

Научная статья

Original article

УДК 502/504:711.14

doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_409

**КАРКАСНЫЙ ПОДХОД В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗОНИРОВАНИИ МЕТАГЕОСИСТЕМ  
КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА РЕГИОНА  
FRAMEWORK APPROACH IN FUNCTIONAL GEOECOLOGICAL ZONING  
OF METAGEOSYSTEMS IN THE CULTURAL LANDSCAPE OF THE  
REGION**



*Благодарности:* исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках научного проекта № 22-27-00651, <https://rscf.ru/project/22-27-00651/>.

*Acknowledgments:* the research was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation within the framework of the scientific project No. 22-27-00651, <https://rscf.ru/project/22-27-00651/>.

**Зарубин Олег Александрович**, к.г.н., доцент кафедры землеустройства и ландшафтного планирования, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», E-mail: oleg-zarubin@list.ru

**Кирюшин Александр Владимирович**, к.г.н., старший научный сотрудник кафедры землеустройства и ландшафтного планирования, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», E-mail: kir\_av@mail.ru

**Агеева Анастасия Романовна**, аспирант 2 года обучения направления подготовки 05.06.01 Науки о Земле (профиль Геоэкология), ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», E-mail: Dedkova.ar@yandex.ru

**Рычкова Ольга Владимировна**, аспирант 1 года обучения направления подготовки 1.6.12 Науки о Земле и окружающей среде (профиль Землеустройство,

Московский экономический журнал. № 8. 2023

Moscow economic journal. № 8. 2023

кадастр и мониторинг земель), ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», E-mail: rychkovaolga13@gmail.com

**Zarubin Oleg Alexandrovich**, Candidate of Geography, Associate Professor of the Department of Land Management and Landscape Planning, National Research Mordovia State University, E-mail: oleg-zarubin@list.ru

**Kiryushin Alexander Vladimirovich**, Candidate of Geography, Senior Researcher of the Department of Land Management and Landscape Planning, National Research Mordovia State University, E-mail: kir\_av@mail.ru

**Ageeva Anastasia Romanovna**, Graduate student of the 2nd year of study, Domain of study 05.06.01 Earth Science (Geoecology), National Research Mordovia State University, E-mail: Dedkova.ar@yandex.ru

**Rychkova Olga Vladimirovna**, Graduate student of the 1st year of study, Domain of study 1.6.12 Earth and Environmental Science (Land management, cadastre and land monitoring)? National Research Mordovia State University, E-mail: rychkovaolga13@gmail.com

**Аннотация.** Работа посвящена актуальным вопросам функционального геоэкологического зонирования метагеосистем культурного ландшафта для устойчивого эколого-социально-экономического развития региона. Авторами приводится систематизация требований к пространственному планированию метагеосистем на основе выделения хозяйственного каркаса и зон экологического равновесия. В статье предложена принципиальная технологическая схема функционального геоэкологического зонирования метагеосистем культурного ландшафта региона на основе геоинформационных технологий. Инвентаризационный этап предусматривает сбор и анализ информации о природных, социальных и производственных подсистемах культурного ландшафта, подготовку геоинформационной основы исследования как совокупности базовых инвентаризационных картографических электронных слоев и баз данных. В ходе оценочного этапа решаются задачи количественной и качественной оценки параметров метагеосистем культурного ландшафта,

определяющих закономерности хозяйственного освоения территории, остроту проявления геоэкологических проблем и ограничений. В задачи интерпретационного этапа входит функциональная геоэкологическая дифференциация метагеосистем культурного ландшафта региона на основе каркасного принципа. Этап геопортального синтеза направлен на проектирование и развертывание web-ориентированной модели метагеосистем культурного ландшафта, интегрирующей весь комплекс геоэкологической информации для принятия управленческих решений в сфере управления природопользованием, территориального планирования и зонирования. Авторами приводятся опыт реализации каркасного подхода при функциональном геоэкологическом зонировании северной лесостепи западных склонов пластово-ярусной Приволжской возвышенности и краевой части лесных геосистем пластовой Окско-Донской низменности в границах Республики Мордовия. Результатом исследования является цифровая модель геоэкологической поляризации метагеосистем для целей обеспечения устойчивого развития культурного ландшафта региона.

**Abstract.** The article is devoted to topical issues of functional geoeological zoning of cultural landscape metageosystems for sustainable ecological, social and economic development of the region. The authors present a systematization of the requirements for the spatial planning of metageosystems based on the allocation of an economic framework and zones of ecological balance. The principal technological scheme of functional geoeological zoning of metageosystems of the cultural landscape of the region based on geoinformation technologies is proposed in the article. The inventory stage provides for the collection and analysis of information about the natural, social and industrial subsystems of the cultural landscape, the preparation of the geoinformation basis of the study as a set of basic inventory cartographic electronic layers and databases. The tasks of quantitative and qualitative assessment of the parameters of cultural landscape metageosystems are solved during the assessment stage. These parameters determine the patterns of economic development of the

territory, the severity of the manifestation of geoeological problems and restrictions. Functional geoeological differentiation of metageosystems of the cultural landscape of the region on the basis of the framework principle is included in the tasks of the interpretive stage. The stage of geoportal synthesis is focused on the design and deployment of a web-based model of cultural landscape metageosystems. The model integrates a set of geoeological information for making managerial decisions in the field of environmental management, territorial planning and zoning. The authors present the experience of implementing a wireframe approach in the functional geoeological zoning of the northern forest-steppe of the western slopes of the layer-tiered Volga Upland and the marginal part of the forest geosystems of the layered Oka-Don lowland within the boundaries of the Republic of Mordovia. The result of the study is a digital model of the geoeological polarization of metageosystems for the purposes of ensuring the sustainable development of the cultural landscape of the region.

**Ключевые слова:** каркасный подход, экологический каркас, хозяйственный каркас, функциональное геоэкологическое зонирование, метагеосистемы, культурный ландшафт, природные, социальные и производственные подсистемы, геоинформационные системы

**Keywords:** framework approach, ecological framework, economic framework, functional geoeological zoning, metageosystems, natural, social and industrial subsystems, geoinformation systems

**Введение.** В современных геоэкологических исследованиях в качестве основных объектов позиционируются культурные ландшафты, представляющие территориальные системы взаимодействия природных, социальных и производственных подсистем. Разработка и обоснование методических подходов и проектирование цифровых моделей метагеосистем культурных ландшафтов, ориентированных на поддержку принятия управленческих решений по стратегическому территориальному планированию регионов, является весьма перспективным направлением прикладных геоэкологических и

геоинформационных исследований [1]. Важной научной задачей на региональном уровне является моделирование пространственной структуры устойчивого культурного ландшафта, ориентированной на научно обоснованную организацию территории с учетом природно-ресурсного потенциала, исторически сложившихся особенностей хозяйственного освоения, остроты проявления региональных и локальных геоэкологических проблем.

**Природные, социальные и производственные подсистемы культурного ландшафта.** С современных геоэкологических позиций культурный ландшафт целесообразно рассматривать как сложную систему, единство которой обеспечивается связями-отношениями и связями-взаимодействиями между природой, населением и хозяйством [2]. Пространственное взаимоотношение и взаимодействие природы, населения и хозяйства определяет локальные, региональные и глобальные кризисные ситуации. В процессе их формирования, развития и функционирования возникают природные, экономические, социальные и другие противоречия, требующие своего разрешения.

В контексте системного подхода культурные ландшафты характеризуются следующими свойствами: развитие составляющих подсистем по природным, социальным и экономическим законам; неоднородность территориальной организации, обусловленная различиями в скорости изменения подсистем; управляемость и регуляция мягкими (на основе активизации природных процессов саморегуляции) и жесткими (с помощью инженерно-технических сооружений) методами; функциональная поляризация, основанная на сложном сочетании природных, административно-хозяйственных, политико-административных границ; нацеленность на эффективное выполнение социально-экономических (в том числе ресурсосодержащих, ресурсовоспроизводящих) функций при условии сохранения устойчивости и др. Применение системного подхода призвано обеспечить гармонизацию взаимоотношений между подсистемами культурного ландшафта и устойчивое развитие территорий на разном уровне иерархической организации.

**Каркасный подход как основа планирования метагеосистем**

**культурного ландшафта.** Помимо традиционных мягких и жестких методов управления культурным ландшафтом [3], в стратегическом пространственном планировании на региональном уровне обособляется интегральный механизм – управление территориальной дифференциацией [4]. Он позиционируется как принципиальный инструмент выделения функциональных зон (ареалов), характеризующихся определенной спецификой взаимосвязей и взаимодействий между природой, населением и хозяйством.

В современных исследованиях задача управления территориальной дифференциацией решается на основе каркасной модели, основанной на планировании территориально сопряженных метагеосистем со сходными режимами природопользования и геоэкологическими функциями. Поляризованная модель каркасной организации территории, разработанная Б. Б. Родоманом [5, 6 и др.], предусматривает планирование территориальной структуры, «согласно которой наиболее урбанизированные участки полярно противопоставлены заповедникам и другим природным (особо) охраняемым территориям, а людские поселения малых и промежуточных размеров располагаются вдоль дорог. Природные участки соединены между собой, как каналами, лесными или луговыми полосами, располагающимися подобно сетке на сельскохозяйственных угодьях» [6, с. 61]. На идее пространственного обособления таких полюсов с разными геоэкологическими режимами функционирования основана система зонирования культурного ландшафта, предусматривающая выделение экологического и хозяйственного каркасов.

В современной научной литературе существуют десятки трактовкой термина «экологический каркас». В самом общем смысле под данным термином понимают совокупность природных и природно-антропогенных территорий, выполняющих функцию защиты окружающей среды и мягкого управления ландшафтом. Развитие концепции поляризованного ландшафта привело к дифференциации элементов экологического каркаса в зависимости от площади и пространственной конфигурации: крупноареальные (ядра), линейные (коридоры), точечные

элементы и буферные зоны. Базовыми принципами проектирования экологического каркаса являются: принцип территориальной взаимосвязанности структурных элементов; принцип геоэкологической и биологической репрезентативности (разнообразия); принцип адаптации структуры экологического каркаса к морфологии геосистем; принцип иерархической подчиненности элементов экологического каркаса.

Метагеосистемы, дистанцированные от структурных элементов экологического каркаса, представляют хозяйственный каркас. Его структуру можно дополнительно декомпозировать на расселенческий, промышленный, сельскохозяйственный, инфраструктурно-транспортный и иные каркасы.

В той или иной интерпретации проблемам реализации каркасного подхода в функциональном геоэкологическом зонировании и планировании метагеосистем культурного ландшафта посвящены работы Н. Н. Баранского, С. А. Ковалева, Е. Н. Перцика, Ю. Г. Саушкина, Д. Л. Арманда, Г. М. Лаппо, Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмака, Г. Б. Паулюквичюса, В. В. Дежкина и Ю. Г. Пузаченко, В. В. Владимирова, З. Г. Мирзехановой, В. А. Николаева и др. В прикладных научных работах последних лет целесообразно выделить следующие ведущие тематические направления применения каркасной концепции:

– информационное обеспечение планирования земле- и природопользования на региональном уровне, оптимизация функционирования агрогеосистем [7–11];

– пространственная организация и развитие сетей природоохранных территорий [12–14];

– ландшафтное планирование урбоэкосистем [15–18] и др.

Прерогатива каркасного подхода к пространственной организации территорий субъектов и муниципальных образований признан на законодательном уровне. В приказе Минрегиона России от 19.04.2013 г. № 169 «Об утверждении Методических рекомендаций по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов Российской Федерации» устанавливается так называемая «система каркасов территории», основанная

преимущественно на вышеупомянутой идее поляризованной организации ландшафта с выделением экономического, социального и экологического каркасов.

**Принципиальная технология функционального геоэкологического зонирования метагеосистем культурного ландшафта на основе каркасного подхода.** Значительный объем и разнородный характер геопространственных данных, необходимых для реализации каркасного подхода при функциональном геоэкологическом зонировании метагеосистем культурного ландшафта, сложный характер взаимодействия между природой, населением и хозяйством определяет необходимость применения геоинформационных систем (ГИС), обеспечивающих сбор, хранение, обработку, анализ и интерпретацию пространственно-распределенной информации. Принципиальная технологическая схема функционального геоэкологического зонирования культурных ландшафтов с использованием ГИС-технологий представлена на рисунке 1.

Основной задачей *инвентаризационного этапа* являются сбор и анализ информации о природных, социальных и производственных подсистемах культурного ландшафта, объектах природного и исторического наследия, пространственной локализации и остроте геоэкологических проблем, структуре регионального землепользования; подготовка геоинформационной основы исследования – совокупности базовых инвентаризационных электронных слоев. Важнейшим направлением работы является дешифрирование многозональных космических снимков, которое проводится с целью верификации, обновления существующих и создания новых инвентаризационных электронных карт и баз данных, выявления закономерностей хозяйственного освоения ландшафтов, проектирования синтетической электронной ландшафтной карты, структурирующей геосистемы в соответствии со структурно-генетической классификацией (по В. А. Николаеву [3]).





**Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема функционального геоэкологического зонирования метагеосистем культурного ландшафта на основе каркасного подхода**

Опыт предыдущих региональных работ показывает, что ландшафтная карта при проведении работ по геоэкологическому анализу метагеосистем культурных

ландшафтов является базовой картографической моделью [1, 19, 20]. Ее интеграция с отраслевыми тематическими картами в структуре ГИС и дополнение легенды информацией о структуре землепользования и ведущих типах хозяйственного освоения, устойчивости геосистем к процессам селитебного и сельскохозяйственного освоения, процессам загрязнения и др. обеспечивает оперативное проектирование серии ландшафтно-прикладных карт в ходе дальнейших этапов.

В ходе *оценочного этапа* решаются задачи количественной и качественной оценки пространственных характеристик метагеосистем культурного ландшафта. В результате выполнения работ на данном этапе в структуре ГИС формируется система электронных карт и баз данных, включающая оценку ландшафтных метрик и биологического разнообразия, степени освоенности (селитебной, сельскохозяйственной, рекреационной и др.) территории, ограничений хозяйственного освоения ландшафтов, связанных с проявлением неблагоприятных экзогеодинамических процессов, уровнем запасов и качеством подземных вод, загрязнением природных компонентов ландшафтов и др.

*Интерпретационный этап* является ключевым. В его задачи входит функциональная геоэкологическая дифференциация метагеосистем культурного ландшафта на основе принципа «поляризации». Данный процесс в условиях высокой степени хозяйственной освоенности призван обеспечить ГИС-моделирование пространственной конфигурации переходящих друг в друга участков территории (зон экологического равновесия, зон активного хозяйственного освоения, буферных зон) с различными приоритетными мероприятиями перспективного пространственного развития. При планировании пространственной взаимоувязки элементов экологического и хозяйственного каркасов целесообразно проведение анализа возможности сосуществования разнохарактерных типов хозяйственного освоения, к которым относятся селитебное, сельскохозяйственное, промышленное, рекреационное, природоохранное и др.

Геоинформационное картографирование структуры фактического землепользования и анализ метагеосистем культурного ландшафта создают предпосылки для проработки приоритетных мероприятий перспективного пространственного развития, а также являются основой для выделения зон экологического равновесия, хозяйственного каркаса и буферных зон (рисунок 2).

**Значимость для формирования зон хозяйственного каркаса**

Цели использования	Природо-охранное	Рекреационное	Промышленное	Лесо-хозяйственное	Гидро-техническое	Сельско-хозяйственное	Селитебное	Промышленное	Горно-техническое
Природо-охранное	Сохранение	+++	++-	+ -	- -	+ - -	+ - -	- - -	- - -
Рекреационное	+++	Сохранение	+++	+ +	+ +	+ - -	+ -	- - -	- - -
Промышленное	++-	+++	Сохранение	+ -	+ -	+ - -	+ -	- - -	- - -
Лесо-хозяйственное	+	+++	+	Сохранение Развитие	+ -	+ - -	+ - -	+ - -	- - -
Гидро-техническое	+ - -	+++	++-	+	Развитие	+ + -	+ -	+ -	- - -
Сельско-хозяйственное	+ - -	+ - -	+ - -	+ - -	+ + -	Развитие	+ +	+ - -	- - -
Селитебное	+ - -	+ - -	+ - -	+ - -	+ - -	+ +	Улучшение Развитие	+ - -	+ - -
Промышленное	- - -	- - -	- - -	+ -	+ -	+ - -	+ -	Улучшение	+++
Горно-техническое	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	+ - -	+++	Улучшение

*Зоны экологического каркаса*  
*Зоны хозяйственного освоения*  
*Зоны пространственных сочетаний различного типа культурного ландшафта*  
*Зоны хозяйственного освоения культурного ландшафта*

**Рисунок 2. Пространственные сочетания типов хозяйственного освоения для целей проектирования каркасной модели метагеосистем культурного ландшафта**

Целевые установки для таких мероприятий структурируются в три группы:

- «сохранение» – развитие сети ООПТ, сохранение залесенных территорий, охрана биологического и ландшафтного разнообразия, объектов природного и культурного наследия;

- «улучшение» – управление метагеосистемами методами жесткого и мягкого планирования с целью минимизации развития природных и

антропогенных деструктивных процессов, ограничение отдельных видов хозяйственного освоения, регламентация режимов природопользования;

– «развитие» – интенсификация хозяйственного освоения при условии постоянного геоэкологического мониторинга и оценки влияния социальной подсистемы на природные комплексы.

По результатам интерпретационного этапа подготавливаются рекомендации по регламентации хозяйственного освоения и оптимизации системы территориального планирования региона, муниципальных образований в контексте проектирования полярно дистанцированных метагеосистем культурного ландшафта:

– зон экологического равновесия, обеспечивающих активизацию средовоспроизводящих и защитных функций природных геосистем, минимизацию деструктивных геоэкологических процессов, охрану биологического разнообразия, создание условий для рекреации населения;

– зон активного хозяйственного освоения, характеризующихся наибольшей насыщенностью геотехническими системами, концентрацией населенных пунктов и населения, сельскохозяйственной освоенностью;

– буферных зон, выполняющих функцию лесовосстановления, развития природоохранных территорий.

*Этап геопортального синтеза* нацелен на обеспечение коммуникативного характера процесса функционального геоэкологического зонирования. В его задачи входит проектирование web-ориентированной модели культурного ландшафта, интегрирующей весь комплекс геоэкологической информации для принятия управленческих решений в сфере установленных законодательством процедур управления природопользованием, территориального планирования, градостроительного зонирования, а также для общественного контроля и экспертизы принимаемых решений.

**Опыт применения каркасного подхода при разработке цифровой модели функционального геоэкологического зонирования метагеосистем**

**культурного ландшафта региона.** Рассмотрим результаты проектирования каркасной модели зонирования северной лесостепи западных склонов пластово-ярусной Приволжской возвышенности и краевой части лесных геосистем пластовой Окско-Донской низменности в границах Республики Мордовия. Работы выполнены на базе региональной ГИС «Мордовия» посредством создания тематических блоков «Геоэкология хозяйственного каркаса», «Геодиагностика зон экологического равновесия и биоразнообразия» и «Расчет морфометрических ландшафтных показателей» [1]. В основе функционирования ГИС – электронная синтетическая ландшафтная карта, разработанная под руководством А. А. Ямашкина [20]. Проектируемые блоки выполняют функцию систематизации и интеграции разнородных пространственных данных для цифрового моделирования структурных элементов хозяйственного каркаса и зон экологического равновесия.

При проектировании *экологического каркаса* были выделены зоны экологического равновесия первого и второго порядков (рисунок 3). Разработка блоков в структуре ГИС «Геодиагностика зон экологического равновесия и биоразнообразия» и «Расчет морфометрических ландшафтных показателей» позволила сделать выводы, что оси зоны первого порядка локализуются на лесных геосистемах водно-ледниковых равнин и смежных с ними долинных комплексов. Их основное функциональное назначение – регуляция режима поверхностных и подземных вод, защита области питания используемого в централизованном водоснабжении водоносного комплекса от техногенного загрязнения. Зоны более низкого порядка формируются на основе лесных участков приводораздельных пространств вторичной моренной равнины и останцово-водораздельных массивов эрозионно-денудационной равнины. Ключевая функция – ограничение развития эрозионных процессов; минимизация техногенного влияния на водоносные комплексы палеогена и верхнего мела; обеспечение миграционных коридоров между зонами первого порядка и др.

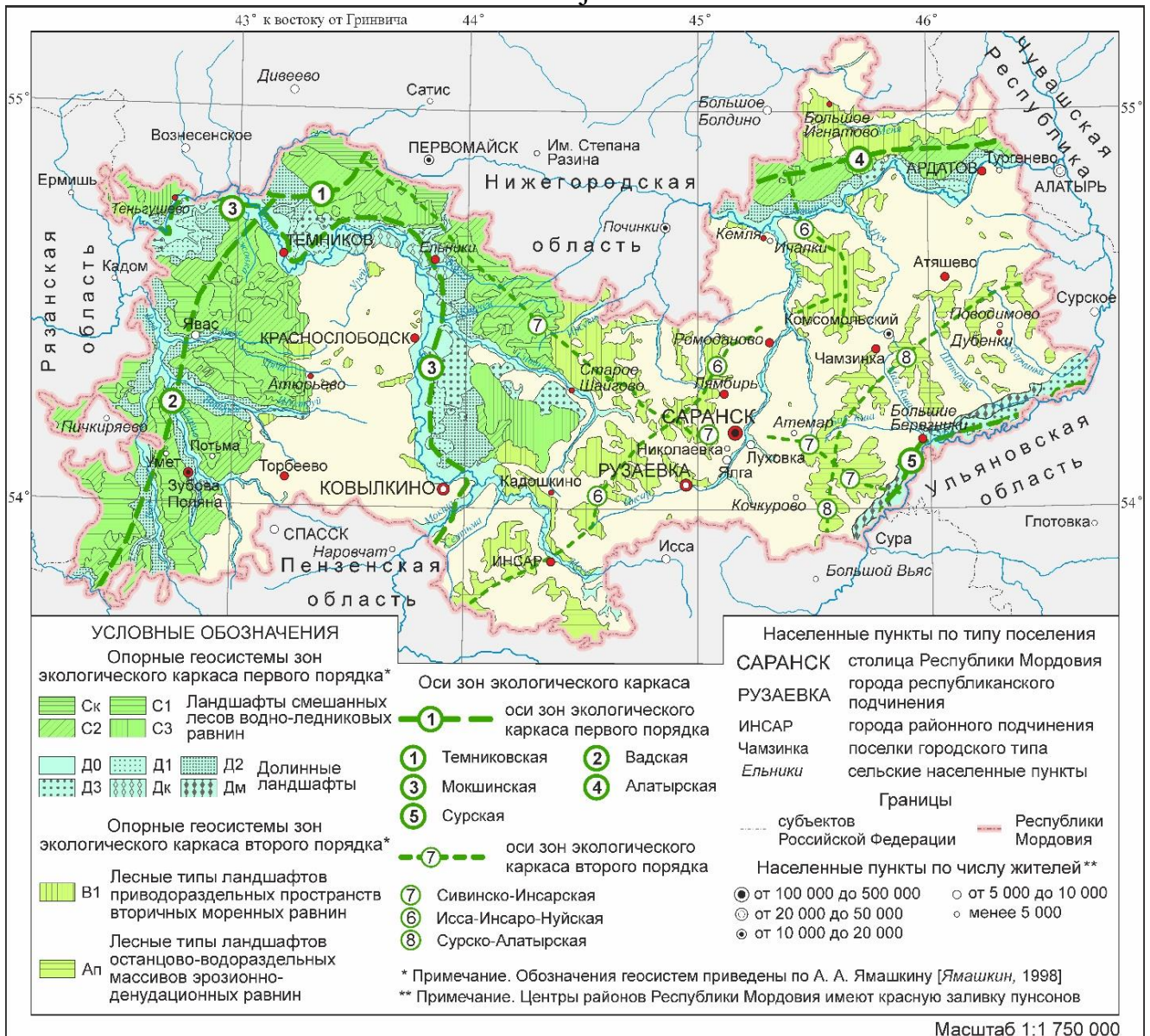


Рисунок 3. ГИС «Мордовия»: оси зон экологического равновесия

ГИС-моделирование процесса расселения, анализ существующей системы землепользования (по классам Land cover), динамики залесенности и фитомассы (по индексу NDVI) показали, что данные геосистемы имеют относительно низкую востребованность для сельскохозяйственного и селитебного типов освоения. В качестве линейно вытянутых участков, выполняющих транзитные функции, позиционируются водно-зеленые коридоры водоохраных зон водотоков.

Обоснование размещения зон проведено с учетом пространственных характеристик ландшафтных метрик. ГИС-моделирование цифровых параметров (уникальность ( $I_o$ ), относительное богатство ( $I_r$ ), мозаичность ( $I_p$ ), сложность ( $I_c$ ),

суммарная расчлененность ( $K$ ), энтропийная мера разнообразия ( $H$ )) на уровне родов геосистем в структуре блока «Расчет морфометрических ландшафтных показателей» обеспечило выделение ряда ядер, отличающихся высокими значениями: Инсаро-Алатырское ( $I_o > 0,22$ ;  $H - 1,46-1,86$ ); Средневадское ( $I_p > 0,56$ ;  $I_c > 1,64$ ;  $K > 16,22$ ), Мокшинское северное (Темниковское) ( $I_o - 0,18-0,22$ ;  $I_c - 1,34-1,64$ ;  $H - 1,46-1,86$ ;  $K > 16,22$ ), Мокшинское (южное) ( $I_r > 0,44$ ;  $H > 1,86$ ;  $I_c - 1,34-1,64$ ), Присурское (локальное проявление повышенных значений). Приведенные ядра в предложенной модели обуславливают пространственную организацию зон экологического равновесия.

Результаты проектирования в структуре ГИС «Мордовия» блока «Геоэкология хозяйственного каркаса» и ГИС-моделирования метагеосистем культурного ландшафта показали, что в качестве опорных геосистем зон **хозяйственного каркаса** первого порядка выступают лугово-степные геосистемы (рисунок 4). Для зон характерны высокая для региона селитебная (средняя людность поселений 546,15 чел.; средняя плотность населения 31,36 чел./км<sup>2</sup>) и сельскохозяйственная освоенность (около 74,24 %), низкий показатель лесистости (около 13,80 %). Лимитирующие геоэкологические факторы – влияние геотехнических систем крупных промышленных узлов, локальное загрязнение атмосферного воздуха и поверхностных водотоков, истощение ресурсов основного водоносного горизонта.

В зонах второго порядка отмечаются существенно более низкий показатель плотности населения (15,71 чел./км<sup>2</sup>), сеть небольших по людности населенных пунктов (в среднем 217,39 чел.); их плотность даже выше, чем в зонах первого порядка (0,08 ед./км<sup>2</sup> против 0,05 ед./км<sup>2</sup> в зонах первого порядка). Меньшая сельскохозяйственная освоенность (56,90 %) во многом связана с более низким плодородием почвенного покрова, преобладанием в его структуре серых, светло-серых и дерново-подзолистых почв.

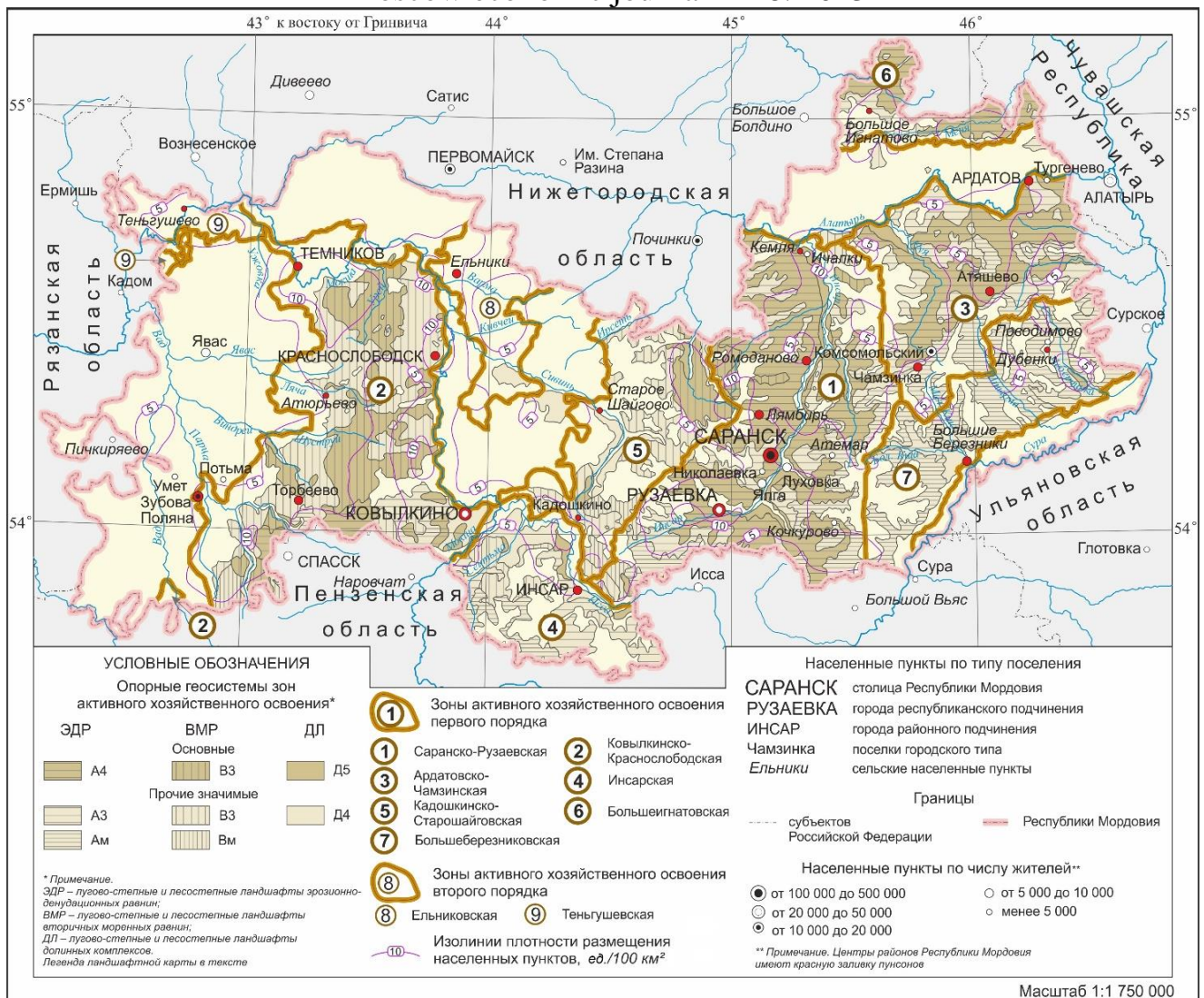


Рисунок 4. ГИС «Мордовия»: общая структура зон хозяйственного каркаса

ГИС-моделирование метагеосистем и разработка соответствующих блоков структуре региональной ГИС позволили сформировать каркасную модель региона, которая нацелена на минимизацию деструктивных геоэкологических процессов и устойчивое развитие культурного ландшафта региона.

**Выводы.** На современном этапе развития геоэкологических исследований одним из ключевых инструментов обеспечения устойчивого развития региона является механизм функциональной поляризации метагеосистем культурного ландшафта на основе каркасного подхода. Основной задачей при этом выступает пространственное ГИС-моделирование каркасной модели территории – системы взаимосвязанных структурных элементов хозяйственного каркаса, зон экологического равновесия, характеризующихся различными режимами



землепользования, приоритетными целями перспективного пространственного развития и геоэкологическими ограничениями.

Предложенную методику пространственного планирования метагеосистем, опыт ее апробации на базе модельного региона (Республики Мордовия) целесообразно внедрять в практику разработки региональных схем территориального планирования для обеспечения минимизации развития деструктивных геоэкологических процессов, гармоничного взаимодействия природных, социальных и производственных подсистем культурного ландшафта.

#### Список источников

1. Ямашкин А. А. Методика функционального геоэкологического зонирования метагеосистем для целей устойчивого эколого-социально-экономического развития региона (на примере Республики Мордовия) / А. А. Ямашкин, О. А. Зарубин, С. А. Ямашкин // International Agricultural Journal. – 2022. – Т. 65, № 3. – С. 1100–1119.
2. Ямашкин А. А. Культурный ландшафт как природно-социально-производственная система / А. А. Ямашкин, О. А. Зарубин, С. А. Ямашкин // Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона : материалы Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 т. – Саранск, 2017. – Т. 1. – С. 521–532.
3. Николаев В. А. Ландшафтоведение : семинар. и практ. занятия / В. А. Николаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 208 с.
4. Колбовский Е. Ю. Стратегическое пространственное планирование как инструмент регионального развития / Е. Ю. Колбовский // Ярославский пед. вестн. – 2011. – Т. 3, № 3. – С. 110–115.
5. Родоман Б. Б. Некоторые пути сохранения биосферы при урбанизации / Б. Б. Родоман // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. – 1971. – № 3. – С. 92–94.
6. Родоман Б. Б. Пространственная концентрация антропогенных явлений (поиски географических законов) / Б. Б. Родоман // Учен. зап. Тартус. гос. ун-та. –

1981. – Вып. 578. Региональные проблемы развития социально-экономических пространственных систем. – С. 52–78.

7. Чибилёв А. А. (мл.). Современное состояние и проблемы модернизации природно-экологического каркаса регионов степной зоны Европейской России / А. А. Чибилёв (мл.), А. А. Чибилёв // Юг России: экология, развитие. – 2019. – Т. 14, № 1. – С. 117–125.

8. Jalkanen J. Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization / J. Jalkanen, T. Toivonen, A. Moilanen // Landscape Ecology. – 2020. – V. 35. – P. 353–371.

9. Лужков Р. С. Анализ структуры землепользования староосвоенного региона для целей формирования природно-экологического каркаса с применением ГИС-технологий (на примере Белгородской области) / Р. С. Лужков, А. А. Пакина // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий : Материалы Междунар. конф. – М. : Географический факультет МГУ, 2021. – Т. 27. Ч. 4. – С. 105–119.

10. Determining Plant Diversity within Interconnected Natural Habitat Remnants (Ecological Network) in an Agricultural Landscape: A Matter of Sampling Design? / F. Liccari, M. Sigura, E. Tordoni [et al.] // Diversity. – 2022. – V. 14 (1), Issue 12. – URL: <https://doi.org/10.3390/d14010012> (дата обращения: 2 августа 2023).

11. Гилёва Л. Н. Эколого-хозяйственный каркас как способ управления земле- и природопользованием северных территорий [Электронный ресурс] / Л. Н. Гилёва, Е. Д. Подрядчикова // Московский экономический журнал. – 2022. – № 12. – Режим доступа: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2022-4/> (дата обращения: 2 августа 2023).

12. Иванов А. Н. Экологические сети в наземных и морских ландшафтах как пример решений регионального уровня: защита редких и репрезентативных геосистем и связности / А. Н. Иванов // Теория и методология ландшафтного планирования / под ред. К. Н. Дьяконова (отв. ред.), А. В. Хорошева (отв. ред.). – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2019. – С. 129–136.

13. Сохранившиеся участки степей как основа будущего экологического каркаса Белгородской области / А. А. Тишков, Е. А. Белоновская, Н. И. Золотухин [и др.] // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26, № 1 (82). – С. 43–53.
14. Шахбазян Т. З. Геоинформационный анализ для целей формирования экологического каркаса и расширения сети ООПТ (на примере Ставропольского края) / Т. З. Шахбазян // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий : Материалы Междунар. конф. – М. : Издательство Москов. ун-та. – 2020. – Т. 26, ч. 4. – С. 104–113.
15. Ландшафтный подход в градостроительном проектировании / Б. И. Кочуров, Ю. А. Хазиахметова, И. В. Ивашкина, Е. А. Сукманова // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13, № 3. – С. 71–82.
16. Климанова О. А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития / О. А. Климанова, Е. Ю. Колбовский, О. А. Илларионова // Вестн. Санкт-Петербургского ун-та. Науки о Земле. – 2018. – Т. 63, вып. 2. – С. 127–146.
17. Ландшафтно-экологические исследования Москвы для обоснования территориального планирования города / В. А. Низовцев, Б. И. Кочуров, Н. М. Эрман [и др.]. – Москва : Прометей, 2020. – 342 с.
18. Нарбут Н. А. Региональная экологическая политика: роль экологического каркаса городской территории в регионах нового освоения / Н. А. Нарбут, З. Г. Мирзеханова // Экология урбанизированных территорий. – 2017. – № 1. – С. 81–86.
19. Ямашкин А. А. Геоинформационное картографирование процессов хозяйственного освоения / А. А. Ямашкин, С. А. Ямашкин, О. А. Зарубин // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2018. – № 3. – С. 45–53.
20. Ямашкин А. А. Физико-географические условия и ландшафты Мордовии / А. А. Ямашкин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1998. – 156 с.

**References**

1. Yamashkin A., Zarubin O., Yamashkin S. (2022) Metodika funkcional'nogo geoe`kologicheskogo zonirovaniya metageosistem dlya celej ustojchivogo e`kologo-social`no-e`konomicheskogo razvitiya regiona (na primere Respubliki Mordoviya) [Methods of functional geoeological zoning of metageosystems for the purposes of sustainable ecological, social and economic development of the region (on the example of the Republic of Mordovia)]. *International Agricultural Journal*, vol. 65, no 3, pp. 1100–1119.
2. Yamashkin A., Zarubin O., Yamashkin S. (2017) Kul'turnyi landshaft kak prirodno-sotsial'no-proizvodstvennaya sistema [Cultural landscape as a natural-social-production system]. Proceedings of the *Teoriya i praktika garmonizatsii vzaimodeistviya prirodnykh, sotsial'nykh i proizvodstvennykh sistem regiona* [Theory and practice of harmonizing the interaction of natural, social and production systems of the region]: *materials of the International scientific and practical conference (Saransk, Russia, October 12–13, 2017)*, Saransk: Mordovian University Press, part 1, pp. 521–532.
3. Nikolaev V. (2006) *Landshaftovedenie : seminarские i prakticheskie zanyatiya* [Landscape science: seminars and practical classes]. Moscow: Moscow University Press, 2006. 208 p. (in Russian).
4. Kolbovsky E. (2011) Strategicheskoe prostranstvennoe planirovanie kak instrument regional'nogo razvitiya [Strategic spatial planning as a tool for regional development]. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, vol. 3, no 3, pp. 110–115.
5. Rodoman B. (1971) Nekotorye puti sokhraneniya biosfery pri urbanizatsii [Some ways to preserve the biosphere during urbanization]. *Moscow University Bulletin. Series 5. Geography*, no 3, pp. 92–94.
6. Rodoman B. (1981) Prostranstvennaya kontsentratsiya antropogennykh yavlenii (poiski geograficheskikh zakonov) [Spatial concentration of anthropogenic phenomena (search for geographical laws)]. *Scientific Notes of Tartu State University*, issue 578. Regional problems of development of socio-economic spatial systems, pp. 52–78.

7. Chibilyov A. (jr.), Chibilyov A. (2019) Sovremennoe sostoyanie i problemy modernizatsii prirodno-ehkologicheskogo karkasa regionov stepnoi zony Evropeiskoi Rossii [Current state and problems of modernization of ecological framework of regions of the steppe zone of European Russia]. *South of Russia: ecology, development*, vol. 14, no 1, pp. 117–125.
8. Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A. (2020) Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. *Landscape Ecology*, vol. 35, pp. 353–371.
9. Luzhkov R., Pakina A. (2021) Analiz struktury zemlepol'zovaniya staroosvoennogo regiona dlya tselei formirovaniya prirodno-ehkologicheskogo karkasa s primeneniem GIS-tehnologii (na primere Belgorodskoi oblasti) [GIS-analysis of the old-developed region's land use structure for the purposes of ecological framework design (on example of the Belgorod region)]. Proceedings of the InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: *materials of the International conference (Apatity, Russia, August 21–23, 2021)*. Moscow: MSU, Faculty of Geography, vol. 27, part 4, pp. 105–119.
10. Liccari F., Sigura M., Tordoni E. [et al.] (2022) Determining Plant Diversity within Interconnected Natural Habitat Remnants (Ecological Network) in an Agricultural Landscape: A Matter of Sampling Design? *Diversity*, vol. 14 (1), issue 12. doi: 10.3390/d14010012.
11. Gileva L., Podryadchikova E. (2022) E`kologo-xozyajstvenny`j karkas kak sposob upravleniya zemle- i prirodopol`zovaniem severny`x territorij [Ecological and economic framework as a way to manage land and nature management of the northern territories]. *Moscow Economic Journal*, no 12, issue 12. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2022-4/>.
12. Ivanov A. Ehkologicheskie seti v nazemnykh i morskikh landshaftakh kak primer reshenii regional'nogo urovnya: zashchita redkikh i reprezentativnykh geosistem i svyaznosti [Ecological networks in land and seascapes as an example of solutions at the regional level: protection of rare and representative geosystems and connectivity].

*Teoriya i metodologiya landshaftnogo planirovaniya* [Theory and methodology of landscape planning]. Moscow: Association of Scientific Publications KMK, pp. 129–136.

13. Tishkov A., Belonovskaya E., Zolotukhin N. [et al.] (2020) Sokhranivshiesya uchastki stepei kak osnova budushchego ehkologicheskogo karkasa Belgorodskoi oblasti [The surviving sections of the steppes as the basis for the future ecological framework of the Belgorod region]. *Arid ecosystems*, 2020. vol. 26, no 1 (82), pp. 43–53.

14. Shahbazyan T. (2020) Geoinformatsionnyi analiz dlya tselei formirovaniya ehkologicheskogo karkasa i rasshireniya seti OOPT (na primere Stavropol'skogo kraya) [GIS-analysis for the purposes of the ecological framework formation and expansion of the network of protected natural areas (on the example of Stavropol Territory)]. Proceedings of the InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: *materials of the International conference (Pyatigorsk, Russia, September 24–26, 2020)*. Moscow: Moscow University Press, 2020, vol. 26, part 4, pp. 104–113.

15. Kochurov B., Khaziakhmetova Yu., Ivashkina I., Sukmanova E. (2018) Landshaftnyi podkhod v gradostroitel'nom proektirovanii [Landscape approach in urban planning]. *South of Russia: ecology, development*, vol. 13, no 3, pp. 71–82.

16. Klimanova O., Kolbovsky E., Illarionova O. (2018) Ehkologicheskii karkas krupneishikh gorodov Rossiiskoi Federatsii: sovremennaya struktura, territorial'noe planirovanie i problemy razvitiya [The ecological framework of Russian major cities: spatial structure, territorial planning and main problems of development]. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Earth Sciences*, vol. 63, issue 2, pp. 127–146.

17. Nizovtsev V., Kochurov B., Erman N. [et al.] (2020) *Landshaftno-e`kologicheskie issledovaniya Moskvyy` dlya obosnovaniya territorial'nogo planirovaniya goroda* [Landscape and environmental studies of Moscow to substantiate the territorial planning of the city]. Moscow: Prometej, 342 p. (in Russian).

18. Narbut N., Mirzekhanova Z. (2017) Regional'naya e`kologicheskaya politika: rol` e`kologicheskogo karkasa gorodskoj territorii v regionax novogo osvoeniya [Regional

environmental policy: the role of the ecological framework of the urban area in the regions of new development]. *Ecology of urban areas*, no 1, pp. 81–86.

19. Yamashkin A., Yamashkin S., Zarubin O. (2018) Geoinformatsionnoe kartografirovaniye protsessov khozyaistvennogo osvoeniya [Geoinformation mapping of economic development processes]. *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology*, no 3, pp. 45–53.

20. Yamashkin A. (1998) *Fiziko-geograficheskie usloviya i landshafty` Mordovii* [Physical and geographical conditions and landscapes of Mordovia]. Saransk: Mordovian University Press, 156 p. (in Russian).

**Для цитирования:** Зарубин О.А., Кирюшин А.В., Агеева А.Р., Рычкова О.В. Каркасный подход в функциональном геоэкологическом зонировании метагеосистем культурного ландшафта региона // Московский экономический журнал. 2023. № 8. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2023-43/>

© Зарубин О.А., Кирюшин А.В., Агеева А.Р., Рычкова О.В., 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 8.