

Пространственно-временная структура метагеосистем в региональных геопорталах

А.А. Ямашкин, С.А. Ямашкин, В.А. Шабайкина

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, Саранск

Аннотация: Статья посвящена решению проблемы формирования механизмов обеспечения устойчивого функционирования процессов управления природными и техногенными рисками в территориально распределенных организационных системах, определяемыми как пространственно-временной структурой вмещающих природных ландшафтов, так и особенностями техногенного воздействия. Представлено и обосновано положение о том, что ключевую роль в системе управления рисками должны играть региональные географические информационные системы и геопорталы. На примере региональной ГИС «Мордовия» и геопорталов «Метагеосистемы Мордовии. Пространственные данные региона» и «Природное и культурное наследие Республики Мордовия. Путешествуем с Русским географическим обществом» показана возможность использования аналитического подхода к анализу геосистем различного иерархического уровня для решения задачи анализа рисков в территориально распределенных организационных системах.

Ключевые слова: геоинформационная система, геопортал, анализ рисков, пространственные данные, геосистемы, территориально распределенная организационная система.

Введение

Актуальной проблемой пространственного развития Российской Федерации является обеспечение устойчивого функционирования механизма управления природными и техногенными рисками в территориально распределенных организационных системах, определяемых как пространственно-временной структурой вмещающих природных ландшафтов, так и особенностями техногенного воздействия.

В соответствии с Государственным докладом «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году», на долю чрезвычайных ситуаций природного характера пришлось 32,2 % от общего числа ЧС, при этом затраты на восстановление территорий при природных ЧС составили более 92 % от общих общего материального ущерба. В связи с этим, градостроительная деятельность должна осуществляться с обеспечением предупреждения чрезвычайных ситуаций природного характера, и включать в себя меры, направленные на предварительную оценку размещения

территории в зонах риска различного уровня и позволяющие предупреждать наступление чрезвычайных ситуаций и их оперативную ликвидацию.

Хозяйственное освоение территорий при управлении территориально распределенными организационными системами предусматривает необходимость решения ряда технологических и организационных задач, ориентированных на комплексную оценку факторов природного и техногенного риска, включает в себя разработку и внедрение системы мероприятий для предотвращения негативного воздействия и ликвидации его последствий [1].

Ключевую роль в системе управления рисками должны играть региональные географические информационные системы (ГИС) и геопорталы, включающие системы: 1) обработки, анализа и управления данными; 2) хранилищ данных; 3) геопорталы, обеспечивающие визуализацию пространственных данных (рисунок 1).

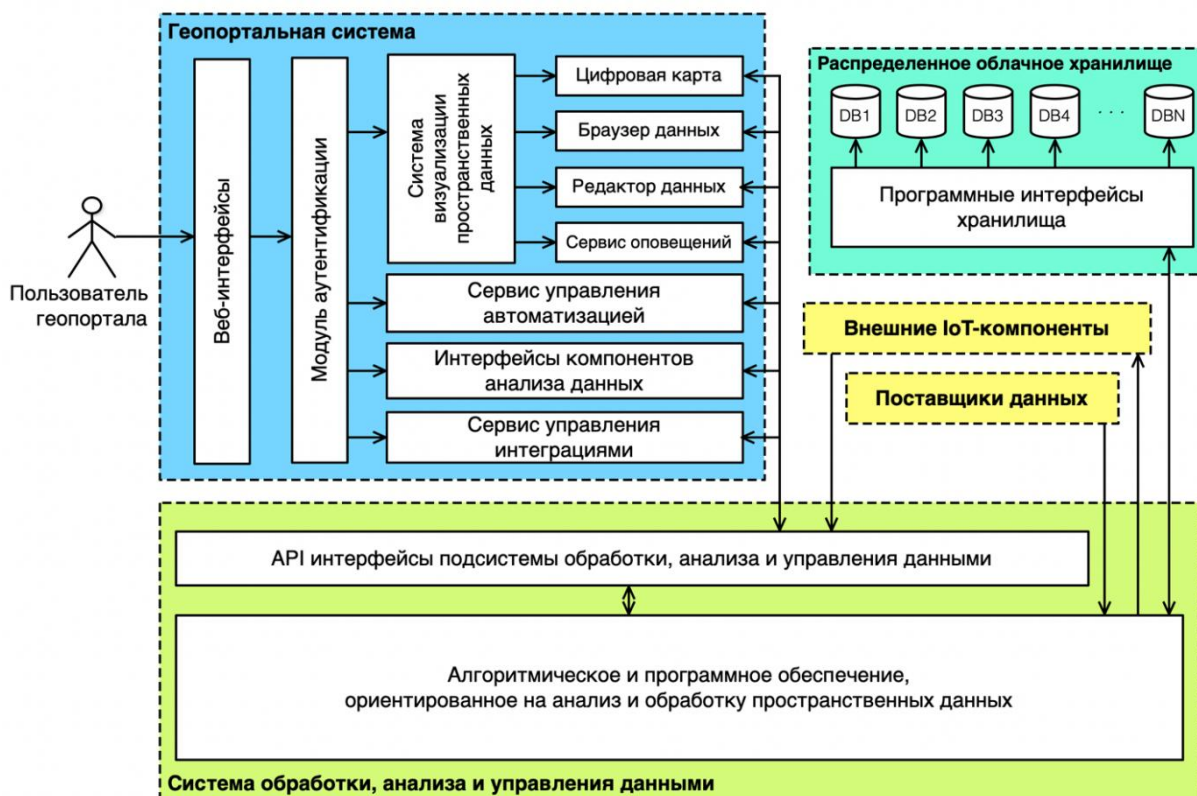


Рис. 1. – Инфраструктура пространственных данных и геопорталы

В зависимости от задачи практического использования геопортала меняется спектр вариантов просмотра картографических слоев базы данных, визуализации пространственных моделей и энциклопедических материалов, включая моделирование ситуаций путем географической интеграция пространственных данных из различных источников и комбинация отдельных картографических слоев. Это позволяет в полной мере оценить природные, природно-техногенные и техногенные риски в организационных системах, и обеспечить разработку мероприятий по оптимизации развития процессов хозяйственного освоения территории.

Анализ данных факторов, позволяющих оценить устойчивость территории с позиции градостроительного освоения и геоэкологические риски функционирования в условиях изменения степени и параметров техногенного воздействия. целесообразно выполнять на основе исследования генезиса и динамики функционирования метагеосистем. Для каждого классификационного уровня (таксона) метагеосистем в зависимости от параметров, лежащих в основе его выделения, свойственны характерные уровню показатели, оценка которых необходима для выявления перечня возможных ключевых рисков для осуществления градостроительной деятельности. Данные ограничения развития урбанизированных территорий могут быть обусловлены как природными, так и природно-техногенными факторами, предопределяют условия развития территории и необходимые инженерные решения, необходимые для компенсации возможных негативных процессов.

Комплексный учет проявления возможных рисков в территориально распределенных организационных системах, выявление территорий, подверженных развитию негативных геоэкологических процессов, и реагирование на них являются важной частью упреждающих стратегий городского планирования и формирования перспективных направлений развития территории (рисунок 2). Осуществление подобного анализа в

процессе пространственного планирования, позволяет определить устойчивость городских участков к техногенным воздействиям и их способность к восстановлению в условиях значительного антропогенеза, а также вывести здания и сооружения из типов территорий, подверженных опасностям, посредством лучшего планирования землепользования и зонирования, соблюдения строительных норм и правил.

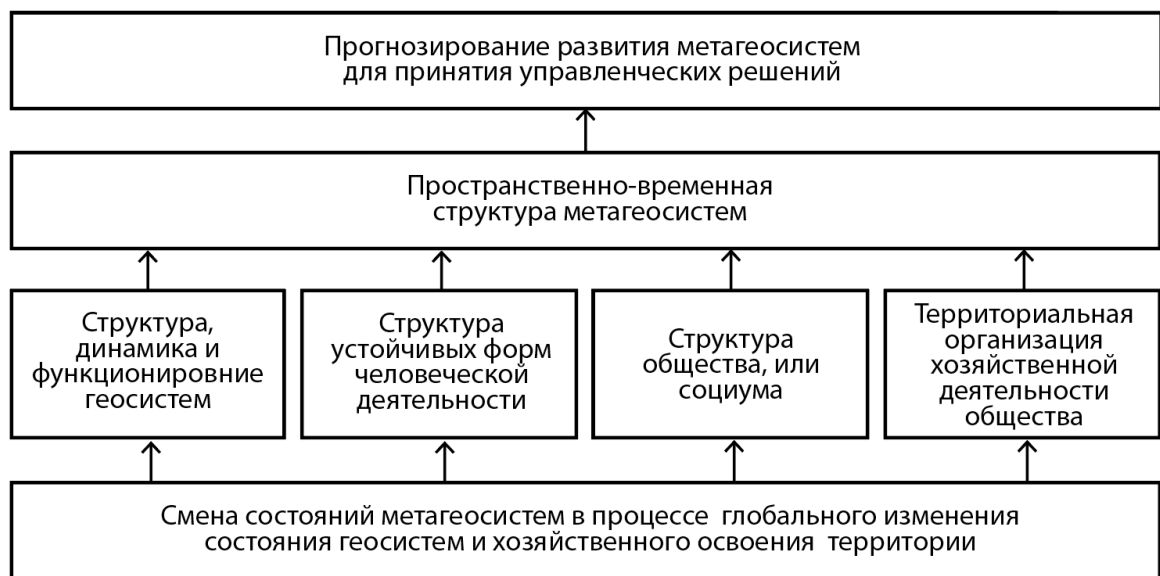


Рис. 2. – Общая схема исследования метагеосистем

Работы по идентификации рисков в территориально распределенных организационных системах, связанных с градостроительными и земельно-имущественными отношениями, их исключению или минимизации, включают: градостроительный анализ территории; анализ действующего законодательства в области градостроительства и земельно-имущественных отношений; обследование земельных участков в границах проектирования; прямое взаимодействие с представителями администраций муниципальных образований и их профильными структурными подразделениями в интересах заказчика; разработку и утверждение заказчиком дорожной карты с планом мероприятий по исключению (минимизации) рисков.

Материалы и методы исследования

В настоящее время градостроительные риски в нормативной документации рассматриваются как возможность наступления негативного воздействия на объекты капитального строительства в зонах с различными категориями экологического риска, а также любые возможные потери, возникающие в процессе его строительства и эксплуатации [2]. Ключевые аспекты и направления исследования природных рисков градостроительного развития заключены в работах, нацеленных на классификацию возможных градостроительных рисков, в том числе в пределах урбанизированных территорий [3], на выделение границ проявления явлений и процессов потенциально опасных для хозяйственной деятельности [4], оценку возможности применения современных информационных средств для идентификации и моделирования развития возможных рисков [5]. Вместе с тем, в настоящее время отсутствуют детализированные методические рекомендации по оценке градостроительных ограничений пространственного развития данных территорий и связанных с ними требований, что определяет высокую актуальность, теоретическую и практическую значимость исследований в данном направлении.

Реализация принципов региональной целостности и управляемости включает в себя ориентацию исследования на учет региональной специфики и условий динамики метагеосистем, включая региональные ограничения развития, а также ориентацию на сознательную оптимизацию пространственной организации. В процессе анализа градостроительных рисков развития территорий выполняется подбор существующих методов оценки развития градостроительных ограничений природного характера, анализ материалов многолетних наблюдений за динамикой отдельных параметров проявления неблагоприятных градостроительных явлений, моделирование развития процессов с использованием современных геоинформационных систем.

В качестве ключевых природных лимитирующих факторов развития градостроительных структур выделяются инженерно-геологические, инженерно-гидрогеологические, орографические, гидрологические, микроклиматические, почвенно-биологические параметры и ограничения развития территории. Оценка свойств данных компонентов является основой для принятия инженерно-проектных градостроительных решений деятельности и организации планировочной структуры, дифференциации территории по приоритетным видам хозяйственной, определяют условия строительства, пространственно-временную неоднородность развития геоэкологических ситуаций и т. д.

Общий алгоритм исследования метагеосистем для анализа рисков управления территориально распределенными организационными системами можно представить в следующем виде:

- 1) сбор и систематизация исходной информации, направленной на идентификацию факторов возможного риска;
- 2) оценка уровня и прогноз последствий возможного риска с учетом параметров интенсивности, продолжительности и частоты их развития, поиск и анализ причин развития неблагоприятных процессов;
- 3) определение вероятности развития риска на территории, включая анализ как подверженности территории негативным процессам, так и оценку уязвимости объекта проектирования к опасному воздействию природных ограничений, районирование территорий по фактору опасности и по степени риска проявления негативных процессов с применением картографических методов и специализированных программных комплексов, моделирование различных сценариев воздействия природных факторов воздействия, границ территорий на которых прогнозируется возникновение опасных и чрезвычайных ситуаций.
- 4) отбор и обоснование рациональных способов снижения природных рисков градостроительного развития.

Комплексный подход к управлению рисками в территориально распределенных организационных системах, включающий процесс систематизации теоретических основ и принципов анализа, реализацию методических подходов в рамках прикладных исследований [6]. Выявление участков с благоприятными и ограниченными возможностями для застройки является ключевым инструментом для территориального планирования и зонирования городского пространства, позволяя определить оптимальное местоположение и направления развития и избежать активизации негативных геоэкологических процессов и дополнительных материальных затрат при строительстве.

Решение задач управления организационными территориально распределенными системами различного масштаба в настоящее время представляет основную цель проектирования, разработки и внедрения практико-ориентированных геопорталов, графические интерфейсы которых должны характеризоваться композицией виджетов [7]. Основную часть экрана занимает полотно визуализации тематических слоев и базовой картографической основы. Данный виджет служит для описания пространственного расположения объектов различной геометрической формы. Для манипуляции с полотном визуализации тематических слоев можно использовать жесты панорамирования (сдвига) и масштабирования. Для решения задачи визуализации больших массивов пространственных данных, объекты цифровой карты геопортала при масштабировании объединяются в кластеры различного иерархического уровня. Число на маркере кластера указывает на количество расположенных в рамках близлежащей территории пространственных объектов, определяя их плотность. Цвет маркера кластера изменяется в зависимости от количества ассоциированных объектов.

В рамках интерактивной легенды может быть выбрана базовая картографическая основа. Виджет поиска позволяет осуществлять поиск

объектов по ключевым словам, при наличии релевантных результатов, полотно карты центрируется и масштабируется таким образом, чтобы вместить в рамки экрана все найденные объекты. Интерактивный реестр тематических слоев позволяет включать и отключать отображение для любого набора тематических статичных и динамичных тематических слоев. Реализация данной функции позволяет подобрать оптимальный набор тематических слоев для решения задачи анализа состояния систем землепользования и пространственно-распределенных ресурсов.

Для получения детальной информации об объекте, включая заголовок, изображение, атрибутивные данные, необходимо кликнуть курсором мыши на объекте. При использовании смартфона или планшета необходимо выполнить событие касание (тапа) по маркеру или площадному объекту. Графические интерфейсы цифровой карты разработаны на основе технологий адаптивной верстки и могут быть эффективно использованы на смартфонах и планшетных компьютерах. В интерфейсах администрирования геопортала реализован интерактивный способ определения стартовых параметров карты. В рамках графических интерфейсов редактора данных об объекте администратор системы имеет возможность редактировать название, человеко-понятный URL (ЧПУ), ассоциированный портал, категорию и геометрию объекта, стиль визуализации на цифровой карте, доступность данных об объекте на портале. Для стилистического редактирования текстового описания объекта в рамках интерфейсов реализована функция WYSIWYG-редактора. Функционал интерактивного редактора геометрии объекта позволяет определять положение маркера (точечного объекта), выстраивать геометрию полилинии и полигона. Таким образом, в системе администрирования реализована возможность манипулирования данными об объектах системы, включая интерактивное управление информацией о характеристиках объекта, включая геометрию и стилизацию отображения на цифровой карте, изменение атрибутивных данных.

Использование технологий Интернета вещей позволяет сформировать на основе геопорталов системы диспетчеризации, существенно расширяя реестр вариантов использования геопорталов в решении задач управления территориально-распределенными организационными системами. Совместное использование геопортальных систем и технологий Интернета вещей позволяет решить задачу централизованного автоматизированного оперативного управления процессами, протекающими в системах значительного территориального охвата.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что пространственно-временная структура метагеосистем и геоэкологические риски в территориально распределенных организационных системах наиболее полно раскрываются при комбинированном использовании методов аналитического и синтетического картографирования геосистем [8]. Сущность аналитического картографирования заключается в последовательном вынесении на единую картографическую основу информации об элементах систем и их сравнительно-сопоставительном анализе. Сущность синтетического подхода выражается в выделении иерархической системы таксонов геосистем.

В региональной ГИС «Мордовия», и соответственно, на геопорталах «Метагеосистемы Мордовии. Пространственные данные региона» (meta.rgo.life/), «Природное и культурное наследие Республики Мордовия. Путешествуем с Русским географическим обществом» (map.rgo.life/) аналитический подход комбинируется с выделением геосистем по В. А. Николаеву [9] – разряд, класс, группа, тип, род и вид.

Разряд геосистем. К основным климатическим параметрам, влияющим на показатели городской среды, относятся интенсивность теплового излучения, температура и влажность воздуха, направление и скорость ветра, на распределение значений которых оказывают влияние орографические

особенности территории, здания и иные ограждающие конструкции, городские зеленые насаждения и т.д. С градостроительной точки зрения показатели температурного, ветрового режима, годового количества осадков, и иные показатели, должны быть учтены при планировочной организации территории в целом, как условие сохранения комфортности среды обитания и оптимальной аэрации в пределах населенного пункта, так и при проектировании отдельных зданий и инженерных сооружений с учетом степени благоприятности природных нагрузок на конструктивные элементы [10]. В контексте оценки воздействия на объекты капитального строительства особое значение имеет анализ нагрузок.

Неблагоприятные климатические явления, характерные для отдельных сезонов года осложняют хозяйственную деятельность, оказывают негативные или разрушительные воздействия на здания и сооружения, и должны быть учтены при выполнении строительных работ и эксплуатации зданий: сильный ветер, сильный ливень, крупный град, сильная жара ледяной дождь, гололедно-изморозевые отложения (гололед, изморозь зернистая и кристаллическая, мокрый снег). Динамика уровня подземных вод и поверхностных водных объектов также определяется сезонным режимом метагеосистем. Данные наблюдений на гидрологическом пункте г. Саранск – реке Инсар, включая сведения об уровне воды, показывают сезонную динамику гидрологического режима основного водотока.

Основные параметры оценки: продолжительность теплого и холодного периода года; снеговые, ветровые, гололедные нагрузки, вероятность проявления опасных гидрометеорологических явлений.

Класс (подкласс) геосистем. Инженерно-геологические условия территории, включая дифференциацию параметров залегания и свойств коренных пород и четвертичных отложений, как основа формирования градостроительных структур, определяют требования к конструктивному решению застройки, необходимым мероприятиям по инженерной защите

территории, и анализируются на основе оценки особенностей геолого-геоморфологического строения, степени развития экзогеодинамических процессов и явлений – карст, суффозия, заболачивание, подтопление и др.

Процессы хозяйственного освоения не только играют роль в изменении геологической среды, но и влияют на активизацию экзогеодинамических процессов, приводящих к увеличению площади территорий, неблагоприятных для отдельных видов землепользования. В результате селитебного освоения территории, включая участки ограниченно благоприятные для строительства, распространены техногенные отложения, представленные насыпным грунтом, преимущественно суглинистого состава с включениями строительного мусора, в разной степени слежавшиеся, неоднородные по составу, что ограничивает возможность их использования в качестве основания фундаментов.

Основные параметры оценки: физико-механические свойства, несущая способности, водонасыщение, сопротивление слагающих грунтов в пределах планируемого антропогенного воздействия; величина уклона поверхности и его направления на исследуемой территории; вероятность развития и активизации инженерно-геологических процессов.

Группа геосистем выделяются по особенностям водно-геохимического режима территории, с одной стороны они представляют собой один из основных факторов, определяющих характер строительства и эксплуатации зданий и инженерных сооружений на основе анализа данных об условиях залегания, уровне и составе подземных вод, включая грунтовые, а с другой – качественные и количественные показатели эксплуатируемых водоносных комплексов, в случае их использования для водоснабжения населения и хозяйственных объектов, могут определять лимиты градостроительного освоения.

С точки зрения комплексного хозяйственного освоения, наибольшее значение имеют ближайшие к поверхности водоносные горизонты. Общей

закономерностью является уменьшение глубины залегания грунтовых вод на приводораздельных пространствах к долинам. Основные параметры оценки: гидрогеодинамика и гидрогеохимия водоносных горизонтов; вероятность подтопления территории.

Типы геосистем, выделяемые по почвенно-биологическим признакам определяют, в первую очередь, пространственную структуру земледелия. Ограниченные возможности территориального развития градостроительных структур часто связано с широким распространением черноземных почв с высоким потенциалом плодородия. Одним из негативных последствий экстенсивного развития города, в том числе, в процессе застройки крупными жилыми комплексами свободных территорий на неосвоенных окраинах городов является чрезмерное разрастание территории города, приводящее к утрате сельскохозяйственных угодий и лесных массивов, что наносит ущерб естественным геосистемам и приводит к нарушению их устойчивости. Кроме того, изъятие сельскохозяйственных земель приводит к сокращению поверхностей, которые могут быть применены для сельскохозяйственного производства, что может привести к проблеме производства продовольствия, снабжающего в том числе местный городской центр.

Основные параметры оценки: механический, гранулометрический состав почво-грунтов, степень плодородия и мощность почвенного покрова, оценка возраста и состояния древесно-кустарниковых насаждений.

Род геосистем определяются развитием экзогеодинамических процессов (эрозия, карст, суффозия и т.п.), определивших морфоскульптурные формы рельефа и распределение генетических типов четвертичных отложений. Выделение возможных рисков развития метагеосистем предусмотрено с целью оценки природно-техногенных и техногенных рисков развития территории.

Современным механизмом, позволяющим организовать действия по регистрации геоданных, является геоинформационная технология для

проектирования баз электронных карт и формирования геопорталов. Основные параметры оценки: расположение относительно морфоскульптурных форм рельефа, литологический состав поверхностных отложений, вероятность проявления экзогеодинамических процессов.

Важную роль при оценке возможных рисков управления в территориально распределенных организационных системах, в том числе, градостроительного освоения территории, играет как выполнение экономической оценки мер, направленных на инженерную защиту объектов и территорий от возможных рисков, так и устранение возможных последствий их проявления при различных вариантах реализации градостроительной деятельности.

Заключение

Важнейшим инструментом обеспечения поддержки принятия управленческих решений в территориально распределенных организационных системах являются геопорталы, визуализация пространственных данных в рамках которых основана на учении о геосистемах. Системы данного класса позволяют определить оптимальное местоположение и направления развития организационных систем и избежать активизации негативных геоэкологических процессов.

Разработка и внедрение геопортальных технологий, методов и алгоритмов интеллектуального анализа, интеграции и визуализации пространственных данных с целью накопления и распространения знаний о структуре территориально распределенных организационных систем оптимизирует принятие управленческих решений для обеспечения условий устойчивого развития.

Результатирующим этапом анализа эколого-социально-экономических систем является принятие управленческих решений по оптимизации структуры культурного ландшафта на основе разработки системы

ландшафтно-экологических зон, оценки экологических рисков, связанных с развитием с пространственно-временной структурой метагеосистем.

Литература

1. Прокопова М. В. Оценка опасности затопления застраиваемых территорий на основе применения современных геоинформационных систем // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. №2. С. 23-32.

2. Smirnova E. The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. Vol. 1614. №. 1. P. 012083.

3. Zhang Z., Li Y. Coupling coordination and spatiotemporal dynamic evolution between urbanization and geological hazards—A case study from China // Science of the Total Environment. 2020. Vol. 728. P. 138825.

4. Тарарин А. М. Цифровая трансформация градостроительной деятельности // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2021. №1. С. 110-121.

5. Батракова Г. М. Оценка природных и техногенных рисков для территорий нового строительства // Природные и техногенные риски. 2019. № 1. С. 55-58.

6. Ямашкин С. А., Ямашкин А. А., Федосин С. А. Разработка проектно-ориентированной инфраструктуры пространственных данных с применением облачных технологий // Радиопромышленность. 2019. № 3. С. 79-90.

7. Вдовин С. М., Ямашкин А. А., Ямашкин С. А. Университетские геопорталы как инструмент решения экологических проблем // Экологические проблемы. Евразийское пространство. Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2014. С. 552-567.

8. Ямашкин С.А., Ямашкин А.А., Зарубин О.А., Кирюшин А.В. Геосистемный подход в развитии методов и алгоритмов анализа



пространственных данных // Инженерный вестник Дона, 2022, №11. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8008/.

9. Николаев В. А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. – 94 с.

10. Зеленцов Л.Б., Маилян Л.Д., Пирко Д.В., Шогенов М.С. Инжиниринговое управление материальными ресурсами при реализации строительных проектов // Инженерный вестник Дона, 2019, № 3. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5881

References

1. Prokopova M. V. Sovremennye tendencii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territorij. 2022. № 2. pp. 23-32.

2. Smirnova E. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. Vol. 1614. №. 1. P. 012083.

3. Zhang Z., Li Y. Science of the Total Environment. 2020. Vol. 728. P. 138825.

4. Tararin A.M. Vestnik SGUGiT. 2021. № 1. pp. 110-121.

5. Batrakova G.M. Prirodnye i tehnogennye riski. 2019. № 1. pp. 55-58.

6. Yamashkin S.A., Yamashkin A.A., Fedosin S.A. Radiopromyshlennost. 2019. № 3. pp. 79-90.

7. Vdovin S.M., Yamashkin A.A., Yamashkin S.A. Jekologicheskie problemy. Evrazijskoe prostranstvo. 2014. pp. 552-567.

8. Yamashkin S.A., Yamashkin A.A., Zarubin O.A., Kirjushin A.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. № 11. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8008/.

9. Nikolaev V. A. Landshaftovedenie. Seminarskie i prakticheskie zanjatija [Landscape science. Seminars and practical classes]. Moskva: MSU. 2000. 94 p.



10. Zelentsov L.B., Mailyan L.D., Pirko D.V., Shogenov M.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5881

Дата поступления: 11.08.2024

Дата публикации: 29.10.2024