плантаций также может определяться и природной динамикой, с чем связана его высокая роль в Амазонии и штатах и Юго-Востока.

Расчеты, отражающие динамику площади под сельскохозяйственными культурами и лесными плантациями по штатам Бразилии, позволили выявить основные типы изменений в сельскохозяйственном и лесохозяйственном использовании земель, результаты этой типологии сведены в таблицу 4.7.

Важнейшей движущей силой изменений в характере земельного покрова в Бразилии является развитие сельского хозяйства. Его вклад в соответствующие процессы максимален в штатах Центр-Запада и Юга, а также в отдельных штатах каждого из макрорегионов страны.

Существенную роль в изменении земельного покрова Бразилии (22 из 96 выделенных типов изменений) играют процессы, связанные с использованием лесов и лесным хозяйством. По данным национальной статистики, в 2012 г. Бразилия занимала второе место в мире по лесопокрытой площади, составлявшей 561 млн га, или около 60% территории страны. На протяжении всей истории хозяйственного освоения территории страны леса интенсивно вырубались, особенно быстро их площадь стала сокращаться после 1970-х гг. с началом масштабной колонизации Амазонии.

Таблица 4.7

Типы изменений в сельскохозяйственном и лесохозяйственном использовании земель по штатам Бразилии в 2001-2012 гг.*

| Процесс по данным ДЗЗ | Тип изменений** | Районы, штаты |
|---|--|---|
| Обезлесение | Незначительны | Север: Акри (П-А), Амазонас (П-А), Амапа (П), Рорайма (А) |
| Распашка | Леса → сезонные культуры | Север: Рондония (А) |
| Распашка | Саванны → сезонные культуры | Северо-Восток: Мараньян (А), Пиауи (А), Сержипи (П-А) |
| Распашка | Саванны → сезонные и многолетние культуры | Северо-Восток: Баия (А) |
| Трансформация обрабатываемых земель | Сезонные культуры → многолетние культуры | Север: Пара (П-А); Юго-Восток: Рио-де-Жанейро (А), Эспириту-Санту (А) |
| Трансформация обрабатываемых земель | Сезонные культуры → пастбища | Северо-Восток: Алагоас (А), Параиба (А), Пернамбуку (А), Риу-Гранди-ду-Норти (П-А), Сеара (П-А) |
| Трансформация обрабатываемых земель | Сезонные культуры, пастбища → сезонные и многолетние культуры | Юго-Восток: Сан-Паулу (А) |
| Трансформация обрабатываемых земель | Многолетние культуры → сезонные культуры | Север: Токантинс (А) |
| Распашка, лесовосстановление | Пастбища → сезонные и многолетние культуры, лесные плантации | Юго-Восток: Минас-Жерайс (П-А) |
| Распашка, лесовосстановление | Пастбища → сезонные культуры, лесные плантации | Юг: Риу-Гранди-ду-Сул (П-А); Центр-Запад: Мату-Гросу (П-А), Мату-Гросу-ду-Сул (П-А), Гояс (А), Фед. округ (А) |
| Трансформация обрабатываемых земель, лесовосстановление | Пастбища, многолетние культуры → сезонные культуры, лесные плантации | Юг: Парана (А) |

* – П – природные процессы, А – антропогенные процессы, П-А – процессы как природного, так и антропогенного характера.

** – Только изменения, вызванные развитием сельского хозяйства и созданием лесных плантаций.

Источник: Klimanova et al., 2017

В пределах одного из главных биомов страны – расположенных вблизи побережья так называемых приатлантических лесов (*mata atlântica*) естественная древесная растительность сохранилась всего на 10% территории (GEO Brazil, 2002; GEO UNEP, 2016). В последние десятилетия проблема обезлесения Амазонии привлекает большое внимание мирового сообщества, ведутся многочисленные исследования в данной области, позволяющие с высокой степенью точности отследить изменения лесопокрытой площади как в амазонском регионе, так и на остальной территории Бразилии (Laurance et al., 2002; Chazdon, 2008; INPE, 2015). При этом важно отметить, что региональные различия в темпах обезлесения зависят от особенностей природоохранного законодательства: в амазонских штатах законом предписано сохранение естественного растительного покрова на 80% площади землевладений, в то время как в штатах, относящихся к зоне саванн-серраду – на 50% площади. Согласно закону, принятому в 2012 г., Амазония (*Amazônia Legal*) включает штаты Амазонас, Пара, Рондония, Рорайма, Акри, Амапа, Мату-Гросу, а также части штатов Токантинс и Гояс к северу от 13° ю.ш. и штата Мараньян к западу от 44° з.д.

В последние годы в Бразилии значительно расшилась площадь лесных плантаций, создающихся с целью производства коммерческой древесины, сырья для целлюлозно-бумажной промышленности и древесного угля. Последний в Бразилии широко используется в черной металлургии. В 2005 г. предприятиями отрасли было использовано 8,7 млн т, или более 90% всего произведенного в Бразилии древесного угля (Uhling et al., 2008). Для процесса лесовосстановления используется термин *reflorestamento* (порт.), что, на наш взгляд, не совсем точно, поскольку высаживаются крупные массивы древесной монокультуры, в основном, плантации интродуцированных видов – эвкалипта (*E. híbridos*, *E. grandis* и проч.) и сосны (*P. taeda*, *P. caribaea* и проч.). По данным Бразильской ассоциации

целлюлозы и бумаги (*BRASELPA*), за 1991–2003 гг. в среднем ежегодно появлялось 111 тыс. га новых лесных плантаций. В 2003 г. их общая площадь в стране составила 1,6 млн га, в том числе, 73,7% под эвкалиптом и 25,3% под сосной, остальная незначительная доля площади приходилась на плантации араукарии (в основном, в штате Парана) и акации (в штате Амапа) (*BRASELPA*, 2003). Площадь лесных плантаций (эвкалипт, сосна) увеличивалась почти повсеместно и к 2012 г. достигла 6,7 млн га (*ABRAF*, 2013).

Анализ национальной статистики по системе особо охраняемых природных территорий позволяет оценить их возможный вклад, в частности, в ход процессов лесовосстановления. В период с 2002 по 2012 гг. на территории Бразилии появилось 17 строгих природных резерватов (категория МСОП *Ia* – участки с нетронутой природой), 80 национальных парков (категория *II*), 205 управляемых природных территорий (*IV* категория), 83 охраняемых территории с устойчивым использованием природных ресурсов (*VI* категория). Статус около 700 ООПТ не определен. Больше всего ООПТ в период с 2002 по 2012 гг. возникло на Севере (329) и Юго-Востоке Бразилии (349). С большой долей вероятности можно полагать, что процессы лесовосстановления в таких штатах, как Акри, Амазонас, Амапа, Пара, Рондония, Рорайма, Мараньян, Пернамбуку, Пиауи, происходили преимущественно за счет придания территориям природоохранного статуса в указанный период

Согласно данным о состоянии земельного покрова, в 2001-2012 гг. основные процессы его трансформации в штатах Бразилии были связаны с действием как природных, так и антропогенных факторов. К числу процессов антропогенного происхождения относится распашка и, в значительной степени, обезлесение, к природным – затопление и осушение. Смешанную природно-антропогенную природу имеют процессы трансформации

обрабатываемых земель и лесовосстановление, которые связаны как с естественной динамикой растительности, так и созданием лесных плантаций, и конверсией пастбищ.

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 Центро-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).

Наряду с Бразилией типология процессов трансформации земельного покрова, разработанная для глобального уровня, также была апробирована для Индокитая (Алексеева и др., 2019). Процессы изменения земельного покрова изучались в границах зональных типов ландшафтов, спектров высотной поясности и групп интразональных ландшафтов. В ходе анализа установлено, что плотность изменений неравномерна в разных зональных типах ландшафтов; наибольший размах трансформаций характерен для ландшафтов листопадных муссонных лесов, полувечнозеленых лесов (в субэкваториальном поясе), а также речных долин. Выявлены основные траектории изменения земельного покрова за 2001-2012 гг. К ним относятся: 1) расширение распашки за счет сокращения лесов, саванн и злаковников; 2) вероятное увеличение площади многолетних насаждений (плантаций каучуконосов и масличной пальмы); 3) деградация лесов и саваннизация; 4) колебания доли земель, на которых практикуется переложное земледелие.

Сделан вывод о том, что коммерческое производство многолетних товарных культур стало в 2000-е гг. основной причиной обезлесения. Расчистка земель для этих нужд могла оказать большее влияние на лесной покров, чем собственно лесозаготовки.

Выявленные особенности изменений земельного покрова на примере Индокитая позволили детализировать характеристики процессов трансформации в сравнении с их глобальной типологией. Например, такой процесс как «увеличение доли лесной растительности с 30-60 до более 60% в лесных зонах» в условиях Индокитая, вероятнее всего отражает увеличение площади искусственных насаждений и плантаций. Были выявлены региональные траектории трансформации, не проявившиеся на глобальном уровне, например: заболачивание территории; осушение земель под пашню, лесопосадки или плантации; распашка саванн, снижение доли перелогов и залежей.

Важно отметить, что произошедшие изменения земельного покрова в обоих регионах сопровождаются сдвигами продукционных характеристик ландшафтов, изменения их экосистемных услуг, в том числе поддержания биоразнообразия и депонирования углерода. Таким образом, анализ трансформации земельного покрова в региональных масштабах создает основу для дальнейших ландшафтно-экологических исследований, включая оценку изменений средообразующих и продукционных функций ландшафтов.

Наконец, использование данных о трансформации земельного покрова на локальном уровне (сельскохозяйственных угодий и муниципальных районов) позволяет констатировать, что вслед за изменением продукционных характеристик и потенциала ландшафтов меняются и функции сельских территорий (Колбовский и др., 2018). На примере Смоленской области, которая активнее других в Нечерноземной России испытала в 1990-2010-х гг.

процессы забрасывания сельскохозяйственных земель, показано, что на уровне сельскохозяйственных угодий зарастание носит стохастический характер. Наименее выражены связи между процессами экореконструкции сельскохозяйственных угодий и геоморфологическими факторами. Напротив, близость к лесному массиву и городу определяет более высокую вероятность зарастания сельскохозяйственного угодья.

Наблюдающиеся тренды в изменении землепользования существенно дифференцируют функции сельской местности, что проявляется в формировании на территории Смоленской области отчетливо выявляющихся типов сельских поселений, которые укладываются в меридионально вытянутые полосы, отражающие напряженность социально-экономического «силового поля», полюсами которого являются, с одной стороны, столичный московский регион, с другой – республика Беларусь. Таким образом, утрата поселениями сельскохозяйственных функций, оцененная через долю угодий, подвергшихся процессам экореконструкции, в наибольшей степени определяется их положением по отношению к основным транспортным магистралям федерального значения, проходящим через центр и юг области.

Результаты анализа трансформации земельного покрова на зональном и макрорегиональном уровне, изложенные в данной главе, позволяют сформулировать и выводы, актуальных с точки зрения формирования мезомасштабных геоэкологических систем.

Первый из них касается географических закономерностей трансформации. Структура земельного покрова природных зон за десятилетие на глобальном уровне демонстрирует высокую динамичность

(от 3,5 до 20% площади зон претерпели те или иные изменения). Ареалы, где в 2001-2012 гг. отмечено наибольшее количество переходов между категориями земельного покрова, образуют на земном шаре широтные полосы размерностью в несколько сотен километров, различающимися на одну-две ступени по основным экологическим шкалам (шкала среднегодовых температур, аридность – влажность, шкала высотных ступеней). Они приурочены к границам природных зон, чаще всего в тропической зоне, или занимают «ядерные» части зоны как в тайге. В отдельных зонах, например, пустынях тропического пояса, такие ареалы минимальны по площади. 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.

В отношении вклада природных и антропогенных факторов в формирование таких систем можно высказать лишь общие предположения. По-видимому, климатическими факторами, прежде всего, изменением режима осадков обусловлены увеличение площадей, занятых вечными снегами в полярной зоне (остров Новая Земля, Западная Гренландия и остров Шпицберген), а также в горах умеренной зоны (Патагонские Анды, Гиндукуш). Напротив, очевидно, с изменением сельскохозяйственной политики стран и динамикой численности населения связана локализация максимальных по площади ареалов распашки и трансформации обрабатываемых земель, прежде всего в тропической зоне. Более корректно причины трансформации в этой зоне выделяются на макрорегиональном уровне, что показано для Бразилии и Юго-Восточной Азии. Часть процессов, выделенных на глобальном уровне, в результате анализа региональной статистики может быть уточнена или, наоборот, дополнена. Именно на

страновом уровне могут быть выявлены ареалы антропогенизации ландшафтов, которые могут быть интерпретированы как мезомасштабные геоэкологические системы. На более низких – субнациональном и локальном уровне трансформация земельного покрова отчетливо свидетельствует не только о траекториях развития ландшафтов, но и изменениях социально-экономических функций административно-территориальных единиц.

Третий вывод – методический и касается глобального уровня. Анализ структуры земельного покрова по зонам свидетельствует, что две наиболее широко представленные категории в пределах зон – это злаковники и разреженные кустарниковые формации, в отдельных зонах, например, полупустынях формируют до 90% площади. Как следствие, они участвуют и в большом количестве процессов трансформации, которые, как было показано выше, 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.

ГЛАВА 5. УРБАНИЗИРОВАННЫЕ РЕГИОНЫ КАК ОБЪЕКТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРАНОВЕДЕНИЯ

5.1. Методические подходы к изучению территориальной структуры урбанизированных регионов¹

В главе 2 при рассмотрении факторов формирования геоэкологических систем мы упомянули и техногенное воздействие. Одно из его пространственных проявлений – увеличение площади ареалов с сильно трансформированной природной средой, в том числе и урбанизированных. В урбанизированных ареалах с численностью населения более 500 тыс. человек в мире проживает 2,27 млрд человек (Demographia World Urban Areas, 2021). Плотность населения внутри таких урбанизированных ареалов может составлять от 400 чел./км² (в городах США и Канады) до 1 млн чел./км² в неформальных кварталах городов Азии (Wendell, 2012). Вопросы экологии городов подробно рассмотрены в (Экология города, 2004).

В контексте формирования геоэкологических систем важны следующие особенности современной урбанизации:

распространение урбанизированной территории далеко за пределы «официальных» административных границ города;

трансформация внутренней городской «ткани» (*urban tissue*) (Kropf, 2017); в российской практике частичным аналогом выступают морфотипы (Колбовский и др., 2013) в соответствии с изменившимися функциями – утратой части производств и усилением роли городов как информационных, коммерческих и культурных центров;

усиление связей (транспортных, информационных, финансовых) между городскими агломерациями;

¹ Подробнее материалы данного раздела представлены в монографии, написанной в соавторстве с Е.Ю. Колбовским и О.А. Илларионовой (Климанова и др., 2020).

«подчинение» обширных пригородных ареалов разнообразным функциям «обслуживания» городских агломераций, в том числе, развитие высокоскоростных транспортных сетей, обеспечивающих связи города с его предместьями, развитие особой пригородной зоны с жилой застройкой нового типа (Hall, 2006).

Современный период урбанизации характеризуется также появлением мегагородов-урбанизированных ареалов, первоначально возникших в Северной Америке, затем в Восточной Азии, а с 2000-х гг. и в Европе (Hall, 2009).

В Европе распространение городов за пределы формально установленных границ вызвало пересмотр подходов к оценке данных городской статистики (*urban audit*) и нашло отражение во введении понятия – *large urban zone* или *functional urban area* (Dijkstra *et al.*, 2019). Его выделение основано на многоступенчатом алгоритме (отдельно для городского центра и зоны поездок на работу – *commuting zone*), учитывающем прежде всего плотность и численность населения, а также связанность (если 15% жителей города работают в соседнем центре приложения сил, то территории считаются входящими в один функциональный городской ареал).

В таких ареалах в мире в 2015 г. проживало 3,69 млрд чел. (или 53% городского населения), из которых 17% – в зонах, прилегающих к городским центрам (*commuting zone*). Из всех регионов мира выше всего эта доля в Северной Америке (72%) и Латинской Америке (63%) (Moreno-Monroy *et al.*, 2021).

Для анализа территориальной структуры урбанизированных регионов широко используются данные дистанционного зондирования и методы геоинформационного моделирования. Еще в конце 1990-х гг. Ричард Форман проанализировал структуру земельного покрова 38 крупных городов разных стран на разных континентах с использованием снимков *Landsat-5*. Предложенная им классификация земельного покрова этих территорий включала девять категорий: 1) соленые воды; 2) пресные воды; 3)

леса / редколесья; 4) посадки деревьев; 5) пашни; 6) злаковники / пастбища; 7) пустыни / опустыненные территории; 8) зона сплошной застройки (Forman, 2008). На основе анализа им был предложен термин *urban region* – урбанизированный регион (территория, для которой характерно активное взаимодействие между городом и его окрестностями) и выделены внутри него функциональные зоны. В работе подчеркивается, что главный город, формирующий урбанизированный ареал, должен быть достаточно крупным (не менее 250 тыс. чел.). Вокруг него выделяется метрополитенский ареал (зона непрерывной застройки) и зона агломерационного роста – кольцо переменной ширины занятое мозаикой зеленых насаждений или незастроенных территорий, сочетающихся с линейными коммуникациями и небольшими застроенными площадями.

Подходы Р. Формана получили развитие в работах проекта *Atlas of Urban Expansion* (Shlomo et al., 2012), где также на основе снимков *Landsat* созданы тематические растры, дешифрованные особым способом. Характер землепользования оценивался попиксельно с опцией «majority» в пределах окружности 1 км² определяемой как средняя «дистанция 564 метра – расстояние неспешной 10-минутной прогулки». Была предложена более сложная типология (табл. 5.1).

Для урбанизированного региона также вводится понятие *городского следа*, под которым понимается набор пикселей, характеризующих все указанные в таблице типы земельного покрова.

По итогам доклада авторы делают ряд важных выводов о последствиях урбанизации в контексте территориальной структуры регионов:

за 1990-2000 гг. плотность населения на застроенных территориях ежегодно сокращалась на 2%, кроме того, в последнее столетие это значение также неуклонно снижалось;

площадь открытых пространств в городах эквивалентна по размеру их застроенным районам, но в течение 1990-х гг. она существенно снижалась в городах по всему миру;

Таблица 5.1

Типология городской «ткани» по степени запечатанности / озелененности

| № | Категория | Пояснение |
|---|--|--|
| 1 | «Плотная» городская застройка (<i>urban built-up</i>) | Более 50% застроенной территории в радиусе 10-минутной пешеходной доступности* |
| 2 | «Рыхлая» городская застройка (<i>suburban built-up</i>) | Условно-пригородная (по характеру, а не по месту в окрестностях города) 25-50% застроенной территории в радиусе 10-минутной пешеходной доступности |
| 3 | Сельская застройка (<i>rural built-up</i>) | Условно-сельская (по характеру, а не по месту в окрестностях) менее 25% застроенной территории в радиусе 10-минутной пешеходной доступности |
| 4 | Урбанизированные открытые пространства (<i>urbanized open space</i>) | Пиксели в пределах 100 м от городской или условно-пригородной застройки, включают открытые (любые) пространства окруженные этими двумя видами застройки, а также окраинные открытые пространства площадью менее 200 га |
| 5 | Замкнутые открытые пространства (<i>captured open land</i>) | Открытые пространства, окруженные застройкой, как правило, внутри застроенных кварталов |
| 6 | Открытые пространства сельской местности (<i>rural open space</i>) | Открытые пространства, не отнесенные ни к внегородским открытым, ни к урбанизированным открытым территориям |
| 7 | Водные объекты | Акватории любого типа (реки, озера, затопленные карьеры) |

*определяемом как окружность площадью 1 км² и радиусом 584 м

темпы прироста городского земельного покрова в период с 1990 по 2000 гг. в два раза превышали темпы прироста городского населения, и в большинстве исследованных городов площадь застройки увеличилась в XX в. более, чем в 16 раз;

при нынешних темпах прироста городского населения ожидается, что оно удвоится за 43 года, в то время как площадь городского земельного покрова удвоится всего за 19 лет (Shlomo *et al.*, 2012).

Таким образом, территориальная структура урбанизированных регионов представляет собой мозаику застроенных, незастроенных и озелененных территорий. В отечественной литературе роль озелененных территорий в территориальной структуре урбанизированных ареалов тесно связана с понятием экологического каркаса (Климанова и др., 2019). Впервые по отношению к городам оно появилось в 1980-е гг. в работах В.В. Владимирова (1980, 1982). Одновременно в работах Кавалюскаса (1985, 1988) обосновывалась необходимость выделения такого каркаса на природных территориях. В 1990-2010-х гг. использовались и используются также словосочетания-синонимы – «природный каркас» (Реймерс, 1990, Соболев, 1999), «природоохранный каркас» (Тишков, 1995). Подробный анализ общих черт и различий понятий, связанных с экологическим каркасом, приводится в работе (Пономарев и др., 2012). В развитие представлений об экологическом каркасе в городах сформулированы понятия природно- и град-экологического каркаса муниципальных образований и городов (Гриднев, 2011; Атлас экологического..., 2014). Оно адекватно отражает реальную ситуацию в городах, где наряду с сохранившимися природными элементами, в т.ч. и имеющими статус городских особо охраняемых природных территорий (ООПТ), существует и развивается сеть внутриквартальных зеленых насаждений и уличного озеленения, имеющих антропогенное происхождение. Эти разные по особенностям функционирования и по «природе» элементы каркаса образуют единое целое и не могут быть противопоставлены друг другу.

В европейских странах с гораздо большей степенью преобразованности природы, чем в Российской Федерации, все большее развитие в настоящее время приобретает концепция зеленой инфраструктуры (*green infrastructure*). Европейская комиссия по охране окружающей среды определяет ее как стратегически спланированную сеть из естественных и «полуестественных» природных комплексов в совокупности со всеми особенностями окружающей среды (природными процессами), способную осуществлять широкий спектр

экосистемных услуг (Green infrastructure, 2009). Элементы зеленой инфраструктуры выделяются как в городах, так и в сельской местности, их главные черты – мультифункциональность, связность и иерархичность (Green infrastructure, 2013). Уровень реализации экологических функций, прежде всего, зависит от площади, занимаемой элементом зеленой инфраструктуры и степени ее фрагментации (La Greca *et al.*, 2011).

Для целей градостроительного планирования была выполнена детальная классификация элементов и их разделение по четырем уровням: региональный (урбанизированный регион), районный (*neighborhood*), уличный (*streetscape*) и домовый (*building*) (Gómez-Baggethun *et al.*, 2013). Для российских городов с преимущественно микрорайонной застройкой эквивалентными уровнями могут быть названы следующие: 1) агломерационный – город и его окружение; 2) городской – районы внутри города; 3) микрорайонный – кварталы внутри микрорайона и уличное озеленение; 4) внутриквартальный – придомовое озеленение. В зависимости от размера города отдельные уровни зеленой инфраструктуры могут выпадать, но для крупнейших городов все четыре уровня планирования присутствуют.

Важное принципиальное отличие концепта зеленой инфраструктуры от экологического каркаса – реализованная возможность экономической (стоимостной) оценки объема и характера экосервисных функций, проецируемых на различные элементы (от «зеленого пояса» города до древесно-кустарниковой группы в придомовом пространстве), обеспечивающая дополнительную (помимо законодательной и нормативной) степень объективной защиты элементов зеленой инфраструктуры, особенно на стадии технико-экономического обоснования новых проектов развития, когда выгода (предполагаемый доход) от застройки соизмеряется с ожидаемыми утратами.

Объекты зеленой инфраструктуры, оказывают сразу несколько видов экосистемных услуг: смягчение последствий изменения климата, снижение эффекта «острова тепла» (Baro *et al.*, 2014), регулирование стока, сохранение

биоразнообразия, обеспечение продовольственной безопасности, формирование благоприятных условий для отдыха и рекреации, создание культурной идентичности и др.

Предлагаемые классификации городских экосистемных услуг (например, Bolund and Hunhammar 1999; Gómez-Baggethun and Barton 2013) опираются на существующие классификации в рамках *Millennium Ecosystem Assessment* (МЕА, 2005) и *The Economics of Ecosystem Services and Biodiversity* (ТЭЕВ, 2010), выделяя из них те, что особенно актуальны в городах (табл. 5.2).

Учитывая высокую плотность населения и тесную зависимость горожан от городской природы наряду с экосистемными услугами выделяют и негативные функции экосистем – т.н. *ecosystem disservices*, к которым относятся перенос пыльцы и летучих соединений (Chaparro, Terradas, 2009; Geron *et al.*, 1994), вызывающий у людей аллергию, затенение помещений от близко стоящих к зданиям деревьев и происшествя, связанные с их падением (Lyytimäki *et al.*, 2008), повышенный уровень опасности в темных, неосвещенных парках, вред от жизнедеятельности птиц памятникам и общественным пространствам (Vixler, Floyd, 1997).

Очевидно, что в силу своих размеров и состояния элементы природных экосистем, сохранившиеся в городах, не могут полностью обеспечивать потребности горожан в экосистемных услугах.

Однако сохранение этих экосистем имеет значение не только в утилитарном смысле – очистка воздуха от загрязнения, снижение шумового воздействия, но, прежде всего, с точки зрения предоставления нематериальных услуг – эстетических, культурных, рекреационных, которые имеют значение не только для сегодняшнего дня городов, но и для их дальнейшего развития (Gómez-Baggethun *et al.*, 2013).

Таблица 5.2

Классификация городских экосистемных функций и услуг и показатели для их оценки

| Экосистемная услуга | Переменные для биофизической оценки |
|--|---|
| Обеспечение продовольствием | Производство продовольствия, т/год |
| Регулирование стока | Способность почв к инфильтрации, отношение запечатанной поверхности к проницаемой, % |
| Регулирование температуры в городе | Индекс листовой поверхности; снижение температуры древесным покровом * площадь древесной растительности (°C) |
| Снижение шумового загрязнения | Площадь листовой поверхности (м ²) и расстояние от дорог (м); сокращение шума в дБ / ед. растительности |
| Очистка воздуха от загрязнения | Удельное количество O ₃ , SO ₂ , NO ₂ , CO и взвешенных частиц PM ₁₀ μm (т/год), уловленное древесной растительностью * площадь ареала древесной растительности (м ²) |
| Снижение негативного эффекта экстремальных природных явлений | Плотность растительности в пределах природных барьеров, защищающих застроенные территории от моря |
| Утилизация отходов | Содержание P, K, Mg и Ca в сравнении со стандартами качества почв и вод |
| Регулирование климата | Секвестрация CO ₂ деревьями (запас углерода, умноженный на 3.67 для преобразования в углекислый газ) |
| Опыление и распространение семян | Биологическое разнообразие и обилие птиц и шмелей |
| Отдых и познавательное развитие | Площадь общественных зеленых пространств на 1 горожанина (на 1000 горожан) |
| Наблюдение за животными | Обилие птиц, бабочек и других животных оцененное с позиций их эстетической ценности |

Источник: Gómez-Baggethun, Barton, 2013

Обновление подходов к управлению и планированию зелеными насаждениями в городах, в значительной степени, определяется признанием их многофункциональности, значимости не только средорегулирующих, но и рекреационных и культурно-эстетических функций, необходимость оценки

которых лежит в русле парадигмы экосистемных услуг зеленой инфраструктуры. Однако процедуре оценки обязательно должна предшествовать процедура инвентаризации элементов зеленой инфраструктуры, причем не только в привычном количественном аспекте (тысяч гектар или квадратных метров зеленых насаждений на душу населения), но и в части анализа их положения по отношению к существующим территориальным матрицам – как природным, так и социально-экономическим.

В практике европейских стран оценки экосистемных услуг как на уровне города, так и урбанизированного региона широко используются данные о характеристиках земельного покрова, получаемые на основе данных дистанционного зондирования. Модельным с точки зрения лучших практик может быть т.н. Городской атлас (*Urban Atlas*), разработка которого осуществлена в рамках работы Центра мониторинга земель Коперникус². Этот источник содержит материалы для трех временных периодов – 2006, 2012 и 2018 гг., а также данные об изменении земельного покрова/землепользования за этот же период. Они доступны для 319 городов с численностью населения более 100 тыс. чел. стран, входивших в Европейский Союз в 2006 г., и для 785 городских территорий стран Европейского Союза, ЕАСТ, Западных Балкан и Турции в 2012 и 2018 гг. Наряду с основными слоями также доступны для скачивания данные об уличном озеленении и высоте зданий.

По технологии исполнения карты Атласа представляют собой комбинацию классифицированных изображений и визуальную интерпретацию спутниковых снимков высокого разрешения. В качестве исходных данных использовались мультиспектральные снимки *SPOT-5*, *SPOT-6* и *Formosat-2* с разрешением 2 и 2,5 м. Классы городской застройки были получены в результате интеграции данных об уровне запечатанности и типе городской «ткани». На последнем этапе карты были дополнены данными

² <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>.

о функциональных зонах городов, для чего были использованы данные карт городов и онлайн-сервисов. Итоговая классификация земельного покрова совершенствовалась по мере улучшения технологий дешифрирования и в общем виде представлена в таблице 5.3.

Таблица 5.3

**Категории городского землепользования / земельного покрова
согласно *Urban Atlas***

| Код | Элемент легенды |
|------------|--|
| 11100 | Территории сплошной застройки (площадь застройки >80%) |
| 11210 | Территории фрагментарной застройки (50-80%) |
| 11220 | Территории фрагментарной застройки средней плотности (30-50%) |
| 11230 | Территории фрагментарной застройки низкой плотности (10-30%) |
| 11240 | Территории фрагментарной застройки очень низкой плотности (<10%) |
| 11300 | Изолированные структуры |
| 12100 | Промышленные, коммерческие, общественные, военные и частные единицы |
| 12210 | Высокоскоростные автомобильные магистрали и прилегающие к ним территории |
| 12220 | Прочие дороги и связанные с ними земли |
| 12230 | Железные дороги и связанные с ними земли |
| 12300 | Портовые зоны |
| 12400 | Аэропорты |
| 13100 | Добыча минеральных ресурсов и мета захоронения |
| 13300 | Строительные площадки |
| 13400 | Участки без текущего использования |
| 14100 | Городские зеленые территории |
| 14200 | Спортивные и рекреационные центры |
| 20100 | Сельскохозяйственные земли и мозаика «сельскохозяйственные земли / леса» |
| 20200 | Водно-болотные угодья |
| 30000 | Леса |
| 50000 | Водные объекты |

Данные, представленные в Атласе, составляют надежную базу, как для исследований городской среды и дают представление о городе как совокупности разноплановых взаимосвязанных ареалов земельного покрова. Эта совокупность учитывает не только наличие либо отсутствие зеленых насаждений, но и указывает на их функции, что немаловажно при расчете экосистемных услуг, а также их роли в обеспечении равного доступа горожан к комфортной городской среде.

Рассмотренные подходы уже использованы нами для урбанизированных регионов в разных частях России и мира. Для трех городов Канады – Ванкувера, Торонто и Оттавы на основе ландшафтно-бассейнового подхода на трех пространственных уровнях – региональном, внутригородском и локальном проведена оценка геоэкологических функций городской зеленой инфраструктуры городов (Климанова и др., 2016). Оценка основана на анализе территориальной структуры земельного покрова в пределах урбанизированных ареалов, городов и водосборных ячеек. Показано, что на общегородском (среднем по пространственному масштабу) уровне зеленой инфраструктуры формируются многие важные признаки ее конфигурации, которые оказываются тесно связанными с историей и современными тенденциями градостроительного развития.

Установлено, что для внутригородского уровня (Торонто) крупноареальные элементы несут общую средостабилизирующую функцию и важнейшую функцию поддержания биоразнообразия, в то время как ограниченные по площади фрагменты – «патчи» чаще функционируют как небольшие «рефугиумы» и места рекреации ближайшего доступа. Показано, что в силу относительности функциональной специализации различных элементов зеленой инфраструктуры зависимость «размерность-функция» нельзя считать однозначной.

На примере четырех городов Латинской Америки – Ла-Пас, Лимы, Буэнос-Айреса и Рио-Де-Жанейро рассмотрена трансформация зеленой инфраструктуры в 1986-2016 гг. Основные результаты изложены в

публикации (Илларионова, Климанова, 2018). 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. Зеленая инфраструктура городов, расположенных в более аридных условиях, из-за более высокой доли искусственных насаждений в большей степени подвержена колебаниям внутригородского землепользования.

Зеленая инфраструктура на городском уровне во всех городах не испытала значительной трансформации, т.к. к ней относятся, в основном, земли особо охраняемых природных территорий, имеющие особый статус, и занимающие, как правило, непригодные для застройки территории (водно-болотные угодья, гранитные массивы и др.). Элементы этого уровня нуждаются в поддержании своего современного состояния и восстановлении связей для обеспечения сохранности биологического разнообразия.

В ходе развития агломерации практически не изменилась доля зеленой инфраструктуры районного уровня, представленных в основном малоценными с социальной и экологической точки зрения неудобными землями и полигонами особого назначения. Повсеместное же увеличение доли внутриквартального озеленения в исследованных городах имеет разные причины. В Лиме и Ла-Пасе за счет создания новых парков и скверов, озеленения улиц и др. происходит качественное увеличение зеленой инфраструктуры нижних уровней, в то время как в городах с более гумидными условиями рост доли внутриквартального озеленения связан с фрагментацией массивов большей площади.

Таким образом, и теоретические, и практические разработки в области изучения территориальной структуры урбанизированных ареалов сходятся в следующих выводах.

Современная урбанизация, в т.ч. и экспансия городской застройки, радикально меняет структуру прилегающих к городу природных территорий.

В отдельных регионах мира, например, в Европе и Китае, прирост городских земель выступает важнейшим драйвером преобразований природной среды.

Размеры формирующихся ареалов (первые тысячи квадратных километров) и динамичность происходящих процессов определяют необходимость широкого использования данных о земельном покрове для исследования урбанизированных регионов как целостных мезомасштабных систем.

Трансформация земельного покрова в пределах урбанизированных систем в значительной степени, определяется потребностями населения, а также стратегией городских органов управления.

В рамках концепции зеленой инфраструктуры озелененные пространства рассматриваются, прежде всего, как источник экосистемных услуг для населения.

В двух последующих параграфах мы остановимся на наиболее репрезентативных сюжетах наших исследований мезомасштабных урбанизированных систем, касающихся хода урбанизации и экосистемных услуг зеленой инфраструктуры в крупнейших городах России, прежде всего в Москве.

5.2. Урбанизация и трансформация земельного покрова урбанизированных регионов в конце XX – начале XXI века (на примере Москвы)³

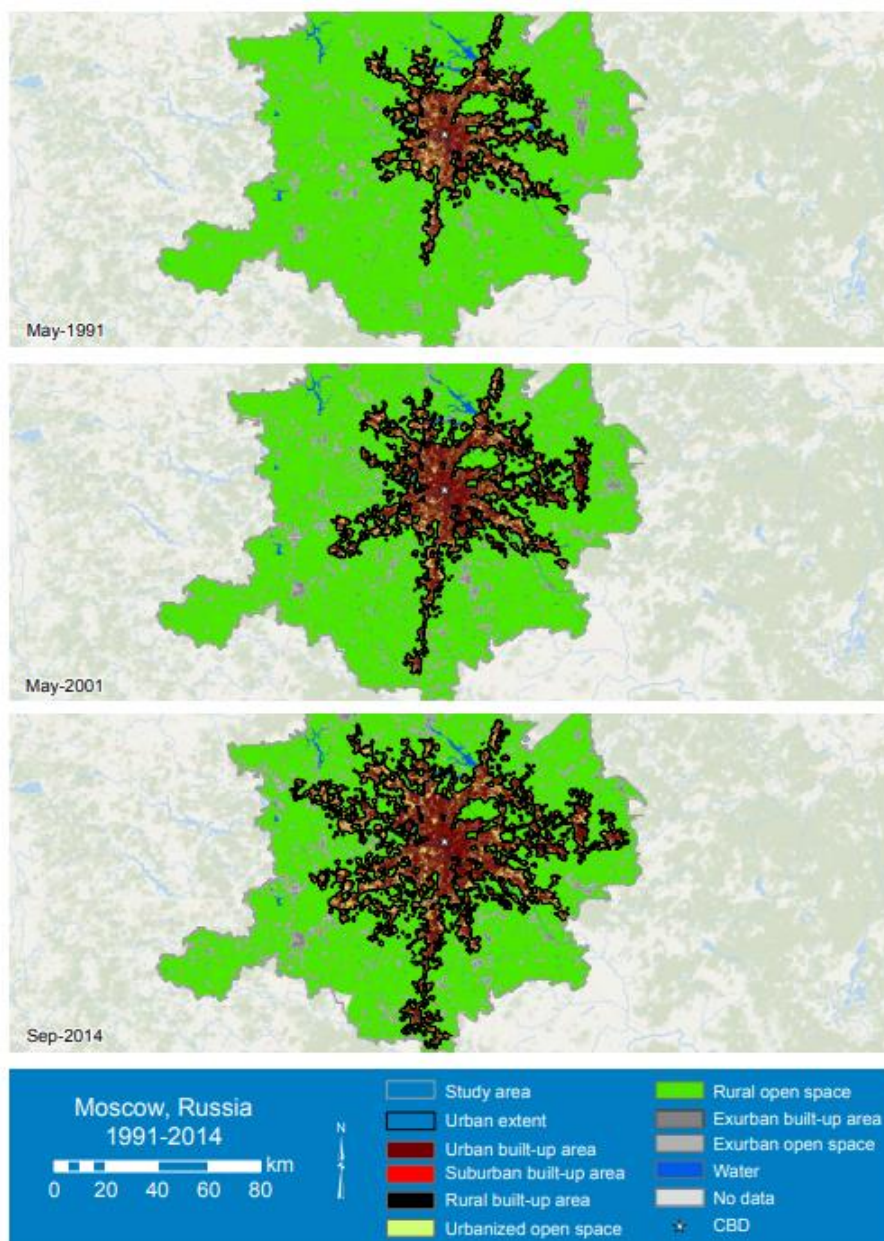
Москва – крупнейший по численности населения город Европы, она входит в тридцатку наиболее населенных городов мира. В масштабах России Московская агломерация уникальна как по размерам, так и по своей роли в экономической системе страны (Махрова, 2012).

³ При написании параграфа использованы материалы, полученные совместно с Е.Ю. Колбовским и О.А. Илларионовой и опубликованные в: Klimanova *et al.*, 2018.

Для определения пространственного характера урбанизации в Московском регионе были использованы данные *Atlas of Urban Expansion 2016*⁴. Растровые изображения содержат информацию о локализации и взаиморасположении семи типов городской «ткани» (табл. 5.1, рис. 5.1).

По данным *Atlas of Urban Expansion 2016*, ежегодный прирост застроенных территорий в ареале городского следа составил 2,5%, причем для пригородных и сельских территорий это значение составило соответственно 3,5 и 3,6%. Плотность населения на застроенных территориях ежегодно падала на 1,2%, составив в 2014 г. 68,1 чел./км². Пространственная модель урбанизации имеет черты, как транспортно-коридорной, так и рассредоточенной модели. При этом в 1991-2001 гг. в западной части ареала, в основном, отмечалась экспансия застройки вдоль транспортных магистралей, а на юге – рассредоточение застроенных районов, окружавшее и поглощающее открытые пространства. На северо-востоке отчетливо выделяется ареал национального парка «Лосиный остров», со всех сторон окруженный застроенными территориями. В 2001-2014 гг. практически для всего ареала отмечается «заполнение» застройкой уже ранее освоенных пространств.

⁴, <http://www.atlasofurbanexpansion.org/cities/view/Moscow>.



Источник: Atlas of Urban Expansion 2016

Рис. 5.1. Распределение типов городской «ткани» Москвы за разные годы

Для определения особенностей указанных процессов в границах города была проанализирована структура земельного покрова для трех ареалов: всего города («Большая» Москва), территории города в границах до 1 июля 2012 г. («Старая» Москва) и для Троицкого и Новомосковского административных округов, присоединенных с 1 июля 2012 г. («Новая» Москва»).

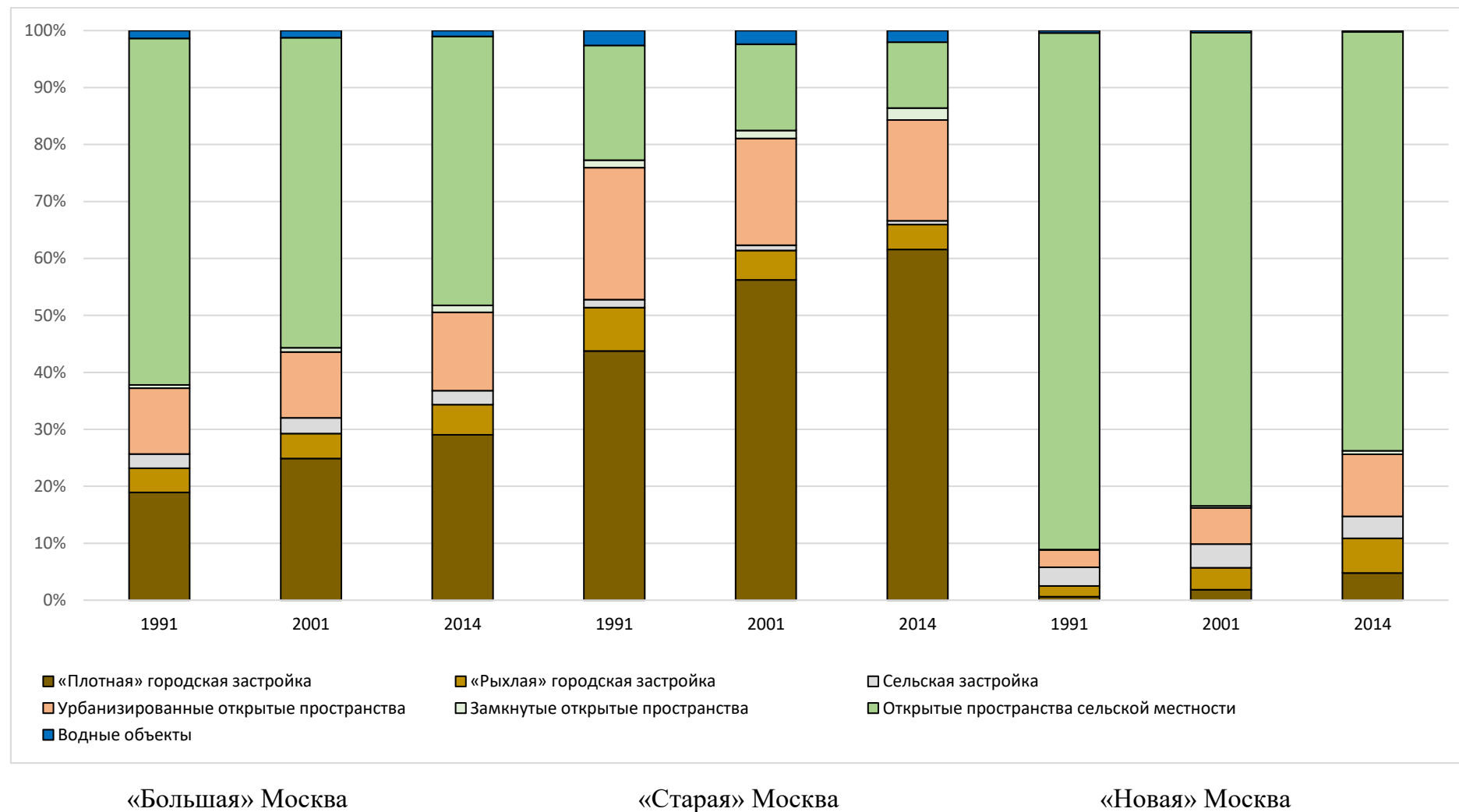
Результаты представлены в табл. 5.4 и на рис. 5.2.

Таблица 5.4

Трансформация типов городской застройки с разной степенью озелененности в Москве в 1991-2014 гг.

| Категории | Доля категории, % от площади ареала | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | «Большая» Москва | | | «Старая» Москва | | | «Новая» Москва | | |
| | 1991 | 2001 | 2014 | 1991 | 2001 | 2014 | 1991 | 2001 | 2014 |
| «Плотная» городская застройка | 18,90 | 24,88 | 29,03 | 43,75 | 56,22 | 61,58 | 0,60 | 1,84 | 4,77 |
| «Рыхлая» городская застройка | 4,29 | 4,37 | 5,29 | 7,60 | 5,17 | 4,38 | 1,88 | 3,84 | 6,07 |
| Сельская застройка | 2,49 | 2,77 | 2,47 | 1,42 | 0,94 | 0,64 | 3,32 | 4,17 | 3,86 |
| Урбанизированные открытые пространства | 11,54 | 11,54 | 13,74 | 23,17 | 18,71 | 17,70 | 3,03 | 6,37 | 10,93 |
| Замкнутые открытые пространства | 0,58 | 0,78 | 1,24 | 1,28 | 1,41 | 2,10 | 0,07 | 0,32 | 0,60 |
| Открытые пространства сельской местности | 60,85 | 54,43 | 47,22 | 20,16 | 15,18 | 11,57 | 90,68 | 83,09 | 73,51 |
| Водные объекты | 1,36 | 1,24 | 1,02 | 2,61 | 2,37 | 2,03 | 0,41 | 0,38 | 0,26 |

Рассчитано по данным Atlas of Urban Expansion 2016



Источник: Климанова и др., 2020

Рис.5.2. Изменение соотношения разных категорий городской «ткани» в Москве в 1991-2014 гг.

Для определения трендов трансформации ареалов, способных оказывать экосистемные услуги, за период 2001-2014 гг. были также определены основные типы переходов между категориями (табл. 5.5).

Таблица 5.5

Типы переходов между различными категориями городской застройки в Москве в 2001-2014 гг.

| № типа | Типы переходов. | Доля от площади ареала, % | | |
|--------|---|---------------------------|-----------------|----------------|
| | | «Большая» Москва | «Старая» Москва | «Новая» Москва |
| 1 | Открытые пространства сельской местности – урбанизированные открытые пространства | 4,05 | 1,74 | 5,85 |
| 2 | Открытые пространства сельской местности – Сельская застройка | 0,77 | 0,08 | 1,29 |
| 3 | Открытые пространства сельской местности – Замкнутые открытые пространства | 0,64 | 0,9 | 0,46 |
| 4 | Открытые пространства сельской местности – Плотная городская застройка | 0,47 | 0,51 | 0,45 |
| 5 | Сельская застройка – «Рыхлая» городская застройка | 1,03 | 0,51 | 1,45 |
| 6 | «Рыхлая» городская застройка – Плотная городская застройка | 1,66 | 1,93 | 1,49 |
| 7 | Урбанизированные открытые пространства – Плотная городская застройка | 1,62 | 2,69 | 0,83 |
| 8 | Урбанизированные открытые пространства – «Рыхлая» городская застройка | 0,51 | 0,29 | 0,69 |
| | Всего | 10,75 | 8,65 | 12,51 |

Составлено автором

В структуре городской «ткани» Москвы в границах до 2012 г. доля плотной городской застройки за 1991-2014 г. увеличилась на 18%, открытые пространства сельской местности уменьшились на 8,6%. Увеличение доли первой категории происходило и за счет территорий с «рыхлой» застройкой, а также, в большей степени, урбанизированных открытых пространств. В 1991 г. соотношение между категориями «плотная» городская застройка/открытые пространства сельской местности составляло 2,2, в 2001 г. – оно равнялось 3,7, в 2014 г. – 5,3. Фактически это означает, что внутренние территориальные резервы основной части города стали использоваться более интенсивно, а поляризация городского пространства за этот период еще более усилилась.

На вновь присоединенных территориях в 1991 г. более 90% территории занимали открытые пространства сельской местности, фактически лесные массивы и сельскохозяйственные угодья. За весь период регион потерял из-за застройки 17% таких земель, причем ежегодные темпы утрат составляли 0,7%. Соотношение между долей плотной городской застройки и открытыми пространствами сельской местности изменилось с 0,007 в 1991 г. до 0,07, т.е. на порядок. В сумме доля городской застройки выросла с 2,4 до 10,8%, практически в 5 раз. В наибольшей степени возросла доля урбанизированных открытых пространств – с 3 до почти 11%.

В Москве в новых границах в 2014 г. доля открытых пространств сельской местности составила 46%. Фактически это территории, ни в какой степени не затронутые застройкой. В «Старой» Москве в 2001 г. эта доля была существенно ниже и составляла 13%. Следовательно, большая часть этих территорий находится в «Новой» Москве, где она слабо защищена охранным статусом, что снимает ограничения для ее будущего перевода в категории с большей застроенностью. Доля плотной городской застройки за 25 лет выросла с 19 до 29% (учитывая и территории, которые в 1991 г. и 2001 г. не входили в состав города).

В 2001-2014 гг. земельный покров всех трех ареалов менялся достаточно динамично – даже в «Старой» Москве изменения затронули 8,65% площади, а в «Новой» они произошли на 12,51% площади ареала, что в абсолютных значениях почти в два раза больше. Преобладала экспансия городской застройки на ранее незастроенные территории (типы переходов 1-4), в «Старой» Москве – 3,7, в «Новой» – 9,5 %. В пересчете на среднегодовые показатели в «Старой» Москве площади, оказывающие основные экосистемные функции, сокращались со скоростью 0,3%, в «Новой» – 0,7%. На долю т.н. «внутригородской» урбанизации пришлось 4,9 и 3,01% соответственно.

Анализ состава зеленой инфраструктуры и оценка экосистемных услуг в пределах городской черты также проводился по категориям *Urban Atlas* (подробнее см. п. 5.1). Его результаты опубликованы в работе (Klimanova *et al.*, 2018).

Завершая анализ трансформации территориальной структуры урбанизированной геоэкологической системы Москвы в 1991-2014 гг., отметим, что открытая сельская местность с ее наиболее высоким средостабилизирующим потенциалом оказалась наиболее востребованным территориальным ресурсом урбанизации. 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. При этом, наиболее активно эти процессы происходят на вновь присоединенных территориях. Учитывая, что исследование затронуло лишь первые два года после присоединения новых территорий, когда крупные девелоперские проекты пока еще не были запущены, можно с уверенностью констатировать, что эти тенденции продолжатся и в последующие годы.

Как было указано выше, пространственный характер урбанизации – втягивание в застройку новых площадей – непосредственным образом изменяет конфигурацию и состояние зеленой инфраструктуры не только в

пределах городской границы, но и на прилегающих к ней пригородных территориях. Р. Форманом были определены четыре пространственных модели урбанизации: 1) равномерная концентрическая, 2) «сателлитная», 3) транспортно-коридорная и 4) рассредоточенная (Forman, 2008). С точки зрения сохранности пригородной зеленой инфраструктуры лучшим вариантом представляется урбанизация, фокусирующаяся вокруг городов-спутников, хотя она весьма редко встречается в чистом виде, дополняясь в разных условиях элементами транспортных коридоров и концентрических кругов.

Анализ конфигурации городского следа и расчет темпов трансформации средостабилизирующих ареалов позволяет сделать вывод о том, 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, а ее конфигурация не зависела от административного расширения границ в 2012 г. Последнее, по-видимому, было связано с тем, что после официального включения территорий на момент используемых данных прошло всего два года, и девелоперские проекты еще не приобрели такого развития. Однако, судя по уже отмеченным процессам, включение в границы города лишь способствовало увеличению темпов трансформации земельного покрова и, в будущем, вызовет дальнейшую фрагментацию сельской местности и увеличение площади типов землепользования с различной долей застроенности.

С методической точки зрения, рассмотренный опыт использования данных открытых картографических сервисов на основе типовых методик, принятых в странах Европейского Союза, свидетельствует о возможности его применения и для других урбанизированных регионов Российской Федерации. Подчеркнем, что итоговые оценки, прежде всего, имеют значение для целей пространственного планирования на уровне города в целом и дают основания для принятия управленческих решений как в части повышения комфортности

городской среды, так и средостабилизирующего потенциала городской зеленой инфраструктуры.

5.3. Экосистемные услуги зеленой инфраструктуры в крупнейших городах России⁵

Одной из предпосылок возникновения процедуры оценки экосистем на пороге тысячелетия (МЕА, 2005), экономики экосистем и биоразнообразия (ТЕЕВ, 2010) и других важных исследовательских мероприятий по экосистемным услугам (например, de Groot *et al.*, 2010; Maes *et al.*, 2012; Braat, de Groot, 2012; Haines-Young, Potschin, 2018; IPBES, 2019) было предположение о том, что подобные знания могут быть использованы для информирования и улучшения процесса принятия решений, а также территориального планирования (Daily *et al.*, 2009; Bateman *et al.*, 2013; Bouwma *et al.*, 2018).

Современные подходы к оценке и картографированию экосистемных услуг базируются на предположении, что они могут быть объектом как оценок в естественно-научных показателях, так и монетарных оценок (Burkhard *et al.*, 2012). При этом оценка предоставленного объема услуг основана на свойствах типов экосистем (или наземного покрова) и степени их трансформации, учитываемой через использование показателей целостности, связности и выраженности процессов (Frank *et al.*, 2012), а используемый или необходимый объем учитывает численность населения и характер экономики территории (Burkhard *et al.*, 2012).

Подходы и индикаторы, используемые для оценки и картографирования экосистемных услуг на разных уровнях в целях территориального

⁵ При написании данного параграфа использованы результаты, полученные совместно с О.А. Илларионовой, Е.Н. Букваревой, К. Грюневальдом и Е.Ю. Колбовским и опубликованные в: Климанова и др., 2018; Klimanova *et al.*, 2021.

планирования, рассмотрены в целом ряде работ (например, Egoi *et al.*, 2008; Maes *et al.*, 2012; Sherrouse *et al.*, 2011; Verhagen *et al.*, 2015; Malinga *et al.*, 2015; Klimanova, Illarionova, 2020). Особо отмечается возможность и потенциал использования данных о земельном покрове для оценки экосистемных услуг и их потоков для территорий, плохо обеспеченных данными (Vreboš *et al.*, 2015), к которым можно отнести и такую большую страну как Россия.

К настоящему моменту в Российской Федерации уже реализована первая предварительная национальная оценка экосистемных услуг, предложены алгоритмы и подходы расчета естественно-научных показателей предоставленного и используемого объемов различных категорий экосистемных услуг на уровне субъектов Российской Федерации (Экосистемные услуги..., 2016, 2020; Vukvareva *et al.*, 2015, 2017, 2019, 2021).

В основу оценки экосистемных услуг крупнейших российских городов положено представление, реализованное в проекте *TEEB-Russia*, о предоставленном (потенциальном) и используемом объемах услуг, измеряемых в естественно-научных показателях. Предоставленный объем – объем услуг, которые выполняют экосистемы вне зависимости от присутствия или отсутствия их потребителей. Используемый объем – объем услуг, который в настоящее время используется населением и экономикой региона (Экосистемные услуги..., 2016). Разработана методика оценки различных видов продукционных, регулирующих и рекреационных услуг, в т.ч. и для городов (Экосистемные услуги..., 2016; Экосистемные услуги, 2020). В этом параграфе мы остановимся на наиболее важных результатах проведенных исследований.

Оценка проводилась для 16 крупнейших городов Российской Федерации с численностью населения более 1 млн человек: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Нижний Новгород, Казань, Челябинск, Омск, Самара, Ростов-на-Дону, Уфа, Красноярск, Пермь, Воронеж, Волгоград, Краснодар. Территории городов (за исключением Москвы) были взяты в пределах их административных границ 2000 г. согласно базе данных *Open*

Street Map. Москва рассматривается в пределах границ после 2012 г., то есть, включает территорию «Новой» Москвы.

Для расчета используемого объема услуг использованы данные Росстата по городским округам, границы которых не вполне совпадают с границами городов, а в отдельных районах страны, например, на Урале – очень сильно расходятся с ними. В то же время, другие сопоставимые данные по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу отсутствуют, что определяет их как единственный статистический источник данных для геоэкологических систем такого территориального уровня. Остальные данные также нерегулярны и разрознены, поэтому мы приняли решение использовать для расчетов только данные, полученные в ходе собственного геоинформационного моделирования, что позволяет более четко осознавать их достоинства и недостатки при интерпретации (подробнее о методике см. Климанова и др., 2020; Klimanova *et al.*, 2021).

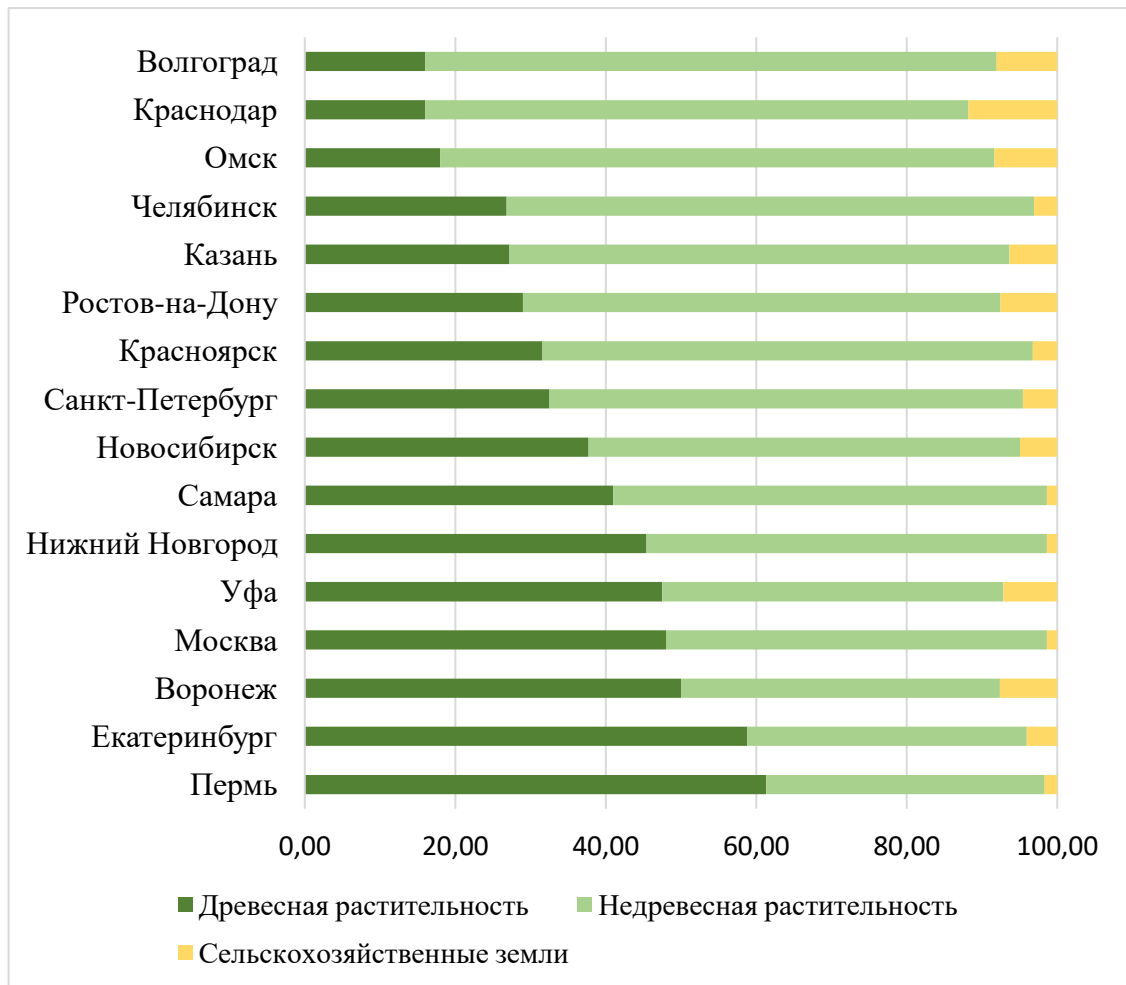
В составе зеленой инфраструктуры городов выделено три класса – территории, занятые древесной растительностью, территории, занятые недревесной растительностью и сельскохозяйственные земли (табл. 5.6, рис. 5.3).

Таблица 5.6

Состав зеленой инфраструктуры в крупнейших российских городах

| Класс инфраструктуры | Значения | | | Кoeffи- циент вариации |
|-------------------------------|----------|------|------|------------------------------|
| | Max | Min | Med | |
| Древесная растительность | 61,3 | 16,0 | 36,7 | 207,2 |
| Недревесная растительность | 75,9 | 37,0 | 58,2 | 163,3 |
| Сельскохозяйственные земли | 11,8 | 1,4 | 5,2 | 9,6 |
| Охраняемые территории | 30,0 | 0,3 | 8,3 | 71,6 |

Источник: Klimanova *et al.*, 2021



Источник: Klimanova *et al.*, 2021

Рис. 5.3. Состав зеленой инфраструктуры в крупнейших городах России в 2016 г.

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%) (рис. 5.3). В целом, в отношении лесной растительности выполняется правило – чем выше коэффициент увлажнения, тем выше доля древесной растительности (Klimanova *et al.*, 2021). В то же время, в Красноярске доля древесного покрова близка к Ростову-на-Дону, хотя коэффициент увлажнения в этом городе в два раза выше. Анализ конфигурации зеленой инфраструктуры показывает, что города в степных зонах часто включают большие леса (как естественные, так

и искусственные) за пределами основного городского ядра в административные границы для использования в рекреационных целях. Напротив, участки леса в городах лесной зоны обычно не входят в черту города.

Очистка воздуха от загрязнения. Результаты оценки этой экосистемной услуги демонстрируют очень неблагоприятную ситуацию в абсолютном большинстве городов. Доля выбросов от автотранспорта в общем объеме выбросов в атмосферу колеблется от 34% в Красноярске до 94% в Москве. Газообразные загрязнители, содержащиеся в выхлопных газах, циркулируют в воздухе под воздействием атмосферной диффузии. Их концентрация постепенно уменьшается на больших высотах и расстояниях от дорог. Такие газы могут циркулировать в других городских районах, где они ухудшают качество воздуха. Деревья и кустарники в буферах вокруг дорог больше всего страдают от загрязняющих веществ; в то же время они действуют как барьеры для дальнейшего распространения загрязняющих веществ. Общий предоставляемый объем зависит от площади древесных насаждений внутри города. Это значение сильно различается между исследуемыми городами: самые высокие значения наблюдаются в Москве, Перми и Воронеже, наименьшие - в Челябинске, Омске, Краснодаре и Ростове-на-Дону.

В необходимом объеме также наблюдается существенная разница наибольшие нагрузки испытывают Москва, Санкт-Петербург и Казань, в то время как Волгоград, Красноярск и Ростов-на-Дону производят менее 70 тыс. тонн выбросов в год.

Соотношение требуемого объема экосистемных услуг к предоставляемому в исследуемых городах не превышает 1%, т.е. современная городская зеленая инфраструктура не в состоянии устранить большую часть выбросов. Наилучшие результаты были достигнуты в Воронеже и Перми, которые довольно экологичны и имеют сравнительно низкие выбросы. Следует также подчеркнуть, что Москва, несмотря на наличие самой большой зеленой зоны, показывает худшие результаты по всем изученным газам из-за

огромного объема выбросов транспортных средств. Корреляция между долей удаляемых загрязняющих веществ и относительной площадью зеленых насаждений крайне низкая, что также указывает на недостаточный потенциал этой экосистемной услуги.

В отношении загрязнения от стационарных источников показано, что объем предоставляемых экосистемных услуг в городах меняется от 6,2 до 104,1 т/год в зависимости от площади зеленой инфраструктуры внутри буферов.

Как и в случае с передвижными источниками, соотношение необходимых объемов к предоставленным составляет менее 1% во всех городах. Учитывая, что большая доля загрязняющих веществ переносится от точечного источника, мы можем предположить, что основная роль зеленой инфраструктуры внутри санитарных буферов заключается в частичном снижении требуемого объема очистки воздуха, обеспечиваемого другими городскими и пригородными лесами, которые также выполняют эту экосистемную услугу.

Предоставляемый объем экосистемных услуг зависит от уровня облесенности в санитарно-защитных зонах (СЗЗ). Среди исследованных городов нет ни одного, где древесная растительность покрывала более 30% территории. Максимальная доля отмечена в Перми (30%), а самые низкие значения – в Челябинске (7%) и Волгограде (9%).

Площадь древесной растительности в СЗЗ, в целом, коррелирует с природной зоной, в которой расположен город: например, значения этого показателя в лесной зоне выше, чем в степной зоне. В то же время СЗЗ облесены гораздо меньше, чем сами города.

Регулирование климата. Некоторые из исследованных городов не обладают достаточной зеленой инфраструктурой для оптимального регулирования климата, т.е. менее 100% площади городских районов испытывают охлаждающий эффект от наличия озелененных пространств. Это, прежде всего, города степной зоны – Волгоград, Омск, Краснодар, Челябинск и Самара. Красноярску также сильно не хватает этой услуги: охлаждается

только 23% городской территории. Напротив, избыточна эта услуга в наиболее озелененных городах – Перми, Москве и Нижнем Новгороде. В то же время для оценки этой услуги важно учитывать и конфигурацию зеленой инфраструктуры – в большинстве крупных городов зеленые массивы приурочены к окраинам, а центральные районы часто вообще лишены растительности. Такая ситуация характерна для Перми, Ростова-на-Дону и Самары, где наибольшая доля зеленой инфраструктуры (до 50-70%) сосредоточена за пределами городского ядра. Особенно в случае Ростова-на-Дону, лесные массивы расположены на менее заселенном левом берегу реки, в то время как в центре города и жилых районах наблюдается острая нехватка зеленых зон.

Могут ли получившиеся данные свидетельствовать, что в городах, где соотношение предлагаемого и необходимого объема более 100, уровень развитости зеленых насаждений достаточен для снижения эффекта острова тепла? Думается, что лишь отчасти. Для эффективного снижения температуры чрезвычайно важным является расположение элементов зеленой инфраструктуры в центральной зоне города с высокой плотностью застройки. Имеющиеся у нас данные позволяют лишь качественно оценить ситуацию по конфигурации системы зеленых насаждений. Результаты этой оценки показывают, что минимальная озелененность центральных районов города является, без преувеличения, основной проблемой адаптации к возможным климатическим изменениям для всех крупнейших городов России.

Дальнейшие улучшения предложенной методики оценки, в связи с этим, должны базироваться не только на увеличении знаний о масштабах островов тепла в российских городах, но и на учете размеров существующих зеленых массивов, что позволит более точно рассчитать размеры зоны влияния в зависимости о формы и локализации объекта зеленой инфраструктуры.

При оценке регулирования микроклимата городской растительностью можно также оценивать охлаждающий эффект зеленых элементов на жилые кварталы. При подобном расчете за необходимый объем услуги стоит

принимать площадь жилых зон, в которых средняя дневная поверхностная температура выше нормы. Предоставленный объем будет считаться площадью жилой зоны, подверженной охлаждающему эффекту.

Обеспечение продовольствием. Сельскохозяйственные угодья составляют менее 2% от общей городской площади Нижнего Новгорода, Москвы (в старых границах, существовавших до 2012 года, т.е. исключая так называемую Новую Москву) и Самары. Напротив, около 12% территории Краснодара занимают сельскохозяйственные угодья (рис. 5.3). Волгоград, Воронеж, Ростов-на-Дону, Омск и Краснодар - города, где значительная площадь пахотных земель принадлежит сельскохозяйственным предприятиям. В большинстве городов сельскохозяйственные земли представлены фруктовыми садами и огородами, предназначенными для выращивания овощных культур, они играют важную роль в отдыхе и обеспечении продовольствием многих городских жителей.

Очевидно, что современные крупные города не способны полностью обеспечивать себя продовольствием. Тем не менее, как показал наш анализ, в городах России этот показатель колеблется от 5,54 (Самара) до довольно высоких значений, доходя до 31,28% (Омск), при этом потенциальный вклад в обеспечение продукцией овощей и фруктов больше, чем доля сельскохозяйственных угодий в площади города. Это может означать довольно высокую продуктивность личных подсобных хозяйств и их высокую значимость с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности в некоторых крупных городах России.

Очевидно, что для более точных оценок вклада сельскохозяйственных земель в городах в обеспечение продовольствием их жителей необходим учет особенностей городского рынка овощей и фруктов, особенностей потребления тех или иных видов продукции (статистические показатели по отдельным группам овощей), а также информация о предпочтениях населения в части потребления локальной сельскохозяйственной продукции.

Обеспечение условий для отдыха и рекреации. Предоставление условий для прогулочного отдыха и занятий спортом – важнейшая из экосистемных услуг, предоставляемая городской зеленой инфраструктурой. Методическая сложность при расчете этого вида услуг в российских городах связана, с одной стороны, с разнообразием элементов зеленой инфраструктуры и, как следствием, предоставляемыми ими условиями для отдыха, с другой, широким спектром рекреационных занятий населения и отсутствием норм предельно допустимых рекреационных нагрузок для них. Как уже было показано выше, в состав зеленой инфраструктуры городов входят как территории с охранным статусом, в которых предоставление условий для занятий рекреацией не является основной функцией, так и городские озелененные территории, относящиеся к городской системе благоустройства.

Для расчета предельно допустимых рекреационных нагрузок на природные комплексы в Российской Федерации действует единственная утвержденная на государственном уровне методика (Временная методика..., 1987). Она принимает во внимание два условия: 1) виды туризма (экскурсии, туризм плановый, туризм самодеятельный, массового повседневного отдыха); 2) тип лесных или луговых сообществ (фактически тип почвенного покрова природных комплексов). Показатели для массового повседневного отдыха (минимальные из имеющихся нормативов) были использованы нами для расчета емкости городских особо охраняемых природных территорий. Для ООПТ всех городов был взят усредненный норматив единовременной рекреационной нагрузки без учета характера растительности – 2 чел./га, который авторами методики предлагается для березняков в зоне хвойно-широколиственных лесов. Разница в характере растительности ООПТ, а также возраст насаждений, протяженность дорог и троп, степени атмосферного загрязнения и др. факторов для оценки предоставленного объема нами не учитывались. Для иных элементов зеленой инфраструктуры были приняты нормативы рекомендуемой рекреационной нагрузки при среднерегулируемом

режиме⁶, составляющие 50 чел./га. Также был рассчитан предлагаемый объем, исходя из минимальных нормативов рекреационной нагрузки (как для ООПТ).

В случае, если для расчета брались разные величины рекреационной емкости, во всех городах, кроме Ростова-на-Дону, соотношение между предоставленным и необходимым объемом услуги существенно выше 100%. В Ростове-на-Дону низкое значение предоставленного объема связано с тем, что площадь земель, пригодных для рекреации очень мала, а значительная часть внутригородского озеленения, по-видимому, попала в категорию малоплотной застройки, которая не была учтена при определении площадей, пригодных для рекреации. В случае, если применяется единое значение рекреационной емкости для ООПТ и иных типов зеленой инфраструктуры, то соотношение становится иным – предложение услуг превышает спрос только в Воронеже и Перми. В остальных же городах ситуация иная – спрос превышает предложение.

В связи с этим возможное уточнение результатов должно идти в следующих направлениях:

- использование максимально достоверной информации о составе зеленой инфраструктуры, предоставляющей рекреационные услуги и о ее современном состоянии;

- прояснение характера рекреационных занятий с целью уточнения норм емкости для их разных видов;

- детальное нормирование допустимых рекреационных нагрузок, не вредящих природным комплексам и, с учетом в соответствии с эколого-географических особенностей территории: уклона местности, характера почвенно-растительного покрова, воздействия фактора беспокойства на животное население и т.д.

⁶ Постановление Правительства Москвы от 6 августа 2002 г. № 623-ПП «Об утверждении норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы МГСН 1.02-02».

Хотя методы моделирования экосистемных услуг, используемые здесь, применимы на уровне города, им не хватает точности и уровня детализации. Например, объем и разнообразие предоставляемых услуг зависят не только от общей площади зеленой инфраструктуры, но и от ее качества. В этом исследовании мы упростили оценку качества, чтобы рассмотреть только три класса такой инфраструктуры: древесная растительность, недревесная растительность и сельскохозяйственные угодья. Хотя это упрощение допустимо для нашего масштаба более сложная оценка для целей городского планирования и развития потребует большего количества показателей и параметров. Растительность должна классифицироваться по ее состоянию и жизнеспособности, в то время как функции и ценность зеленых элементов должны определяться не только их размером, но также формой и расположением (Sbitnev, 2016). Более того, фрагментация является важным фактором, который следует учитывать, поскольку она может определять качество экосистем, различные вспомогательные услуги и устойчивость зеленой инфраструктуры (Kim, 2021).

Игнорируя внутригородские различия, наши результаты отражают среднюю ситуацию по всему городу. Однако спрос и предложение на экосистемные услуги могут меняться в зависимости от плотности населения, расположения промышленных и жилых районов, объема выбросов из конкретных источников, а также географических и пространственных особенностей (преобладающие направления ветра и другие атмосферные условия, застроенные сооружения и т.д.) (Wende, 2019).

Исследование показало, что в России административные границы большинства городов охватывают не только застроенные районы, но и обширные территории лесов, лугов и сельскохозяйственных угодий, а фактическое городское ядро может быть в два-три раза меньше административных границ. В контексте экосистемных услуг это означает, что реальный объем потребляемых услуг может быть намного меньше, так как жители города находятся далеко от источников услуги. Эта проблема

характерна для почти всех изученных городов. Расширение формальных городских границ за счет обширных пригородных районов, как в случае с Москвой (см. п. 5.2), может значительно улучшить средние показатели обеспечения экосистемных услуг, но в реальности никак не изменить ситуацию для большинства жителей города.

Для расчета предлагаемого и необходимого объема экосистемных услуг необходимы хорошо структурированные и постоянно обновляемые материалы на местном уровне. В настоящее время они собираются, в лучшем случае, по всему городу, а не по отдельным округам. В то время как экономические и демографические данные являются более или менее исчерпывающими, разнообразные экологические наборы данных о видах, погодных условиях, охраняемых территориях и состоянии растительности не представлены в единой хорошо организованной форме. Более того, поскольку официальных данных о выбросах из точечных источников нет, невозможно определить районы с наибольшим спросом на услуги по очистке воздуха. Детальные исследования не могут быть проведены на уровне города из-за отсутствия данных о посетителях парков или их рекреационных предпочтениях.

С нашей точки зрения, именно оценка состояния зеленой инфраструктуры и экосистемных услуг в крупных урбанизированных ареалах представляет собой приоритетную задачу. Как уже было показано, такие города формируют собственную территориальную структуру, во многом, определяемую мерами по городскому планированию и наличием финансовых ресурсов для проведения различных мероприятий по благоустройству и улучшению окружающей среды. Именно эти города могут формировать лучшие или, напротив, худшие практики в области приоритетов развития зеленой инфраструктуры.

Одной из составляющей таких лучших практик может быть разработка специальной программы планирования и управления для крупных лесных массивов, в т.ч. и особо охраняемых природных территорий. Так, в Москве

при проведении подобной политики очевидна тенденция к приоритезации рекреационных функций по сравнению со средорегулирующими. В то же время очевидно, что городские ООПТ по набору предлагаемых экосистемных услуг сильно отличаются от ООПТ, расположенных вне городских границ. В связи с этим для управления ими крайне важно проведение функционального зонирования и разработка режимов природопользования на основе, в частности, ландшафтного плана территории (Климанова и др., 2015).

Проведенный анализ современного состояния зеленой инфраструктуры и важнейших экосистемных услуг в 16 крупнейших городах Российской Федерации показал, что они являются важнейшими факторами, определяющими качество жизни горожан. Это говорит об острой необходимости включения показателей зеленой инфраструктуры и экосистемных услуг в процесс принятия планировочных решений в крупных городах.

Сопоставление предоставленного и необходимого объемов услуг показывает, что наиболее «дефицитными» в крупных городах являются услуги по очистке воздуха от загрязнений. Уровень обеспеченности горожан рекреационными услугами, выявленный с использованием минимальных нормативов потребности людей в рекреационной зеленой инфраструктуре, в большинстве городов можно считать приемлемым. Однако эти оценки требуют серьезного уточнения на основе показателей предельно допустимой рекреационной нагрузки на природные экосистемы, которые должны быть установлены для разных типов экосистем, климатических условий и разных типов рекреации.

Учитывая высокую значимость экосистемных услуг для качества жизни населения и тренды увеличения городской экспансии в крупных урбанизированных ареалах целесообразно начать подготовку к внедрению в систему городского управления системы экспериментального эколого-экономического учета, что позволило бы оценивать в динамике состояние экосистемных активов и оказываемые ими экосистемные услуги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Страноведческие исследования, так же как и районирование, в последние десятилетия занимают в отечественной географии гораздо менее заметное место, чем раньше. Парадоксально, но это происходит на фоне возрастания роли региональных различий в современном мире, в том числе и при возникновении и решении экологических проблем. Очевидно, что их специфика определяется не только свойствами природных систем, степенью и характером антропогенного воздействия, но и историко-культурными, социально-экономическими и политическими особенностями территории. Устойчивость и перспективность развития конкретных регионов все более зависят от их индивидуальных, в том числе и географических свойств. Однако мир изменился, и изучение регионов требует разработки новых концепций или, как минимум, пересмотра устоявшихся парадигм и их обновления.

В рамках данной работы в качестве территориальных объектов исследования и материала для отработки концепции геоэкологического страноведения намеренно были выбраны территории разного статуса и размера – от крупнейших городов до целого материка. Подобный выбор на первый взгляд может показаться нелогичным: в географии более привычно иметь дело с масштабированием на разные уровни одного объекта, например «Бассейн озера Чад – Сахельская зона – Африка». Тем более непривычным выглядит и смешение объектов разных ветвей географии – историко-культурных регионов, природных зон, стран и городских ареалов. Однако, на наш взгляд, именно такое разнообразие объектов обеспечивает большую достоверность исследования, давая возможность проверки концепции для географически и генетически разных районов.

Кроме того, сопоставление разноплановых объектов позволило автору высказать гипотезу о том, что территориальные системы, занимающие промежуточное положение между глобальным и локальным уровнями,

образуют особый мезоуровень дифференциации географического пространства. Традиционно в географии его принято называть региональным, однако такое название не вполне точно обозначает специфику всего множества входящих в него объектов. Необходимость введения понятия «мезоуровень» обусловлена желанием выделить как объекты региональной (например, физико-географические и экономико-географические районы), так и макрорегиональной размерности (материки, цивилизационные макрорегионы, группы стран и др.). Несмотря на разницу в размерах их роднит между собой специфика взаимодействия факторов разной природы, по-иному проявляющаяся и на локальном, и на глобальном уровнях. Выделение подобного уровня позволило обосновать необходимость использования в геоэкологии для изучения подобных систем наряду с ландшафтной проблемно-страноведческой парадигмы и своей совокупности методов исследования.

Проанализированные в ходе исследования подходы особенно важны и для России. Как известно, нашу страну отличает не только самое широкое разнообразие природно-географических условий развития ее регионов, но и высокая дифференциация антропогенного воздействия, культурно-цивилизационные факторы, по-разному накладывающиеся на конкретные территории, и факторы мощного социально-политического характера. Дополнительной причиной важности проведения геоэкологического анализа на мезоуровне в России является многоуровненность любых территориальных систем в самой большой по площади стране мира, по данному показателю представляющей в планетарном масштабе особый мегарегион.

В то же время на практике применение геоэкологических методов в географических исследованиях нередко ограничивается процессным анализом изменений, происходящих в природной среде под воздействием антропогенного фактора, но без учета конкретной территории – тех самых геоэкологических регионов, которые сформировались в результате длительного цивилизационного освоения. Плодотворность такой идеи могла

бы обогатить содержание различных документов стратегического планирования, усилить рекомендации по качественному и сбалансированному использованию ресурсов российских регионов, в том числе в случаях формирования новой экологической культуры, и наконец, дать основы для пересмотра в условиях повсеместного распространения информации о странах и регионах методического содержания учебных географических дисциплин. Отчасти это уже нашло отражение в практической деятельности автора и ее коллег.

В этой связи дальнейшее совершенствование разработанной методологии может быть осуществлено как минимум в трех направлениях. Во-первых, следует более детально проработать намеченные в диссертации механизмы, инструменты и алгоритмы исследований, применяемые на мезоуровне, в рамках складывающейся в науке геоэкологической парадигмы. Во-вторых, важно расширить направление геоэкологического анализа на иные страны и регионы, отличающиеся и/или схожие с рассмотренными в работе по своим природно-географическим, историко-культурным и социально-экономическим условиям развития территорий. Наконец, наиболее востребованным может стать распространение сформированной методологии на практические действия органов власти разного уровня в проведении более осмысленной политики, направленной на развитие конкретных территорий.

Все вышеперечисленное свидетельствует о необходимости формального закрепления статуса геоэкологического страноведения и занятии им особого места среди других направлений отечественной географической науки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдусин Д.А. Основы археологии. – М.: Высшая школа, 1989. – 335 с.
2. Александровский А.Л., Жариков С.Н. Этапы земледельческого освоения и агрогенные изменения почв в основных регионах мира // Глобальная география почв и факторы почвообразования. – М.: Институт географии АН СССР, 1990. – с. 125–163.
3. 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.
4. Алексеева Н.Н., Климанова О.А. Физическая география материков. Общие закономерности. Учебное пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2012. – 152 с.
5. 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.
6. 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. 110-123.
7. Американская география. Современное состояние и перспективы / Пер. с англ. – М.: Издат-во иностранной литературы, 1957. – 550 с.
8. Андрианов Б.В. Население Африки. – М.: Наука, 1964. – 276 с.
9. Антипова А.В., Кочуров Б.И. Научная школа по оценке и картографированию экологических ситуаций // Проблемы региональной экологии. – 1999. – № 3. – С. 60–75.
10. Анучин В.А. Теоретические основы географии. – М.: Мысль. –1972. 430 с.
11. Анучин Д.Н. Избранные географические работы. – М.: Гос. издат-во геогр. лит-ры, 1954. – 387 с.

12. Атлас экологического каркаса Москвы. Под. ред. А.С. Курбатовой. – М.: Институт градостроительного и системного проектирования, 2014. – 87 с.
13. Бакланов П.Я., Поярков Б.В., Каракин В.П. Природно-хозяйственное районирование территории: общая концепция и исходные принципы // География и природные ресурсы. – 1984. – № 1. – С. 7–15.
14. Балабко П.Н., Востокова Л.Б., Дорджготов Д., Эрдэнтуяа Т. Изменение свойств темно-каштановых почв при длительном сельскохозяйственном использовании // Состояние богарных пашен Монголии и методические рекомендации по его оценке. – Улан-Батор. – 1990. – С. 25–45.
15. Баранский Н.Н. Страноведение и география физическая и экономическая // Научные принципы географии. – М.: Мысль, 1980. – 239 с.
16. Барков А.С. Словарь-справочник по физической географии. – М., 1940. (4-е изд.: М.: Учпедгиз, 1958). – 330 с.
17. Берг Л.С. Очерки по физической географии. – М.-Л., 1949. – 340 с.
18. Биро П., Дреш Ж. Средиземноморье. В двух томах. Т. 1. Западное Средиземноморье. – М.: Издат-во иностр. лит., 1960. – 464 с.; Т. 2. Восточное Средиземноморье. – М.: Издат-во иностр. лит., 1962. – 527 с.
19. Битюкова В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. – М.: Либроком, 2009. – 448 с.
20. Блануца В.И. Интегральное экологическое районирование: концепция и методы. – Новосибирск: Наука, 1993. – 160 с.
21. 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. – Том 151, № 3. – С. 55-72.
22. Бродель Ф. Средиземное море и средиземноморский мир в эпоху Филиппа II. В 3-х ч. Ч. 1. Роль среды. М.: Языки славянской культуры, 2002. 496 с.; Ч. 2. Коллективные судьбы и универсальные сдвиги. – М.: Языки славянской культуры, 2003. – 808 с.
23. Буданова В.П. История мировых цивилизаций. – М., 2004. – 202 с.

24. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 328 с.
25. Будыко М.И. Изменения климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
26. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста / Ред. колл. А.Л. Яншин, С.Р. Микулинский, И.И. Мочалов; сост. М.С. Бастракова и др. – М.: Наука, 1988. – 520 с.
27. Витвер И.А. Французская школа географии человека // Ученые записки МГУ, 1940. – Вып. 35. – С. 8–44.
28. Владимиров В.В. Актуальность предпосылки экологического программирования в районной планировке // Вопросы географии. – М.: Мысль, 1980. – №113. – С.109-117.
29. Владимиров В.В. Расселение и окружающая среда. – М.: Стройиздат, 1982. – 228 с.
30. Вольский В.В. Типы зарубежных стран // Социально-экономическая география зарубежного мира. – М.: Дрофа, 2001. – С. 60–82.
31. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву. – М., 1987. – 33 с.
32. Всемирная история / Е.М. Жуков и др. // Т. I История первобытного общества и древнего мира (до IV–V вв. н. э.). – М.: Госполитиздат, 1958. – 748 с.
33. Гвоздецкий Н.А. Основные проблемы физической географии. – М.: Высшая школа, 1979. – 222 с.
34. Географические пояса и зональные типы ландшафтов мира / Е.Н. Лукашева и др. – М.: ГУГК, 1988.
35. География социально-экономического развития / под ред. А.И. Алексеева, Н.С. Мироненко. – М.: Издат. дом «Городец», 2004. – 672 с.
36. География, общество, окружающая среда. Том II. Функционирование и современное состояние ландшафтов / Под ред. К.Н. Дьяконова, Э.П. Романовой. – М.: Городец, 2004. – С. 361–470.

37. География. Землеведение: Учебник для 6 кл. общеобразоват. учреждений / О.А. Климанова и др. Под. ред. О.А. Климановой. – М.: Дрофа, 2004. – 240 с.
38. География. Страноведение. 7 кл.: учебник для общеобразоват. учреждений / О.А. Климанова и др. Под. ред. О.А. Климановой. – М.: Дрофа, 2007. – 336 с.
39. Геоэкологические принципы проектирования природно-технических геосистем. – М.: ИГ АН СССР, 1987. – 322 с.
40. Геоэкология: глобальные проблемы: Материалы к IX съезду Географического общества СССР. – Л., 1990.
41. Геттнер А. География: ее история, сущность и методы. – Л.-М.: Государственное издат-во, 1930. – 416 с.
42. Гладкий Ю.Н., Чистобаев А.И. Регионоведение. – М., Гардарики, 2002.
43. Глобальная экологическая перспектива – 3. – М.: Интердиалект+, 2002.
44. Голубев Г.Н. Геоэкология. – М.: ГЕОС, 1999. – 338 с.
45. Голубев Г.Н. Глобальные изменения в экосфере. – М.: Желдориздат, 2002. – 365 с.
46. Голубев Г.Н. Глобальный геоэкологический кризис и выживание человечества // Мир геоэкологии. – М.: Геос, 2008. – С. 5–10.
47. Горкин А.П. Системно-структурный подход // Социально-экономическая география: понятия и термины. Словарь-справочник. – Смоленск: Ойкумена, 2013. – 328 с.
48. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. – Смоленск: Издат-во СГУ, 1998. – 447 с.
49. Горшков С.П. Наука геоэкология — одна или несколько? // Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование. – М., Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2010. – С. 11–15.
50. Горшков С.П. Учение о биосфере. Введение. – М.: Географич. ф-т МГУ, 2008. – 118 с.
51. Грацианский А.Н. Природа Средиземноморья. – М.: Мысль, 1971. – 508 с.

52. Григорьев А.А., Будыко М.И. О периодическом законе географической зональности// Доклады АН СССР. – 1956. – Т. 110. № 1. – С. 129–132.
53. Гриднев Д.З. Природно-экологический каркас в территориальном планировании муниципальных образований. Дисс. ... канд. географ. наук. – М.: ИГРАН, 2011.
54. Гринфельдт Ю.С., Климанова О.А. Оптимизация рекреационного использования приморских территорий // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2005. – № 6. – С. 43–47.
55. Гумилев Л.Н. Ритмы Евразии: эпохи и цивилизации. – М.: Экопрос, 1993. – 576 с.
56. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 526 с.
57. 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. 24-37.
58. Джеймс П., Мартин Дж. Все возможные миры. Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1988. – 672 с.
59. Добрынин Б.Ф. Методологические основы современного физико-географического страноведческого исследования // Вопросы географии. – 1957. –Сб. 40.
60. Добрынин Б.Ф. Физическая география Западной Европы. – М., 1948. – 416 с.
61. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. – СПб, 1899.
62. Долуханов П.М. История Средиземных морей. – М.: Наука, 1988. – 144 с.
63. Дьяконов К.Н. Методологические проблемы изучения физико-географической дифференциации // Вопросы географии. Вып. 98. Количественные методы изучения природы. – М.: Мысль, 1975. – С. 28-51.

64. Евсеев А.В., Красовская Т.М. Геоэкология: пути становления теории и современная практика ее применения // Вестник Московского университета. Сер. География. 2005. – № 4. – С. 60.
65. Емельянов А.Г. Структура и классификация геоэкосистем как объектов геоэкологического анализа // Вопросы региональной геоэкологии. – Тверь: ТвГУ, 2002. – С. 3–12.
66. Ерасов Б.С. Сравнительное изучение цивилизаций. – М.: Аспект-Пресс, 1999. – 556 с.
67. Забродская М.П. Изучение антропогенной эволюции и ландшафтов Северной Африки при страноведческих исследованиях. – Воронеж: Издат-во педаг. ин-та, 1975. – 52 с.
68. Замятин Д.Н. Гуманитарная география: Пространство и язык географических образов. – СПб.: Алетейя, 2003. – 331 с.
69. Земельные угодья мира: Карта для вузов. М-б 1:15 000 000 / Ред. Л.Ф. Январева. – М.: Картография, 1986.
70. Золотокрылин А.Н. Климатическое опустынивание. – М.: Наука, 2003. – 246 с.
71. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 375 с.
72. 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.
73. Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование. Материалы Всероссийской научной конференции. – М.: Издат-во Моск. ун-та, 2010. – 302 с.
74. Исаков Ю.А., Казанская Н.С. Закономерности антропогенной трансформации экосистем и экологический мониторинг // Теоретические основы и опыт экологического мониторинга. – М.: Наука, 1983. – С. 146–155.
75. Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию. – СПб.: Издат-во СПбГУ, 2003. – 192 с.

76. Исаченко А.Г. Ландшафтная структура Земли, расселение, природопользование. – СПб.: Издат-во С.-Петербур. ун-та, 2008. – 320 с.
77. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
78. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. – М.: Академия, 2004. – 400 с.
79. Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Ландшафты. Природа мира. – М., Мысль, 1989. – 504 с.
80. Кавалаяускас П. Геосистемная концепция планировочного природного каркаса // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения: Тез. XIII Всесоюзного совещания по ландшафтоведению. – Л.: ГО АН СССР, 1988. – С.102-104.
81. Кавалаяускас П. Системное проектирование сети особо охраняемых территорий // Геоэкологические подходы к проектированию природно-технических геосистем. – М.: ИГ АН СССР, 1985. – с. 145-153.
82. Каганский В.Л. Основные практики и парадигмы районирования // Региональные исследования. – 2003. – № 2. – С. 16–30.
83. Каждан А.П. Византийская культура. – СПб.: Алетейя, 1997. – 279 с.
84. Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли. – М.: Мысль, 1970. – 283 с.
85. Калуцков В.Н. Ландшафт в культурной географии. – М.: Новый хронограф, 2008. – 320 с.
86. Карлович И.А. Геоэкология. – М.: Академический Проект: Альма-Матер, 2005. – 512 с.
87. Касимов Н.С. От экологического образования к образованию для устойчивого развития // Образование для устойчивого развития / Под ред. Н.С. Касимова. – Смоленск: Универсум, 2004.
88. Климанова О.А. Геоэкологические аспекты страноведения // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2008. – № 4. – С. 22-28.
89. Климанова О.А. Геоэкологический мониторинг степных ландшафтов Монголии / Совместная Российско-Монгольская комплексная

- биологическая экспедиция РАН и АН Монголии. Отв. ред. П.Д. Гунин. – М.-Смоленск: Издат-во СГУ, 1999. – 130 с.
90. Климанова О.А. Геоэкологическое страноведение: Природные и антропогенные факторы формирования регионов. – М.: Ленанд, 2014. – 304 с.
91. Климанова О.А. Ресурсоведение и ресурсы мира. Африка: Учебное пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2007. – 116 с.
92. Климанова О.А. Страноведческий анализ в контексте геоэкологических проблем // Известия Русского географического общества. – 2014. – Т. 145. Вып. 3. – С. 82-91.
93. Климанова О.А., Козлов Д.Н. Формализованные подходы к оценке неопределенности географического районирования // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2015. – № 3. – С. 3-11.
94. 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.
95. 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.
96. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Зеленая инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития. – М.: КМК, 2020. – 324 с.
97. 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.
98. 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.

99. Климанова О.А., Марголина И.М. Геоэкологические проблемы: опыт визуализации в школьном курсе географии // География в школе. – 2010. – № 5. – С. 28-32.
100. Климанова О.А., Селедчикова И.А. География цивилизаций Древнего мира и Средневековья в границах Средиземноморья // Мир геоэкологии: сборник статей. – М.: ГЕОС, 2008. – С. 132–140.
101. Климанова О.А., Тельнова Н.О. Природный и историко-культурный потенциал региона как основа формирования туристского образа территории // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2008. – № 4. – С. 49–55.
102. 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.
103. Климанова О.А., Царева О.В. Изменение природных комплексов в котловине озера Чад в 1987-2007 гг. в условиях глобальных климатических изменений // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 3. – С. 24-28.
104. Климанова О.А., Шабалина Н.В. Географические аспекты туристского страноведения // География туризма: Учебник / Под ред. А.Ю. Александровой. – М.: Кнорус, 2008. – С. 306–313.
105. Клименко В.В. Климат: непрочитанная глава истории. – М.: Изд. дом МЭИ, 2009. – 408 с.
106. Клубов С.В., Прозоров Л.Л. Геоэкология: история, понятия, современное состояние. – М.: ВНИИЗарубежгеология, 1993. – 162 с.
107. 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.
108. 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.

109. Колбовский Е.Ю., Климанова О.А., Пасхина М.В. Морфотипы городской среды как объект геоэкологической оценки // Экология урбанизированных территорий. – 2013. – № 2. – С. 135-139.
110. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории: Учебное пособие. – М.: 1999. – 86 с.
111. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. – М.; Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
112. Крубер А.А. Физико-географические области Европейской России. – М.: Землеведение, 1907. – 164 с.
113. Крубер А.А., Григорьев С.Т., Барков А.С., Чефранов С.В. Америка. Иллюстрированный географический сборник. – СПб: Типо-литография Тов-ва И.Н. Кушнерев и Ко, 1901.
114. Культурный ландшафт как объект наследия / Под ред. Ю.А. Веденина, М.Е. Кулешовой. – М.: Институт Наследия; СПб.: Дмитрий Буланин, 2004. – 620 с.
115. Куприянова Т.П. Физико-географическое районирование по принципам однородности территории // Вопросы географии. Вып. 98. Количественные методы изучения природы. – М.: Мысль, 1975.
116. Куракова Л.И. Антропогенные ландшафты. – М.: Издат-во Моск. ун-та, 1976. – 216 с.
117. Куракова Л.И., Романова Э.П. Современные ландшафты: содержание, классификация, тенденции развития // Вестник Моск. ун-та. Сер. География. 1989. – № 2. – С. 31–37.
118. Лавров С.Б. Геоэкология: теория и некоторые вопросы практики // Изв. ВГО. 1989. – Т. 121. Вып. 2. – С. 119–126.
119. Лавров С.Б., Сдасюк Г.В. Этот контрастный мир. Географические аспекты некоторых глобальных проблем. – М.: Мысль, 1985. – 208 с.
120. Левек П. Эллинистический мир. – М.: Институт востоковедения АН СССР, 1989. – 251 с.
121. Левин М.Г., Чебоксаров Н.Н. Хозяйственно-культурные типы и историко-этнографические области // Советская этнография. – 1955. – № 4. – С. 3–17.

122. Лукашова Е.Н. Основные закономерности природной зональности и ее проявления на суше Земли // Вестник МГУ. Сер.5. География. – 1966. – № 6. – С. 11–25.
123. Лукашова Е.Н., Игнатъев Г.М. Ландшафты суши и физико-географическое районирование материков. Пояснительный текст. Физико-географический атлас мира. – М., 1964. – 293 с.
124. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: Учебник. – М.: Издат-во КДУ, 2008. – 424 с.
125. Массон В.М. Первые цивилизации. – Л.: Наука, 1989. – 275 с.
126. Массон В.М. Экономика и социальный строй древних обществ. – Л.: Наука, 1976. – 316 с.
127. Махрова А., Нефедова Т., Трейвиш А. Московская агломерация и Новая Москва // Pro et Contra. – 2012. – № 6. – С. 19–32.
128. Машбиц Я.Г. Комплексное страноведение. – М.-Смоленск: Издат-во СГУ, 1998. – 238 с.
129. Мерекалова К.А., Титов Г.С., Карандеев А.Ю. Карта ландшафтного покрова г. Липецка как основа для оценки экосистемных услуг // Проблемы региональной экологии. – 2021. – № 5. – С. 59–64.
130. Мечников Л.И. Цивилизация и великие исторические реки. – М.: Пангея, 1995. – 290 с.
131. Миланова Е.В. Современные ландшафты стран Леванта. Диссертация ... кандидата географ. наук / МГУ имени М.В. Ломоносова. – М., 1969.
132. Мильков Ф.Н. Вузовская физическая география: периоды ее развития и характерные черты как фундаментальной науки. – Воронеж: Издат-во Воронеж. ун-та, 1984. – 304 с.
133. Мильков Ф.Н. Физико-географический район и его содержание. – М.: Наука, 1956. – 219 с.
134. Мир географии: География и географы. Природная среда / Ред. кол. Г.И. Рычагов и др. – М.: Мысль, 1984. – 536 с.
135. Мир геоэкологии. – М.: ГЕОС, 2008. – 296 с.

136. Мироненко Н.С. Страноведение: теория и методы. – М.: Аспект-Пресс, 2001. – 268 с.
137. Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование. – М.: Издат-во Моск. ун-та, 1985. – 184 с.
138. Мухина Л.И. К теории географических оценок // Основные понятия, модели и методы общегеографических исследований. – М.: Издат-во АН СССР, 1984. – С. 174–183.
139. Низовцев В.А. Зональность // Большая российская энциклопедия. Том 10. – М., 2008. – С. 545–546.
140. Низовцев В.А., Марченко Н.А. Антропогенный ландшафтогенез – методы и результаты исследований // География, общество, окружающая среда. Том II. Функционирование и современное состояние ландшафтов / Под ред. К.Н. Дьяконова и Э.П. Романовой. – М.: Издат. дом «Городец», 2004. – С. 196–213.
141. Николаев В.А. Геоэкологические основания учения об антропогенных ландшафтах // География, общество, окружающая среда. Том II. Функционирование и современное состояние ландшафтов / Под ред. К.Н. Дьяконова и Э.П. Романовой. – М.: Издат. дом «Городец», 2004. – С. 240–249.
142. Николаев В.А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. – М.: Издат-во Моск. ун-та, 1978. – 62 с.
143. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. – М.: Издат-во Моск. ун-та, 1979. – 160 с.
144. Осипов В.И. Геоэкология: понятие, задачи, приоритеты // Геоэкология. – 1997. – № 1. – С. 3–11.
145. Основы геоэкологии / Под ред. В.Г. Морачевского. – СПб.: Издат-во СПбГУ, 1994. – 352 с.
146. Панкова Е.И., Гунин П.Д., Востокова Л.Б., Балабко П.Н. Богарные пашни как объект антропогенной нарушенности природных экосистем Монголии // Экология и природопользование в Монголии. – Улан-Батор, 1990.
147. Петров К.М. Геоэкология. – СПб.: Издат-во СПбГУ, 2004. – 440 с.

148. Поздеев В.Б. Становление и современное состояние геоэкологии. – Смоленск: Маджента, 2004. – 324 с.
149. Пономарев А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. – 2012. – Т. 154, кн. 3. – С.228-238.
150. Преображенский В.С. О роли социальных аспектов в проблеме природопользования // Вопросы географии. Сб. 108. – М.: Мысль, 1978. – С. 40–44.
151. Приваловская Г.А. Районирование территории СССР как метод изучения взаимодействия хозяйства со средой // Совершенствование природопользования: Географический аспект. – М.: ИГ АН СССР, 1983. – С. 15–28.
152. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 416 с.
153. Ратцель Ф. Народоведение. – Т. 1–2. – СПб., 1903.
154. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
155. Реклю Э. Человек и Земля. – Т. 1–6. – СПб., 1906–1909.
156. Ретеюм А.Ю. Физико-географическое районирование и выделение геосистем // Количественные методы изучения природы. Сб. Вопросы Географии, вып. 98. – М.: Мысль, 1975. – С. 5-27.
157. Родман Б. Б. Территориальные ареалы и сети. – Смоленск: Ойкумена, 1999. – 256 с.
158. Романова Э.П. Геоэкологическое районирование ландшафтов суши // География, общество, окружающая среда. Глав. ред. Н.С. Касимов. Том II. – М.: Издат. дом «Городец», 2004. – С. 352–360.
159. Романова Э.П. Геоэкологическое состояние природно-антропогенных систем Европы // Вестник Московского университета. Сер. География. – 2012. № 2. – С. 19–26.
160. Романова Э.П. Современные ландшафты Европы (без стран Восточной Европы). – М.: Издат-во МГУ, 1997. – 312 с.

161. Романова Э.П., Алексеев Б.А., Васильева М.А. Геоэкологическая оценка ландшафтов (на примере территории Нидерландов) // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2010. – № 1. – С. 3–10.
162. 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.
163. Рунова Т.Г. Опыт природно-ресурсного районирования СССР // Известия АН СССР. Сер. геогр. – 1973. – № 2. – С. 44–54.
164. Рыбаков Б.Р. История Востока. В 3-х томах. Т. 1. Восток в древности. М.: Восточная литература, 1997. 688 с.; Т. 2. Восток в Средние века. М.: Восточная литература, 1995. 716 с.; Т. 3. Восток на рубеже средневековья и нового времени. XVI–XVIII вв. – М.: Восточная литература, 1999. – 696 с.
165. Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. – М.: Мысль, 1972. – 223 с.
166. Саушкин Ю.Г. Избранные труды. – Смоленск: Универсум, 2001. – 416 с.
167. Сванидзе И.А. Сельское хозяйство Тропической Африки. – М.: Мысль, 1972. – 352 с.
168. Севастьянов Д.В., Бочарников В.Н. Экологическое страноведение как междисциплинарное научное направление // Вестник СПбГУ, сер. 7. – 2009. – Вып. 3. – С. 111–123.
169. Семенов-Тянь-Шанский В.П. Район и страна. – М.-Л.: Госиздат, 1928. – 311 с.
170. Симонов Ю.Г. История географии в Московском университете: события, люди. Т. 1. – М.: Городец, 2008. – 504 с.
171. Смирнягин Л.В. Районирование общества: теория, методология, практика: на материалах США. Диссертация ... доктора геогр. наук / Институт географии РАН. – М., 2005.
172. Смирнягин Л.В. Районы США: портрет современной Америки. – М.: Мысль, 1989. 379 с.

173. Соболев Н.А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. – 1999. – № 3. – С. 25-30.
174. Солнцев В.Н. Геосистема // Большая российская энциклопедия. 2004 [Электронный ресурс] Доступно по адресу: <https://bigenc.ru/geography/text/2352887> . (дата обращения 01.02.2022).
175. Солнцев В.Н. История университетской кафедры физической географии мира и геоэкологии. – М.: ГЕОС, 2008. – 120 с.
176. Солнцев В.Н. О трудностях внедрения системного подхода в физическую географию // Системные исследования. Сб. «Вопросы географии», вып. 104. – М.: Мысль, 1977. – С. 20-36.
177. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. – М.: Мысль, 1981. – 238 с.
178. Сорокин П. Человек. Цивилизация. Общество / Общ. ред. А.Ю. Согомонов. Пер. с англ.– М.: Политиздат, 1992. – 393 с.
179. Сочава В.Б. География и экология // Материалы V съезда Географического общества СССР. – Л., 1970. – С. 5–12.
180. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Издат-во МГУ, 1997. – 368 с.
181. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). – М.-Смоленск: Издат-во СГУ, 1997. – 367 с.
182. Тикунов В.С. Проявление нечеткости знаний в процессе моделирования географических систем // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1994. – № 2. – С. 9–16
183. Тимашев И.Е. Геоэкология и главный компонент земного ландшафта // Мир геоэкологии. – М.: ГЕОС, 2008. – С. 11–20.
184. Тимашев И.Е. Геоэкология как эколого-ландшафтная наука // Вестник ВГУ. Серия География, геоэкология. – 2007. № 1. – С. 5–11.
185. Тишков А.А. Охраняемые природные территории и формирование каркаса устойчивости // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование. – Невель.: ИГ РАН, 1995. – С. 94-107.

186. Тишков А.А., Осипов В.И. Геоэкология // Большая Российская энциклопедия. Т. 7. – М.: БРЭ, 2006. – С. 257.
187. Тойнби А.Дж. Постигание истории. – М.: Прогресс, 1991. – 687 с.
188. Трапезникова О.Н. Структура и эволюция агроландшафтов Нечерноземной зоны Восточно-Европейской равнины. Диссертация... доктора географич. наук. – М., 2017.
189. Трейвиш А.И. Город, район, страна и мир. Развитие России глазами страноведа. – М.: Новый хронограф, 2009. – 369 с.
190. Тролль К. Ландшафтная экология (геоэкология) и биоценология. Терминологическое исследование // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. – № 3. – С. 114–120.
191. Трофимов А.М., Котляков В.М., Селиверстов Ю.Г., Хузеев Р.Г., Трофимов А.М. Теоретический аспект геоэкологических исследований // Известия РГО. 1994. – Т. 126. Вып. 5. – С. 1–11.
192. Трофимов В.Т. Постулаты нового содержания геоэкологии // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2006. № 1. – С. 3–25.
193. Трофимов В.Т., Барабошкина Т.А., Харькина М.А., Жигалин А.Д. Эволюция термина геоэкология в геологии // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. – 2017. – № 3. – С. 3–11.
194. Удальцова З.В. Византийская культура. – М.: Наука, 1988. – 288 с.
195. Федина А.Е. Физико-географическое районирование. – М.: Издат-во МГУ, 1981. – 128 с.
196. Федотов В.В. Историческая география античного мира. – М.: МЭИ, 1996. – 308 с.
197. Физическая география материков и океанов / Под ред. А.М. Рябчикова. – М.: Высшая школа, 1988. – 562 с.
198. Филиппсон А. Средиземье. – М., 1911.
199. Фуше М. Европейская республика. – М.: Междунар. отношения, 1999. – 166 с.

200. Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии. – М.: Прогресс, 1968. –175 с.
201. Хантингтон С. Столкновение цивилизаций / пер. с англ. – М.: АСТ, 2003. – 576 с.
202. Хорошев А.В., Мерекалова К.А., Алещенко Г.М. Полимасштабная организация межкомпонентных связей в ландшафте // Известия РАН. Сер. Географическая, 2010. – №1. – С.26-36.
203. Чебоксаров Н.Н., Чебоксарова И.А. Народы, расы, культуры. – М.: Наука, 1971. – 272 с.
204. Швевс Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования // География и природные ресурсы. – 1987. – № 4. – С. 30–38.
205. Шпенглер О. Закат Европы. – М.: Наука, 1993. – 592 с.
206. Шувалов В. Е. Районирование // Социально-экономическая география: понятия и термины. – Смоленск: Ойкумена. – 2013. – С. 202.
207. Экология города / Отв. ред. Н.С. Касимов. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.
208. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е.Н. Букварева, Д.Г. Замолотчиков. – М.: Издат-во Центра охраны дикой природы, 2016. – 148 с.
209. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 2. Биоразнообразие и экосистемные услуги: принципы учета в Российской Федерации / Сост. Е.Н. Букварева. Ред. Е.Н. Букварева, Т.В. Свиридова. – М.: Издат-во Центра охраны дикой природы, 2020. – 220 с.
210. Экосистемы Монголии / Отв. ред. П.Д. Гунин, Е.А. Востокова. – М.: Наука, 1995. –223 с.
211. Яранов Д.А. Средиземноморские земли — втора часть, Софийский университет, Историко-филолог. фак., кн. XXXVI. – София, 1939-1940. – С. 1-164.
212. Ясаманов Н.А. Основы геоэкологии. – М.: Академия. 2003. – 52 с.
213. Abulafia D. What is The Mediterranean // The Mediterranean history. – Thames and Hudson Ltd, London, 2003, p. 11–27.

214. Africa Environment Outlook: Past, present and future perspectives. [Электронный ресурс]. 2002 Режим доступа: www.grida.no/publications.
215. Antrop M. The Transformation of Mediterranean Landscapes: the experience of 25 years of observations // *Landscape and Urban Planning*. – 1993, 24, pp. 3–13.
216. Antrop M. Why landscapes of the past are important for the future // *Landscape and Urban Planning*. – 2005, 70, pp. 21–34.
217. Appleton J. *The Experience of Landscape*. – London: John Wiley, 1975.
218. ArcAtlas: Our Earth. Moscow State University – Institute of Geography Russian Academy of Science. 1996. [Электронный ресурс].
219. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF). Anuário estatístico 2013 ano base 2012. ABRAF. – Brasília, 2013.
220. Aston M. *Interpreting the landscape. Landscape Archaeology and Local History*. – London-New York: Taylor & Francis e-Library, 2002. 168 p.
221. Atlas de Europa Medieval / Eds. D. Ditchburn, S. MacLean, A. MacKay. – Ediciones Catedra, 2011. 365 p.
222. Atlas of Urban Expansion, 2016. [Электронный ресурс] Доступно по адресу: <http://www.atlasofurbanexpansion.org/cities/view/Moscow>. Дата обращения: 01.03.2017.
223. Atlas of World Archaeology. – BT Batsford, London, 2003. – 208 p.
224. Barrows H.H. Geography as Human Ecology // *Annals AAG*. – 1923. No 13.
225. Bartalev S.A., Belward A.S., Erchov D.V., Isaev A.S. A new SPOT4-VEGETATION derived land cover map of Northern Eurasia // *International* – 2003. No. 9. P. 1977–1982.
226. Bartholomé E., Belward, A.S. GLC2000: A new approach to global land cover mapping from Earth Observation data // *International Journal of Remote Sensing*. – 2005. Vol. 26. P. 1959–1977.
227. Bastian O. Landscape Ecology: Towards a unified discipline? // *Landscape Ecol.* – 2001, 16, pp. 757–766.
228. Bateman I.J., Harwood A.R., Mace G.M. et al. Bringing ecosystem services into economic decision-making: Land use in the United Kingdom // *Science*. – 2013, 341, pp. 45–50.

229. Berrocal M., Garcia J.V. Rock art as an archaeological and social indicator: The neolithisation of the Iberian Peninsula // *Journal of Anthropological Archaeology*. – 2007, 26, pp. 676–697.
230. Bixler R.D., Floyd M.F. Nature is scary, disgusting, and uncomfortable // *Environment and Behavior*. – 1997. No. 29(4), pp. 443–467.
231. Blondel J. The ‘design of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period // *Human Ecology*. – 2006, 34, pp. 713–729.
232. Bolund P., Hunhammer S. Ecosystem Services in Urban Areas // *Ecological Economics*. – 1999, 29, pp. 293-301.
233. Boori M.S., Voženílek V. Remote Sensing and Land Use / Land Cover Trajectories // *Geophys Remote Sens*. – 2014. Vol. 3, Issue 3 [Электронный ресурс]. – <https://www.omicsonline.org/open-access/remote-sensing-and-land-useland-cover-trajectories-2169-0049.1000123.pdf> (дата обращения 10.02.2017).
234. Bouwma I., Schleyer C., Primmer E., et al. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies // *Ecosystem Services*. – 2018. 29, pp. 213–222.
235. Braat L.C., De Groot R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy // *Ecosystem Services*. – 2012. No. 1, pp. 4–15.
236. Brancucci G., Paliaga G. The Hazard Assessment in a Terraced Landscape: Preliminary Result of the Liguria (Italy). Case Study in the Interreg III Alpter Project, 2006. [Электронный ресурс] Доступно по адресу: https://www.alpter.net/IMG/pdf/ALPTER_UniGenoa_Hazard.pdf (дата обращения 01.07.2017).
237. Braselra. Associação do Selvicultores do Brasil. 2013. Available at: <http://www.braselra.com> (дата обращения 20.11.2017).
238. Brenner N. *New State Spaces: Urban Governance and the Rescaling of Statehood*. – Oxford University Press, Oxford, 2004.
239. Briassoulis H. Analysis of land use change: theoretical and modelling approaches // *The Web Book of Regional Science* [Электронный ресурс]. – <http://www.rri.wvu.edu/webbook/briassoulis/contents.htm> (дата обращения 11.02.2017).

240. Brückner H. Holocene shoreline displacements and their consequences for human societies: The example of Ephesus in western Turkey // *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband.* – 2005. 137. Pp. 11-22.
241. Buchhorn M., Smets B., Bertels L., De Roo B., Lesiv M., Tsendbazar N.-E., Herold M., Fritz S. Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: collection 3: epoch 2019: Globe 2020.
242. 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.
243. Bukvareva E., Zamolodchikov D., Grunewald K. National assessment of ecosystem services in Russia: Methodology and main problems // *Science of the Total Environment.* – 2019. 655, pp. 1181–1196.
244. Bukvareva E., Zamolodchikov D., Kraev G., et al. Supplied, demanded and consumed ecosystem services: Prospects for national assessment in Russia // *Ecological Indicators.* – 2017, 78, pp. 351–360.
245. Bukvareva E.N., Grunewald K., Bobylev S., et al. The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in Russia: A status report // *Ambio.* – 2015. No. 4.
246. Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets // *Ecological Indicators.* – 2012, 21, pp. 17–29.
247. Butzer K. Environmental history in the Mediterranean world: cross-disciplinary investigation of cause-and-effect for degradation and soil erosion // *Journal of Archaeological Science.* – 2005, 32, pp. 1773–1800.
248. Butzer K.W. *Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach.* – Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
249. Butzer K.W. Civilizations: organisms or systems? // *American Scientist.* – 1980, 68, pp. 517–523.
250. Cabral A., De Vasconcelos M.J.P., Pereira J.M.C. Bartholomé É., Mayaux P. Multitemporal compositing approaches for SPOT-4 vegetation data // *International Journal of Remote Sensing.* – 2003. Vol. 24. Pp. 3343–3350.
251. Carrion J.S., Fernandez S., Jimenez-Moreno G., Fauquette S., Gil-Romera G., Gonzalez-Samperiz, P. The historical origins of aridity and

- vegetation degradation in southeastern Spain // *Journal of Arid Environment*. – 2010, 74, pp. 731–736.
252. Carte bioclimatique de la zone mediterranee. – Paris. FAO-UNESCO, 1963.
253. Center for International Earth Science Information Network (CIESIN). Columbia University. 2018. Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density, Revision 11. – Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).
254. Chandra G., Zhiliang Z., Bradley R. A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets // *Remote Sensing of Environment*. – 2005. No. 94. Pp. 123–132.
255. Channan S., Collins K., Emanuel W.R. Global mosaics of the standard MODIS land cover type data. 2014. University of Maryland and the Pacific Northwest National Laboratory. [Электронный ресурс]. – <http://glcf.umd.edu/data/lc> (дата обращения 11.02.2017).
256. Chaparro L., Terradas J. Report on Ecological services of urban forest in Barcelona. – Barcelona City Council, Barcelona, Spain: Department of Environment. 2009. 96 p.
257. Chazdon R. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystems services on degraded lands // *Science*. – 2008, 320, pp. 1458–1460.
258. Chris O.H., Gilbertson D., El-Rishi H.A. An 8000-year history of landscape, climate, and copper exploitation in the Middle East: the Wadi Faynan and the Wadi Dana National Reserve in Southern Jordan // *Journal of Archaeological Science*. – 2007, 34, pp. 1306–1338.
259. Clark W.C., Dickson N.M. Sustainability science: The emerging research program // *Proc. Nat. Acad. Sci.* – 2003, 100, pp. 8059–8061.
260. Claval P. An introduction to regional geography. Blackwell Publishers, Oxford, Malden, 1998. 300 p.
261. Connah G. African Civilizations: An Archaeological Perspective. – Cambridge University Press, 2001.
262. Cosgrove D. Social Formation and Symbolic Landscape. – London: Croom Helm. 1984.
263. Costejon R. Medina Azahara. – La Coruna, 1985.
264. Crawford O.G.S. Archaeology in the Field. – Phoenix House, 1953. 280 p.

265. Cullotta S., Barbera G. Mapping traditional cultural landscapes in the Mediterranean area using a combined multidisciplinary approach: Method and application to Mount Etna (Sicily; Italy) // *Landscape and Urban Planning*. – 2011, 100, pp. 98–108.
266. Daily G.C., Polasky S., Goldstein J., et al. Ecosystem services in decision making: Time to deliver // *Frontiers in Ecology and the Environment*. – 2009. doi:10.1890/080025.
267. De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making // *Ecological Complexity*. – 2010, 7, 260–272.
268. Demographia World Urban Areas. [Электронный ресурс]. Доступно по адресу: <http://demographia.com/db-worldua.pdf>. (дата обращения 17.03.2022).
269. Dijkstra L., Poelman H., Veneri P. The EU-OECD definition of a functional urban area // *OECD Regional Development Working Papers*, No. 2019/11/ – OECD Publishing, Paris, 2019.
270. DISCover land cover [Электронный ресурс]. – <http://glcf.umd.edu/data/lc/> (дата обращения 11.02.2017).
271. Dotterweich M. The history of human-induced soil erosion: Geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation – A global synopsis // *Geomorphology*, 201, 2013, pp. 1–34.
272. Drake B. The influence of climatic change on the Late Bronze Age Collapse and the Greek Dark Ages // *Journal of Archaeological Science*. – 2012. 39, pp. 1862–1870.
273. Egoh B., Reyers B., Rouget M., et al. Mapping ecosystem services for planning and management // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. – 2008, 127, pp. 135–140.
274. 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. N 19. Pp. 589–606.

275. Environmental Sustainability Index Report. Yale Center of Environmental Law and Policy, Yale University. – Center for International Earth Science Information network, Columbia University, 2005.
276. Estatísticas do meio rural 2010-2011. 4.ed. / Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconomicos; Nucleo de Estudos Agrarios e Desenvolvimento Rural; Ministerio do Desenvolvimento Agrario. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconomicos. – Sao Paulo: DIEESE; NEAD; MDA, 2011.
277. Fairclough G., Lambrick G., McNab A. Yesterday's World, Tomorrow's Landscape: The English Heritage Historic Landscape Project 1992–1994. – London: English Heritage, 1999. 203 pp.
278. Fall P.L., Steven E.F., Christopher S.G., Tracy S., Ridder E, Klinge J.A. Long-term agrarian landscapes in the Troodos foothills, Cyprus, *Journal of Archaeological Science*. – 2012, Volume 39, Issue 7, pp. 2335-2347.
279. FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. – Rome, 2020.
280. Farina A., Naveh Z. Landscape approach to regional planning: the future of the Mediterranean landscapes // *Landscape Urban Planning*. – 1993. 24, pp. 1–295.
281. Finné M., Holmgren K., Sundqvist H., Weiberg E., Lindblom M. Climate in the eastern Mediterranean, and adjacent regions, during the past 6000 years: A review // *Journal of Archaeological Science*. – 2011. 38, pp. 3153–3173.
282. Fletcher W., Zielhofer Ch. Fragility of Western Mediterranean landscapes during Holocene Rapid Climate Changes. – *Catena* 103, 2013, pp. 16–29.
283. Forest Cover Mapping and monitoring with NOAAAVHRR and other coarse spatial resolution sensors. Forest Resources Assessment Programme. – 2000. Working Paper 29.
284. Forman R.T. *Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City*. – Cambridge University Press, Cambridge/New York, 2008. – 408 p.
285. Frank S., Fürst C., Koschke L., Makeschin F. A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics // *Ecological Indicators*. – 2012, 21, pp. 30–38.

286. Friedl M.A., McIver D.K., Hodges J.C.F., Zhang X.Y., Muchoney D., Strahler A.H., Woodcock C.E., Gopal S., Schneider A., Cooper A., Baccini A., Gao F., Schaaf C. Global land cover mapping from MODIS: Algorithms and early results // *Remote Sensing of Environment*. – 2002. No 1–2. Pp. 287–302.
287. García-Ruiz J. M., Nadal-Romero E., Lana-Renault N., Beguería S. Erosion in Mediterranean landscapes: Changes and future challenges // *Geomorphology*. – 2013, 198, pp. 20–36.
288. Gasse F. Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum // *Quaternary Science Reviews*. – 2000, 19, pp. 189–211.
289. GEO-5. Global Environment Outlook. Environment for the Future We Want. – United Nations Environment Programme, 2012.
290. Geron C.D., Pierce T.E., Guenther A.B. Reassessment of biogenic volatile organic compound emissions in the Atlanta area // *Atmospheric Environment*. – 1995, 29(13).
291. Gibson C.C., Ostrom E., Ahn T.K. The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey // *Ecological Economics*. – 2000, 32, pp. 217–239.
292. Global Land Cover 2000 [Электронный ресурс]. – <http://forobs.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php> (дата обращения 11.02.2017).
293. GlobCover [Электронный ресурс]. – http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php (дата обращения 11.02.2017).
294. Goldewijk K., Beusen A., Doelman J., Stehfest S., Anthropogenic land-use estimates for the Holocene; HYDE 3.2, Earth System Science Data. 2017.
295. Gómez-Baggethun E., Barton D.N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning // *Ecological Economics*. – 2013. 86, pp. 235–245.
296. Gómez-Baggethun E., Gren A., Barton D., Langemeyer J., McPhearson T., O’Farrell P., Andersson E., Hamstead Z., et al. Urban ecosystem services // *Urbanization. Challenges and Opportunities*. Ed. T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P. Marcotullio, R.I. McDonald. – Springer: Biodiversity and Ecosystem Services, 2013. Pp. 175–251.

297. Greca P., Barbarossa L., Ignaccolo M., Inturri G., Martinico F. The density dilemma. A proposal for introducing smart growth principles in a sprawling settlement within Catania Metropolitan Area // *Cities*. – 2011, 28. Pp. 527-535.
298. Green infrastructure. An integrated approach to land use. Position Statement. Landscape Institute, 2013 [Электронный ресурс]. – <http://www.landscapeinstitute.org/policy/GreenInfrastructure.php> (дата обращения 04.02.2018).
299. Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes. Position statement. Landscape Institute, 2009 [Электронный ресурс] – <http://www.landscapeinstitute.org/PDF/Contribute/GreenInfrastructurepositionstatement13May09.pdf> (дата обращения 05.02.2017).
300. Grove A.T., Rackham O. *The Nature of Mediterranean Europe: An Ecological History*. – Yale University Press, 2003.
301. Gullino P., Larcher F. Integrity in UNESCO World Heritage Sites. A comparative study for rural landscapes // *Journal of Cultural Heritage*. – 2013. 14, pp. 389–395.
302. GEO Brazil. *Global Environment Outlook in Brazil*. – Brasilia, 2002, p.101.
303. Haines-Young R., Potschin M.B. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*, 2018.
304. Hall P. Looking backward, looking forward: The city region of the mid-21st century // *Regional Studies*. – 2009, 43(6), pp. 803–817.
305. Hall P. Re-urbanizing the suburbs? The role of theatre, the arts and urban studies // *City*. – 2006, 10(3), pp. 377–392.
306. Hansen M., DeFrie R., Townshend J.R., Sohlberg R. Global land cover classification at 1km resolution using a decision tree classifier // *International Journal of Remote Sensing*. – 2000, 21, pp. 1331–1365.
307. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // *Science* 342. – 2013. pp. 850–853.

308. Herold M., Latham J.S., Di Gregorio A., Schmullius C.C. Evolving standards on land cover characterization // *Journal of Land Use Science* [Электронный ресурс]. – http://www.fao.org/gtos/doc/ECVs/T09/ECV-T9-landcover-ref17-Herold_a.pdf (дата обращения 11.02.2017).
309. 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. Pp. 2538–2556.
310. Higgins S., Mahon M., McDonagh J. Interdisciplinary interpretations and applications of the concept of scale in landscape research // *Journal of Environmental Management*. – 2012, 113, pp. 137–145.
311. *Historia de Andalucía*. – Madrid CUPSA-Planeta, 1981.
312. Hoskins W.G. *The Making of the English landscape*. – Harmondsworth: Penguin, 1970.
313. Hughes J.D. *The Mediterranean: an environmental history*. – Santa Barbara, 2005.
314. ICSU – IGFA Review of the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP). [Электронный ресурс] Paris, International Council for Science, 2009. 57 pp. Режим доступа: www.icsu.org.
315. Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística. – IBGE, 2002. [Электронный ресурс]. (дата обращения 20.11.2017).
316. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). *Monitoramento da Floresta Amazonica Brasileira por Satelite e Projeto Prodes*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Jose dos Campos, 2015.
317. IPBES. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* / editors E.S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, H.T. Ngo. – IPBES secretariat, Bonn, Germany, 2019.
318. Jalloh A., Roy-Macauley H., Sereme P. Major agro-ecosystems of West and Central Africa: Brief description, species richness, management, environmental limitations and concerns // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. – 2012, 157, pp. 5–16.

319. Jansen L.J.M. Thematic harmonisation and analysis of Nordic data sets into Land Cover Classification System LCCS terminology // *Developments in strategic landscape monitoring for the Nordic countries ANP.* – Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2004. – Vol. 705. P. 91–118.
320. Kaplan R., Kaplan S. *The Experience of Nature. A Psychological Perspective.* – Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
321. Khirfan L. *Traces on the palimpsest: Heritage and the urban forms of Athens and Alexandria // Cities.* – 2010, 27, pp. 315–325.
322. Kim H. *Understanding recreation demands and visitor characteristics of urban green spaces: A use of the zero-inflated negative binomial model // Urban For. Urban Green.* – 2021, 201, 127332.
323. Kirchhoff T., Trepl L., Vicenzotti V. *What is Landscape Ecology? An Analysis and Evaluation of Six Different Conceptions // Landscape Research,* 2012.
324. Klimanova O., Illarionova O., Grunewald K., Bukvareva E. *Green infrastructure, urbanization, and ecosystem services: The main challenges for Russia's largest cities // LAND.* – 2021. no. 10(12). P. 1292.
325. Klimanova O., Kolbowsky 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.
326. Klimanova O., Kolbowsky E., Illarionova O. *Impacts of urbanization on green infrastructure ecosystem services: the case study of post-soviet Moscow // Belgeo.* – 2018, No. 4.
327. 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.
328. 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.
329. Kropf K. *The Handbook of Urban Morphology.* – John Wiley & Sons, 2017.
330. Lambin E., Geist H.J., Lepers E. *Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions // Annual Review Environ. Resour.* – 2003. Vol. 28. pp. 205–241.

331. Lang G., Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. – G. Fischer, Jena, 1994. 462 p.
332. Laurance W., Albernaz A., Schroth G., Fearnside P., Bergen S., Venticinque E. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon // *Journal of Biogeography*. – 2022, 29(56), pp. 737-748.
333. Lepers E., Lambin E. F., Janetos A. C., Defries R., Archad F., Ramankuttty N., Scholes R. A. Synthesis of Information on Rapid Land-cover Change for the Period 1981–2000 // *BioScience*. – 2005. Vol. 55. No 2. P. 115–124.
334. Lespez L. Geomorphic responses to long-term land use changes in Eastern Macedonia // *Catena*. – 2003, 51, pp. 181-208.
335. Loveland T.R., Reed B.C., Brown J.F., Ohlen D.O., Zhu J, Yang L., Merchant J.W. Development of a Global Land Cover Characteristics Database and IGBP DISCover from 1-km AVHRR Data // *International Journal of Remote Sensing*. – 2000. Vol. 21, No 6/7, pp. 1303–1330.
336. Lyytimäki J., Sipilä M. Hopping on one leg – The challenge of ecosystem disservices for urban green management // *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2009, 8, pp. 309–315.
337. Maes J., Egoh B., Willemen L. et al. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union // *Ecosystem Services*. – 2012, 1, pp. 31–39.
338. Malinga R., Gordon L.J., Jewitt G., Lindborg R. Mapping ecosystem services across scales and continents // *Ecosystem Services*. – 2015, 13, pp. 57–63.
339. Marriner N., Morhange C. Geoscience of ancient Mediterranean harbours // *Earth-Science Reviews*. – 2007, 80, pp. 137–194.
340. Marsh G.P. *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action* London: S. Low, Son and Marston, 1864 [Электронный ресурс]. Доступно по адресу: <https://publicdomainreview.org/collection/man-and-nature-1864> (дата обращения 01.02.2022).
341. Mayaux P., Bartholomé E., Fritz S., Belward A. A new land-cover map of Africa for the year 2000 // *Journal of Biogeography*. – 2004, 31, pp. 861-877.

342. McClure S. Domesticated animals and biodiversity: Early agriculture at the gates of Europe and long-term ecological consequences. – *Anthropocene*, 2013.
343. *Mediterra. Rethinking rural development in the Mediterranean / International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies and Blue Plan.* – Bertrand Hervieu and Henri, 2009.
344. Milanova E.V., Kushlin A.V., Middleton N.J. *World Map of Present-Day Landscapes.* – Moscow: Soyuzkarta, 1993.
345. *Millenium Ecosystems Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* – Washington: Island Press, 2005. – 153 p.
346. MODIS Land Cover [Электронный ресурс]. – <http://glcf.umd.edu/data/lc/> (дата обращения 11.02.2017).
347. Moreno-Monroy A., Schiavina M., Veneri P. Metropolitan areas in the world. Delineation and population trends // *Journal of Urban Economics.* – 2021, vol. 125.
348. Mucher C.A. Geo-spatial modeling and monitoring of European landscapes and habitats using remote sensing and field surveys. – Wageningen: Wageningen University, 2009. – 278 p.
349. Mucher C.A., Klijn J.A., Wascher D.M., Schamine J.H.J. A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes // *Ecol. Indicators.* – 2010. No 10. Pp. 87–103.
350. *Mudancas na cobertura e uso da terra do Brasil 2000 – 2010 – 2012 – 2014.* – Rio de Janeiro, IBGE, 2016. 30 p.
351. Naveh Z., Lieberman A. S. *Landscape Ecology: Theory and Application.* – Springer-Verlag, New York, 1994.
352. *New Map of Global Ecological Land Units. An Ecophysiological Stratification Approach / Ed. R. Sayre.* – Washington: Association of American Geographers, 2014. – 46 p.
353. Nowak D.J., Crane D.E., Stevens J.C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States // *Urban For. Urban Green.* – 2016, 4, pp. 115-123.

354. Nowak D.J., Hirabayashi S., Doyle M., McGovern M., Pasher J. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health // *Urban For. Urban Green.* – 2018, 29, pp. 40–48.
355. Nyssena J., Poesena J., Moeyersons J., Deckers J., Haileb M., Lang A. Human impact on the environment in the Ethiopian and Eritrean highlands—a state of the art // *Earth-Science Reviews.* – 2004, 64, pp. 273–320.
356. PaHisCat. Historic Landscapes of Catalonia. Methodology. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.catpaisatge.net/pahiscat/eng/metodologia.php>.
357. Pelle T., Scarciglia F., Allevato E., Di Pasquale G., La Russa M., Marino D., Natali E., Robustelli G., Tiné V. Reconstruction of Holocene environmental changes in two archaeological sites of Calabria (Southern Italy) using an integrated pedological and anthracological approach // *Quaternary International.* – 2013, 288. Pp. 206-214.
358. Pitman A.J. On the role of Geography in Earth System Science // *Geoforum.* – 2005, 36, pp. 137–148.
359. Planning and the Historic Environment: Planning Policy Guidance. Note 15 / Planning Policy Guidance. Department of the Environment and Department of National Heritage. – London, 1994. 38 p.
360. Pucci S., Pantosti D., De Martini P. M., Smedile A., Munzi M., Cirelli E., Pentiricci M., Musso L. Environment-human relationships in historical times: The balance between urban development and natural forces at Leptis Magna (Libya) // *Quaternary International.* – 2011, 242, pp. 171–184.
361. Relph E. Place and Placelessness. – London: Pion, 1976.
362. Rippon S. Beyond the Medieval Village. The Diversification of Landscape Character in Southern Britain. – Oxford: Oxford University press, 2008. 323 p.
363. Roberts B.K. Landscapes of Settlement Prehistory to the present. – London and New York Taylor & Francis e-Library, 2003. 181 p.
364. Roy P.S., Joshi P.K. Tropical Forest Cover Assessment using Wide Field Sensor IRS –1C // *NNRMS(B).* – 2000. 25. Pp. 22–29.
365. Sauer K. Morphology of Landscape // University of California. Publications in Geography, 1925. Vol. II. No. 2. pp. 19–53.

366. Sayre N.F. Ecological and geographical scale: parallels and potential for integration // *Progress in Human Geography*. – 2005, 29 (3), pp. 276–290.
367. Sayre N.F. Scale // *A Companion to Environmental Geography*. Eds. N. Castree, D. Demeritt, D. Liverman. – Wiley-Blackwell, Oxford, 2009. pp. 95–108.
368. Sbitnev A.V. Methodological aspects of the assessment of phytotoxic properties of ice-melter reagents // *Hyg. Sanitation*. – 2016, 95(8), pp. 773-778.
369. Schmit C., Rounsevell M.D.A., La Jeunesse I. The limitations of spatial land use data in environmental analysis // *Environmental Science and Policy*. – 2006. Vol. 9, N 2. Pp. 174–188.
370. Sherrouse B.C., Clement J.M., Semmens D.J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services // *Applied Geography*. – 2011, 31, pp. 748–760.
371. Shlomo A., Blei A., Parent J., Lamson-Hall P., Galarza Sánchez N. Atlas of Urban Expansion. NYU Urban Expansion Program at New York University, UN-Habitat, 2016. 500 p.
372. Silverman B.W. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. – New York, Chapman and Hall, 1986.
373. Stanchia S., Freppaza M., Agnellib A., Reinschc T., Zanini E. Properties, best management practices and conservation of terraced soils in Southern Europe (from Mediterranean areas to the Alps): A review // *Quaternary International*. – 2012, 265, pp. 90–100.
374. Sustainable Future for the Mediterranean. The Blue Plan’s Environment and Development Outlook. – Earthscan, London. 2005.
375. Swanwick C. *Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland*. – The Countryside Agency, Scottish Natural Heritage. 2002.
376. TEEB. *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*. – London, 2010.
377. *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth* // *BioScience*. – 2001, Vol.51, No 11.
378. *The European Landscape Convention* // *European Landscape Convention. Naturopa Issue. No 98–2002*. Council of Europe/ Strasbourg, 2002. 24 p.

379. The Physical Geography of Africa / Eds. W.M. Adams, A.S. Goudie, A.R. Orme. – Oxford University Press, Oxford, 1999.
380. Troll C. Luftbildplan and ökologische bodenforschung // Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde Zu Berlin. – 1939, pp. 241–298.
381. Uhlig H. Organization and System of Geography // Geforum. – 1970, 1, pp. 19–52.
382. Uhling A., Goldemberg J., Coelho S.T. O uso de Carvalho vegetal na indústria brasileira e o impacto sobre as mudanças climáticas // Revista Brasileira de Energia. – 2008, 14(2), pp. 67–85.
383. Urban Atlas, 2018. <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>.
384. Van Andel T.H., Zangger E., Demitrack A. Land use and soil erosion in prehistoric and historical Greece // Journal of Field Archaeology. – 1990 17, pp. 379-396.
385. Vancutsem C., Defourny P., Bogaert P. Processing methodology for full exploitation of daily vegetation data // GLC2000 first results workshop. – Ispra. 18–22 March 2002.
386. Varotto M., Ferrarese F., Pappalardo S.E. Italian Terraced Landscapes: The Shapes and the Trends // World Terraced Landscapes: History, Environment, Quality of Life. Environmental History. Eds. M. Varotto, L. Bonardi, P. Tarolli. – Springer, Cham, 2009. Vol. 9.
387. Verhagen W., Verburg P., Schulp N., Stürck J. Mapping ecosystem services // Ecosystem Services: From Concept to Practice. Eds. J. Bouma, P. Van Beukering. – Cambridge: Cambridge University Press, 2015. Pp. 65-86.
388. Vinther B., Buchardt S., Clausen H. et al. Holocene thinning of the Greenland ice sheet // Nature. – 2009. 461, pp. 385–388.
389. Vrebos D., Staes J., Vandenbroucke T. et al. Mapping ecosystem service flows with land cover scoring maps for data-scarce regions // Ecosystem Services. – 2015, 13, pp. 28–40.
390. Walker D.A., Gould W.A., Maier H.A., Raynolds M.K. The Circumpolar Arctic Vegetation Map: AVHRR-derived base maps, environmental controls, and integrated mapping procedures // International Journal of Remote Sensing. – 2002. Vol. 23. No. 21. Pp. 4551–4570.

391. Wende W. Landscape planning and ecosystem services in Europe and beyond // Landscape planning with ecosystem services – theories and methods for application in Europe. Ed C. von Haaren, A. Lovett Andrew, C. Albert. – Dordrecht, The Netherlands, 2019, Landscape Series 24, 506 pp.
392. Wendell C. The Evolving Urban Form: Dhaka, 2012. [Электронный ресурс]. Доступно по адресу: <http://www.newgeography.com/content/0003004-evolving-urban-form-dhaka>. (дата обращения 17.03.2022).
393. White F. The AETFAT chorological classification of Africa: history, methods, and applications // Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique. – 1993, 62, p. 225–281.
394. White F. The Vegetation of Africa. A Memoir to Accompany the UNESCO/UNSO/AETFAT Vegetation Map of Africa. – UNESCO, Paris, 1983.
395. Wu J. Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science // Landscape Ecology. – 2006, 21, pp. 1–4.