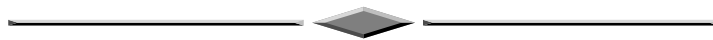


# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ



УДК 528.44:631.1

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-1-131-144>

## Применение ГИС при агроэкологическом зонировании территории агроландшафтов

П. Н. Головин<sup>1</sup>✉, В. Л. Богданов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: p.golovin2715@yandex.ru

**Аннотация.** Статья посвящена повышению эффективности использования на территории современных агроландшафтов деградированных, заброшенных, низкоплодородных земель сельскохозяйственного назначения. В ней рассматривается агроэкологическое зонирование как инструмент комплексной оценки и управления агроландшафтами с учетом природных и эколого-хозяйственных факторов. В статье приведен разработанный макет ГИС, механизм, а также этапы его создания для проведения агроэкологического зонирования агроландшафтов на примере территории Волосовского района Ленинградской области. Материалы статьи содержат результаты исследования по анализу почв, характеристике рельефа, а также степени развития негативных процессов в агроландшафтах на основе данных дистанционного зондирования, являющихся методической основой зонирования территории агроландшафтов. Приведена цифровая модель местности агроландшафта, которая позволяет выявить процессы, негативно влияющие на состояние экосистемы. По совокупности признаков в статье представлены установленные авторами подклассы агроландшафтов (полевой, лугово-пастбищный) и зоны использования: интенсивного земледелия, ограниченного земледелия, пастбищного и лугового использования и рискованного земледелия. С учетом зон использования предложены рекомендации по повышению устойчивости агроландшафтов посредством внедрения противоэрозионных мероприятий. Материалы статьи показывают, что предложенный метод зонирования территории с использованием разработанного макета ГИС позволяет провести оценку текущего состояния агроландшафтов и выявить пространственную градиацию территории на основе экологического состояния земель, что позволит более эффективно управлять процессами возделывания сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** агроэкологическое зонирование территории, агроландшафт, сельскохозяйственные земли, рациональное использование земель, геоинформационные системы, макет ГИС, природные и антропогенные факторы, кластеризация территории

### Для цитирования:

Головин П. Н., Богданов В. Л. Применение ГИС при агроэкологическом зонировании территории агроландшафтов. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 1. С. 131–144. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-1-131-144>

## GIS Applications in Agroecological Zoning of Agrilandsapes

P. N. Golovin<sup>1</sup>✉, V. L. Bogdanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation

e-mail: p.golovin2715@yandex.ru

**Abstract.** The article addresses strategies for improving the utilization efficiency of degraded, abandoned, and low-fertility agricultural lands in contemporary agrilandsapes. Agroecological zoning is explored as an integrative tool for assessing and managing these landscapes, incorporating both natural and socioeconomic factors. A GIS prototype is developed, with its operational framework and implementation stages detailed for agroecological zoning exemplified by the Volosovo District in Leningrad Oblast. Research findings encompass soil analyses, terrain profiling, and evaluations of degradation processes, grounded in remote sensing data that underpin the zoning methodology. The study introduces a digital terrain model to pinpoint ecosystem-damaging processes and delineates agrilandscape subclasses (arable and meadow-pasture) alongside usage zones: intensive agriculture, restricted cropping, pasture/meadow exploitation, and high-risk farming. Zone-specific recommendations promote sustainability via anti-erosion interventions. Ultimately, the GIS-supported zoning approach enables precise evaluation of agrilandscape conditions, spatial ecological gradation, and optimized crop management.

**Keywords:** agroecological zoning of territory, agrilandscape, agricultural lands, rational land use, geographic information systems, GIS prototype, natural and anthropogenic factors, territorial clustering

### For citation:

Golovin P. N., Bogdanov V. L. (2026). Concept of a regional automated land use forecasting system. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 1. pp. 131–144. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-1-131-144>

### Введение

Процесс агроэкологического зонирования территории предполагает под собой выделение отдельных зон, имеющих особенности по природным, климатическим и экологическим характеристикам. Выделение таких зон способствует более точному определению возможности использования земель для выращивания сельскохозяйственных культур, а также эффективному планированию мероприятий по охране окружающей среды. Агроэкологическое зонирование территории требует комплексного подхода, учитывающего широкий спектр параметров. К ним относятся типы почв и их свойства, гидрологический режим и водный баланс, природные характеристики рельефа и геоморфологии, а также степень выраженности негативных процессов (эрозия, деградация почв, загрязнение и др.). Такой комплексный подход помогает определить на территории агроландшафтов наиболее

ценные земли для возделывания сельскохозяйственных культур и земли, требующие восстановления.

Проблеме пространственной дифференциации территории посвящено достаточно много научной литературы. В России исследования проводятся в контексте регионального развития и управления земельными ресурсами. Ключевым подходом в дифференциации территории является типологизация регионов, способствующая систематизации количественных и качественных признаков. Примером проведения классификации регионов по природным, антропогенным и экономическим характеристикам являются работы Н. Н. Колосовского, М. К. Бандмана и других ученых. В свою очередь зарубежные исследователи, такие как М. Е. Porter, С. Ketels и М. Delgado рассматривают экономические агломерации и их роль в региональном развитии. В работах этих авторов подчеркивается важность интеграционных процессов, таких

как потоки товаров, услуг и инвестиций для формирования «зон роста».

В статье С. И. Комарова, Т. О. Поляковой, Е. Б. Савельевой рассматривается интегральный подход к зонированию территорий для управления земельными ресурсами. Данный подход основан прежде всего на кластерном анализе, учитывающем природные, экономические и управленческие характеристики регионов [1]. Работа Е. А. Батраченко посвящена функциональному зонированию агроландшафтов, позволяющему учитывать экологические и экономические факторы при ведении сельского хозяйства [2].

Исследование зарубежных ученых Kaitlyn Spangler, Emily K. Burchfield, Britta Schumacher посвящено устойчивости сельскохозяйственных систем и их влиянию на экосистемные услуги. Статья включает в себя подходы к оптимизации сельскохозяйственных систем, включая экологические и экономические факторы [3].

Научные исследования и подходы научных школ по землеустройству включают в себя следующие классификации:

1) функционально-хозяйственная (Мильков, 1973 г.). Данный подход направлен на выделение типов хозяйственного использования и подразумевает выделение следующих таксонов: класс (равнинные/горные), подкласс (полевой, лугово-пастбищный, садовый);

2) структурно-генетическая (Николаев, 2000 г.). В рамках подхода выделяются агроландшафты по происхождению/строению и следующие таксоны: отдел, разряд, семейство, класс, тип, род, вид;

3) геохимическая (Чертко, 1991 г.). Выделяет агроландшафты по степени миграции/аккумуляции химических элементов и техногенного влияния, таксоны: группа, тип, класс, род, вид;

4) ландшафтно-экологическая (Жирюшин, 2005 г.). Рассматривается как базовый инструмент для агроэкологической оценки земель и построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Таксоны: отделы, разряды, классы, подклассы, типы, подтипы;

5) FAO/IIASA AEZ (классификация по пригодности) (1976 г.). Выделяются агроландшафты по агроэкологической пригодности,

таксоны: зона/подзона (климат, LGP), класс S1 – N;

6) USDA Land Capability (LCC) (1939 г.). Классификация по ограничениям и рискам, таксоны: класс I–VIII + индекс ограничений (e, w, s, c).

Значительный прогресс в области классификации и зонирования территории тем не менее оставляет нерешенные проблемы, требующие более детального изучения. Например, некоторыми авторами отмечается, что в России отсутствует единая законодательная база для зонирования, что затрудняет его применение на практике. Недостаточное финансирование и отсутствие современных технологий ограничивают возможности для внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия [4, 5].

Агроэкологическое зонирование территории служит основой для принятия обоснованных решений в области сельскохозяйственного производства и способствует определению и, как следствие, значительному уменьшению негативного воздействия на использование земель в агроландшафтах.

В связи с вышесказанным актуальным вопросом является оценка агроэкологического состояния агроландшафтов, которая позволит определить состояние земель и биоресурсов в агроландшафтах для эффективного управления использованием земельных ресурсов в условиях сельскохозяйственного производства.

Цель исследований состояла в создании макета агроэкологического зонирования территории агроландшафтов, что в дальнейшем позволит оценить их агроэкологическое состояние и выделить зоны с различным уровнем антропогенной нагрузки на территорию, а также оценить их природный и экологический потенциал.

В соответствии с целью исследования поставлены следующие задачи.

1. Сформулировать и обосновать систему факторов, по которым проводится зонирование территории (природные, эколого-хозяйственные).

2. Обработать исходные пространственные данные: снимки Landsat, почвенные карты и описания, данные по геоморфологическому районированию, границы НП и дороги; привести их к единой ГИС-основе.

3. Обобщить данные о почвах, геоморфологических районах и с учетом результативных данных провести районирование территории агроландшафтов.

4. Выделить зоны сельскохозяйственного использования и разработать рекомендации по каждой из них о поддержании или восстановлении качественного состояния земельных ресурсов.

В качестве источников информации для проведения исследования выступают данные дистанционного зондирования, а также архивные данные почвенных карт и почвенных описаний. Опыт исследований многих ученых говорит о том, что высокая и устойчивая продуктивность земледелия возможна лишь при комплексном учете всех агрохимических и экологических факторов, влияющих на нормальное развитие растений, урожайность сельскохозяйственных культур и недопущение деградации земель [5–7].

В результате исследований были выбраны и проанализированы факторы для зонирования – природные и эколого-хозяйственные, позволяющие оценить экологическое состояние агроландшафтов, а также хозяйственную освоенность территории.

Опираясь на определения нескольких научных школ, было сформулировано следующее определение: агроландшафт представляет собой комбинацию географических, климатических и почвенных условий, а также особенностей определенной местности, которые влияют на возделывание сельскохозяйственных культур на конкретной территории, устойчивость которого зависит от хозяйственной деятельности человека в процессе сельскохозяйственного производства.

Ключевой особенностью агроландшафта является его искусственный характер. В отличие от естественных ландшафтов, агроландшафты формируются под воздействием человека, который активно изменяет их структуру и функционирование. Исходя из этого, выделяются особенности агроландшафтов, такие как изменение видового разнообразия растительности, неустойчивость почвенного покрова к природно-климатическому и антропогенному воздействию.

При пространственной систематизации ключевым является определение используемой системы таксономических единиц. Дан-

ный процесс включает в себя выбор и обоснование системы факторов для проведения зонирования. Это позволяет упорядочить ландшафты по их свойствам, происхождению и функциональным особенностям.

При изучении вопроса классификации ландшафтов существует несколько подходов к исследованию в зависимости от различных научных школ. Если говорить о российской (советской) школе ландшафтоведения, разработанной В. Б. Сочавой, А. Г. Исаченко и другими, то система таксономических единиц представлялась фациями, урочищами, местностями и ландшафтами. Таксономические единицы в данном случае основаны на принципах зональности, а зональности и провинциальности. Западная научная школа основывалась на экосистемах и геоморфологических единицах. Изучение ландшафтов может происходить на разном уровне в зависимости от целей исследования. На локальном направлении используется классификация на уровне фаций и урочищ, а если направление региональное, то изучаются ландшафты и провинции.

Агроландшафтоведение включает в себя различные системы таксономических единиц, предложенных различными учеными и научными школами. Ф. Н. Мильков предлагает классифицировать сельскохозяйственные ландшафты, выделяя два класса по макрорельефу: равнинные и горные. Внутри каждого класса выделяются четыре подкласса: полевые, садовые, садово-парковые и логовопастбищные ландшафты. Данная система подвержена критике из-за отсутствия природной составляющей, что больше ориентирует на функциональное зонирование территории.

Второе направление заключается в использовании принципов структурно-генетической классификации, где выделяются следующие основные таксоны: отделы, основывающиеся на биоклиматических условиях; разряды, выделяющиеся по генетическому типу рельефа; семейства, классы, типы, роды, виды, определяемые по мезорельефу и мезоструктуре почвенного покрова.

Также существует геохимическая классификация агроландшафтов, предложенная Н. К. Чертко, учитывающая воздействие природных и техногенных факторов. Основными таксономическими единицами в данном случае являются: группа, основанная на степени

сельскохозяйственного освоения; тип, основанный на величине химической мелиорации и техногенного загрязнения; класс, для выделения которого используются типоморфные элементы и ионы водной миграции; род, основанный на радиальной и латеральной миграции химических элементов; вид – степень аккумуляции химических элементов.

В. А. Николаевым разработана концепция агроландшафта как природно-сельскохозяйственной геосистемы, включающей как обрабатываемые земли, так и земли иного назначения. Данный подход включает в себя природную и производственно-социальную подсистемы.

### ***Методы и материалы***

Среди комплекса природных и эколого-хозяйственных факторов, влияющих на состояние агроландшафта, под природной подсистемой авторами понимается компонент, включающий в себя морфологическое строение, типы рельефа, типы почв, а также их оценку в виде балла бонитета, степени развития негативных процессов. Морфологическая структура агроландшафта представляет собой основу его функционирования и устойчивости, определяет взаимное расположение и взаимодействие природных и антропогенных элементов, формирующих «каркас» ландшафта [8].

Рельеф и геоморфология – формы рельефа (равнины, холмы, склоны, долины) – задают «скелет» [8] ландшафта; почвенный покров – типы почв (черноземы, подзолы, аллювиальные) – определяют плодородие и выбор культур, в то время как деградация почв (эрозия, засоление) нарушает морфологию, снижая продуктивность; гидрологическая сеть – реки, озера, грунтовые воды, дренажные системы – формируют водный баланс; растительный покров – сочетание сельхозкультур, лесополос, лугов и дикой растительности; антропогенные элементы – инфраструктура (дороги, ирригационные каналы) – вид землепользования, интенсивность обработки почвы, тип севооборота, набор возделываемых сельскохозяйственных культур.

Формирование экологически устойчивых агроландшафтов может быть основано на агроландшафтно-экологическом зонировании территории, т. е. учете пространственной неоднородности этих территорий [9]. Зонирование

позволяет выделить участки с различным экологическим потенциалом и антропогенной нагрузкой, что необходимо для дальнейшей оценки их экологического состояния. Выделение зон является основой при определении экологических рисков, определении территорий, наиболее подверженных развитию эрозии, загрязнению, утрате биоразнообразия.

Проведение агроландшафтно-экологического зонирования основывается на комплексном подходе, включающем в себя совокупность различных методов сбора и анализа данных. Среди таких методов можно выделить картографирование, дистанционное зондирование и данные полевых обследований. Использование результатов дистанционного зондирования для исследования сельскохозяйственных ландшафтов обеспечивает получение информации о состоянии их поверхности на большой площади, позволяя при этом существенно уменьшить объем наземных исследований [10].

Объектом исследования выступили агроландшафты Волосовского района Ленинградской области, расположенного на северо-западе России. Территория района характеризуется волнистым рельефом с холмисто-равнинным ландшафтом, умеренно-континентальным климатом и преобладанием дерново-подзолистых почв. Волосовский район обладает развитым сельскохозяйственным сектором с акцентом на выращивание зерновых культур, картофеля, овощей, а также на животноводство.

Для исследуемой территории авторами определен порядок проведения дифференциации территории, включающий в себя выполнение нескольких этапов:

1) определение подклассов агроландшафтов с учетом данных геоморфологического зонирования, сведений о рельефе (Ф. Н. Мильков, 1973 г.);

2) выделение групп по пригодности земель под конкретное сельскохозяйственное использование с учетом степени развития негативных процессов (Н. К. Чертко, 1991 г.);

3) определение зон для сельскохозяйственного использования и рекомендации по поддержанию качества.

В свою очередь, выбор факторов для зонирования, по мнению авторов, должен отражать комплексный подход к оценке агроэкологического и хозяйственного состояния агроландшафтов. Основные природные и эко-

лого-хозяйственные факторы, используемые для зонирования приведены, на рис. 1.

Отсутствие точных данных о количественных, качественных и пространственных характеристиках процессов, протекающих в агроландшафтах, создает серьезные проблемы для их качественного использования. Решение данной проблемы заключается в создании ландшафтно-экологической ин-

формационной базы, привязанной к цифровым картам. Интеграция информационной и картографической базы с помощью ГИС-технологий позволит получить комплексное представление о состоянии и динамике агроландшафтов, что в свою очередь позволит принимать более обоснованные решения по их оптимизации и устойчивому использованию [11–14].

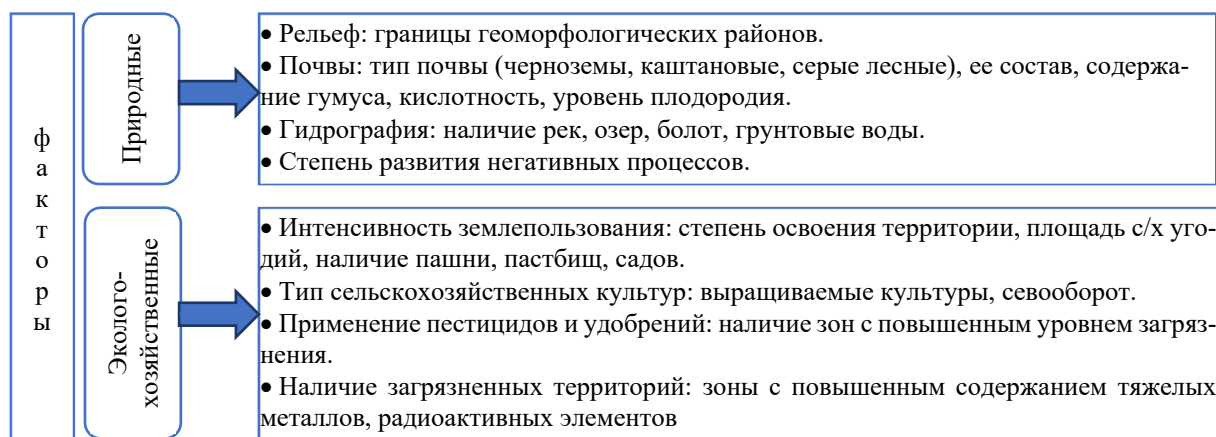


Рис. 1. Факторы, используемые при агроэкологическом зонировании территории агроландшафтов

Создание информационной и картографической базы заключается в формировании макета геоинформационной системы. Авторами предлагается следующий алгоритм выделения агроэкологических зон (рис. 2).

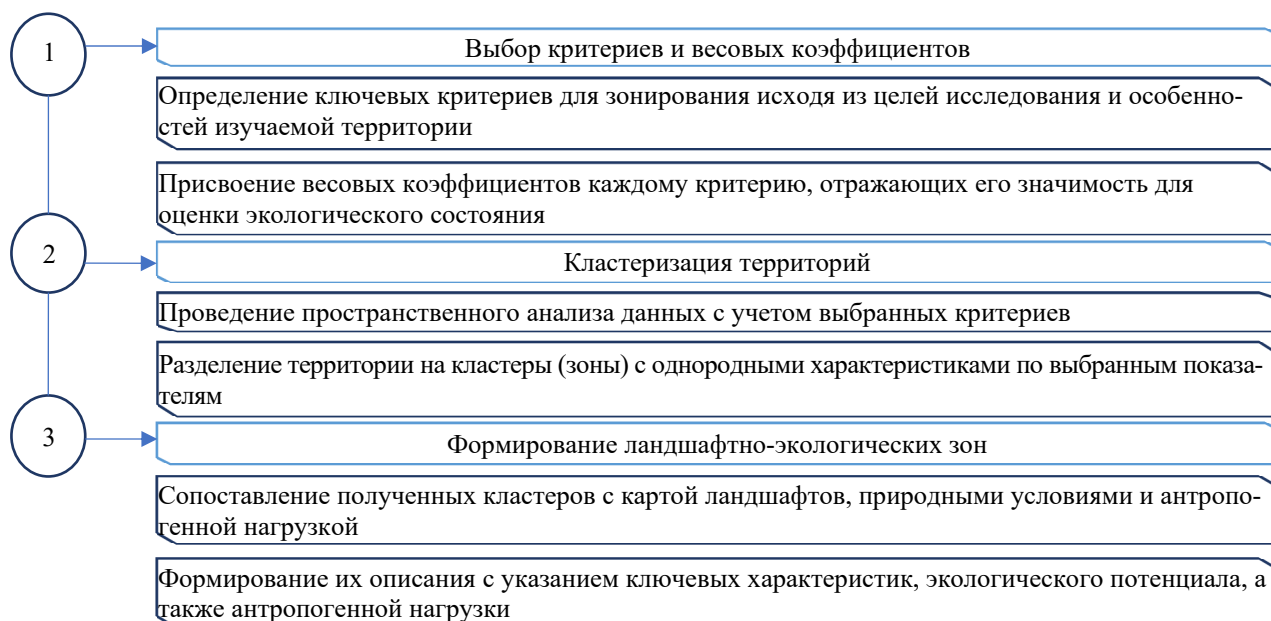


Рис. 2. Этапы создания макета ГИС

Рассмотрим подробнее этапы создания макета геоинформационной системы.

1. Сбор и обработка пространственных данных.

В качестве первичного элемента для проведения зонирования территории выполняется построение цифровой модели местности (ЦММ), а именно: осуществляется подготовка пространственных данных, а также их обработка и привязка в ГИС-системе NextGIS QGIS. Были получены спутниковые данные на территорию Волосовского района Ленинградской области со спутников Landsat 8. В целях формирования ЦММ запрошены данные с ресурса data.nextgis о существующей гидросети, о границах населенных пунктов, расположении автомобильных дорог и сопутствующие данные.

Для определения полей, используемых в сельском хозяйстве для выращивания сельскохозяйственных культур, по нижеприве-

денной формуле с помощью инструмента «Калькулятор растров» получен и раскрашен спутниковый снимок с учетом индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный разностный вегетационный индекс) – индекса дистанционного зондирования, используемого для оценки количества зеленой растительности на поверхности Земли (рис. 3). Он рассчитывается на основе отражения солнечного света в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра. В процессе обработки полученного растра определены используемые поля и оцифрованы с помощью инструмента «Вектор».

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1)$$

где NIR – поглощение и отражение инфракрасных лучей;

RED – поглощение и отражение красных лучей.

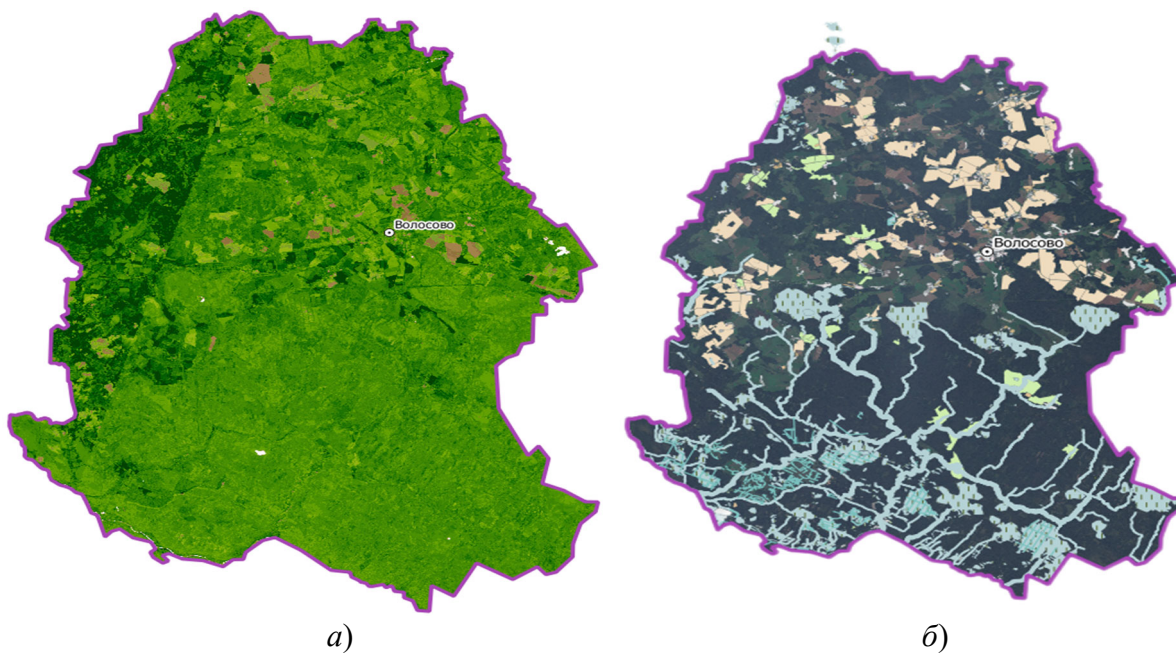


Рис. 3. Обработка спутникового снимка:

а) растр, полученный путем расчета NDVI; б) цифровая модель местности

2. Картографирование и зонирование.

После построения цифровой модели местности оценивается характер и степень проявления процессов, связанных со стадией формирования ландшафтов; определяется, к какому типу природных ландшафтов относится

изучаемая территория; рассматриваются геоморфологические и экосистемные процессы, влияющие на формирование ландшафта; учитываются почвенные и геоморфологические характеристики территории (рис. 4). Для определения геоморфологических районов

Волосовского района Ленинградской области использовалась геоморфологическая карта Ленинградской, Псковской и Новгородской областей со схемой геоморфологического районирования, составленная Д. Б. Малахов-

ским, А. Л. Бусловичем и И. П. Бакановой [15]. Таким образом, с учетом геоморфологического районирования выделены два подкласса агроландшафтов: полевой и лугово-пастбищный (табл. 1).

Таблица 1

Подклассы агроландшафта с учетом геоморфологического районирования

Геоморфологический район	Подклассы агроландшафтов
Ижорский	Полевой на моренной равнине
	Лугово-пастбищный на моренной равнине
Плюсский	Полевой на абрадированной моренной и озерно-ледниковой равнине
	Лугово-пастбищный на абрадированной моренной и озерно-ледниковой равнине
Ковашский	Полевой на абрадированной моренной равнине
	Лугово-пастбищный на абрадированной моренной равнине

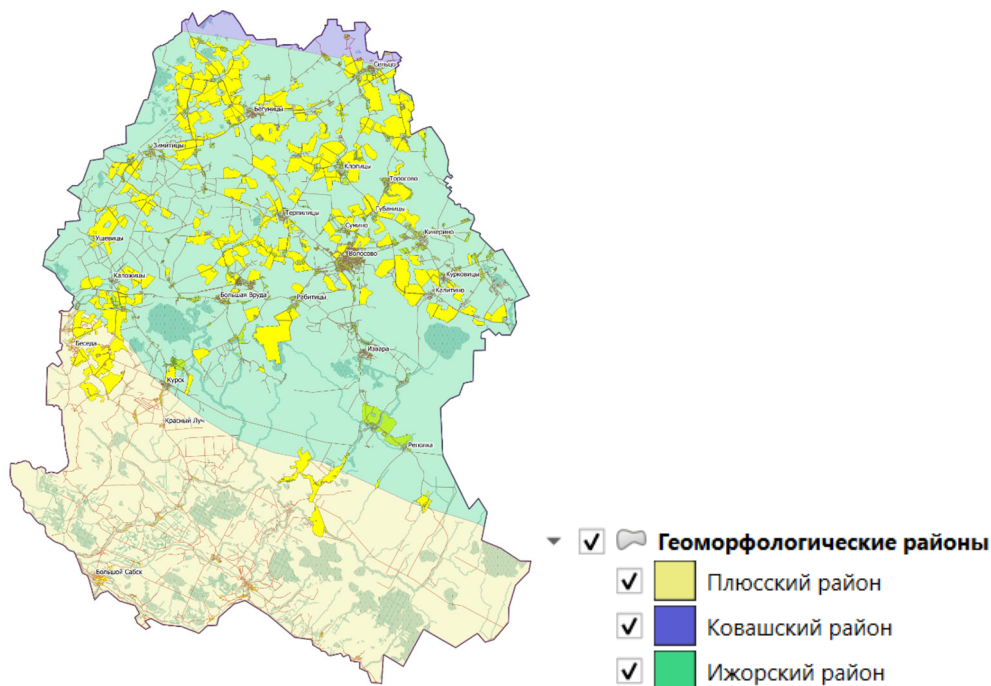


Рис. 4. Геоморфологические районы на территории Волосовского района Ленинградской области

В соответствии с полученными данными о типах [15] (рис. 5, а) авторами были выделены несколько почвенно-типологических зон, объединяющих схожие типы земель, используемых в сельском хозяйстве (рис. 5, б) для определения видов агроландшафтов и дальнейшего анализа состояния территории.

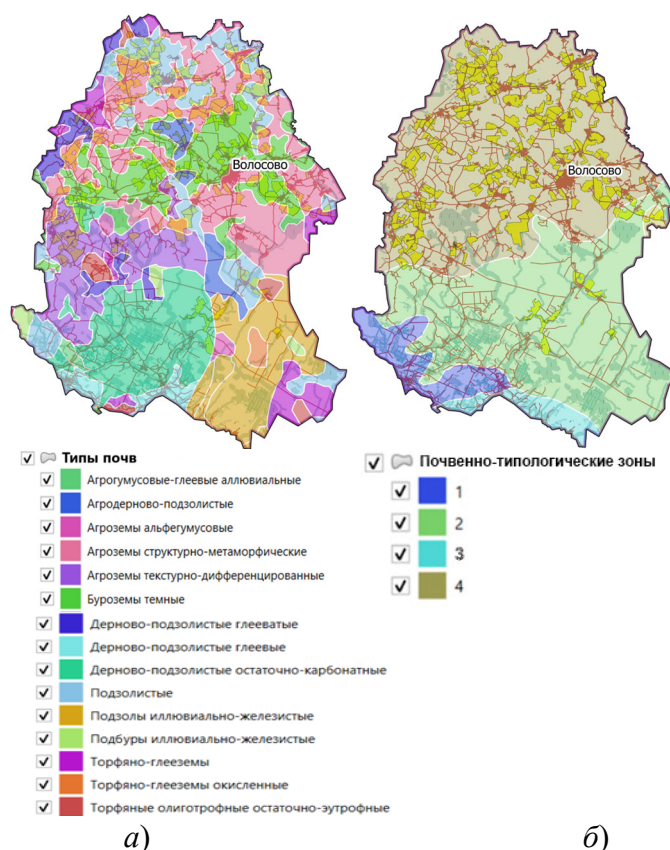


Рис. 5. Почвенное зонирование территории Волосовского района:  
 а) данные о типах почв; б) земли, используемые в сельском хозяйстве

Далее оценивается характер и интенсивность проявления негативных процессов на территории агроландшафтов. Также на данном этапе могут быть учтены антропогенные факторы, влияющие на состояние агроландшафтов, среди которых промышленное загрязнение, изменение водного режима и другие, оказывающие влияние на агроэко-

стему. Оценка экологического состояния агроландшафтов позволяет сделать вывод о степени распространения негативных процессов на территории агроландшафтов и сформулировать типы земель в зависимости от возможности использования в сельском хозяйстве (рис. 6). Описание зон для использования агроландшафтов представлено в табл. 2.

Таблица 2

Описание зон использования агроландшафтов

Номер	Наименование зоны	Характеристика	Необходимые работы
I	Зона интенсивного земледелия	Высокопродуктивные территории с плодородными почвами и благоприятным климатом, идеальные для активного сельского хозяйства. Подходит для выращивания требовательных культур при условии регулярного мониторинга состояния почв	Оптимизация севооборотов, возможность внедрения новых технологий, необходимо осуществлять контроль за возможным развитием эрозии
II	Зона ограниченного земледелия	Умеренное плодородие почв с преобладающими ограничениями (кислотность, мелкоконтурность, каменистость). Подходит для земледелия после улучшения агрофона	Известкование, углубление пахотного слоя, уборка камней, внесение удобрений

Окончание табл. 2

Номер	Наименование зоны	Характеристика	Необходимые работы
III	Зона пастбищного и лугового использования	Малопригодна для возделывания культур, но эффективна для животноводства (выпас, сенокос). Акцент на сохранение устойчивости экосистем	Регулирование выпаса, восстановление травостоя, борьба с заболачиванием
IV	Зона рискованного земледелия	Низкое плодородие и значительные ограничения (эрозия, переувлажнение, деградация). Подходит для выращивания неприхотливых культур или альтернативного использования (например, лесополосы)	Размещение дренажных систем, проведение противоэрозионных мероприятий, лесомелиорации

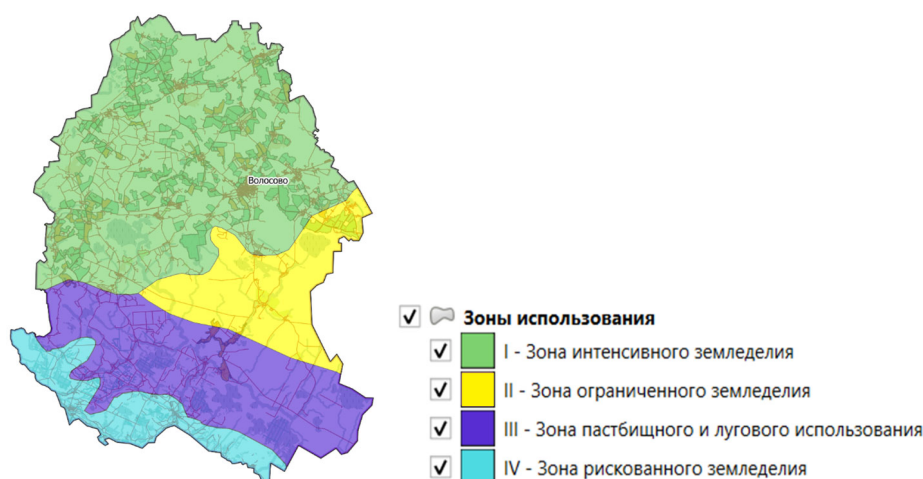


Рис. 6. Зоны использования агроландшафтов с учетом системы критериев использования земель

В соответствии с приведенными выше зонами определяется дальнейшее использование земель в агроландшафтах, дается характеристика классов и возможность использования в сельском хозяйстве, а также требования к проведению почвозащитных мероприятий (табл. 3).

Таблица 3

Описание подклассов агроландшафтов, выделяемых в границах зон

Подклассы агроландшафтов	Описание	Возможное использование	Ограничения
Полевой на моренной равнине	Представляет собой слабоволнистый рельеф, суглинистые/тиловые почвы, часто каменистые, местами оглеенные, дренированность при этом неоднородная, а кислотность высокая	Выращивание зерновых и зернофуражных (овес, ячмень, рожь), картофеля, кормовых трав (клеверно-злаковые смеси, рапс при удовлетворительной дренированности), овощей на легких и сухих участках	Переувлажнение и кислотность, мелкоконтурность, требуется известкование, локальный дренаж, камнеуборка, контурная обработка на склонах
Лугово-пастбищный на моренной равнине	Пониженные элементы рельефа со слабым стоком, преимущественно дерново-подзолистые глееватые почвы, высокий риск заболачивания	Устройство сенокосов и культурных пастбищ, производство грубых и сочных кормов	Низкая несущая способность почв, переувлажнение, требует регулирование выпаса, поверхностное или закрытое осушение, известкование лугов, подсев трав

Окончание табл. 3

Подклассы агроландшафтов	Описание	Возможное использование	Ограничения
Полевой на абра-дированной моренной и озерно-ледниковой равнине	Выровненный рельеф, сочетающий моренные и озерно-ледниковые отложения (суглинки/супеси), контраст дренированности	Зерновые и кормовые (ячмень, овес, яровая пшеница), клеверно-злаковые смеси, на более легких текстурах – картофель и рапс	Риск переувлажнения на глинистых платформах и переуплотнения, требуется системный дренаж, планировка полей, известкование
Лугово-пастбищный на абрадированной моренной и озерно-ледниковой равнине	Плоские, слабонаклонные поверхности с застойным увлажнением, включения болотных и глеевых почв	Средние и высококачественные сенокосы при осушении, культурные пастбища	Высокая влажность, требует регулирования нагрузки на выпас, подбор влаголюбивых кормовых смесей
Полевой на абрадированной моренной равнине	Сглаженные выпуклые формы рельефа, тонкие тилловые покровы, хорошая естественная дренированность, чаще встречаются супеси/суглинки, каменистость	Выращивание картофеля, ржи, ячменя, овса, рапса, кормовых трав, ранних овощей на орошаемых участках	Низкая влагоемкость, эрозия на пологих склонах, необходимо внесение органических удобрений, использование сидератов для повышения гумусности, мульчирование, контурно-полосное земледелие, камнеуборка
Лугово-пастбищный на абрадированной моренной равнине	Сухие локальные понижения и гряды, продуктивность лугов достаточно мозаична	Экстенсивные пастбища, сенокосы в понижениях	Риск пересыхания на возвышенных местах, требует регулирования плотности выпаса, а также подсев засухоустойчивых злаково-бобовых смесей

### Выводы

Применение агроэкологического зонирования агроландшафтов позволяет оценить природное и эколого-хозяйственное состояние их земель и выделить наиболее перспективные территории для возделывания сельскохозяйственных культур. Определенные в процессе исследования зоны позволяют провести оценку экологического состояния земель в агроландшафтах и разработать предложения по оптимизации землепользований, применению экологически безопасных технологий по восстановлению нарушенных экосистем.

Интеграция геоинформационных систем и эколого-ландшафтного подхода открывает новые возможности для комплексной оценки и управления земельными ресурсами. Анализ пространственных данных, объединенных с технологическими и эколого-хозяйственными факторами, способствует формирова-

нию экологически устойчивых региональных ландшафтов и созданию обоснованных проектов землеустройства.

Макет геоинформационной системы, полученный в результате исследования, позволяет идентифицировать агропроизводственные группы почв и определить оптимальные направления рационального землепользования с учетом фактического состояния земельных ресурсов. Такой макет является фундаментом для создания более масштабной и детальной системы для оценки текущего состояния и прогнозирования агроландшафтов. Кроме того, предложенный метод зонирования на основе предложенных факторов, учитывающих специфику возделываемых сельскохозяйственных культур, способствует более эффективному и рациональному использованию земель в агроландшафтах, планированию сельскохозяйственного производства и эффективному управлению земельными ресурсами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комаров С. И., Полякова Т. О., Савельева Е. Б. Интегральный подход к зонированию территории региона для целей управления земельными ресурсами. Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 10. С. 190–202.

2. Батраченко Е. А., Долгополова Н. В., Малышева Е. В. Структура агроландшафтов, функциональное зонирование и их устойчивое развитие. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 8. С. 6–13.
3. Kaitlyn Spangler, Emily K. Burchfield, Britta Schumacher Past and Current Dynamics of U.S. Agricultural Land Use and Policy. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4. P. 1145.
4. Недбайло П. Н. Адаптивно-ландшафтная система как основа роста производства и экологизации землепользования. Молодой ученый. 2019. № 23 (261). С. 73–75.
5. Лукин С. В. Мониторинг плодородия пахотных почв юго-западной части Центрально-Черноземного района России. *Агрохимия*. 2021. № 3. С. 3–14.
6. Пивоварова Е. Г., Кононцева Е. В., Хлуденцов Ж. Г. Агрохимическая оценка свойств почв в системе почвенно-географического районирования Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 3. С. 61–69.
7. Ключниченко В. Н. Совершенствование использования земель сельскохозяйственного назначения. Вестник СГУГиТ. 2022. Т. 27. № 4. С. 150–159.
8. Солнцев Н. А. О морфологии природного географического ландшафта. Вопросы географии. 1949. № 16. С. 65.
9. Тайжанова М. М., Рошикова В. В. Ландшафтно-экологический подход как основа оптимизации агроландшафтов. Вестник МГПУ. 2019. № 4 (36). С. 66–72.
10. Иванцова Е. А. Оценка экологического состояния агроландшафтов в южной части междуречья Тигра и Евфрата с использованием данных дистанционного зондирования и ГИСТехнологий: теоретические основы и предпосылки. Вестник МГПУ. 2022. № 2. С. 12–20.
11. Головин П. Н. Анализ состояния земель агроландшафтов на основе применения ГИСТехнологий. Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. СПб. : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2023. С. 541–546.
12. Осипов А. Г., Гарманов В. В., Богданов В. Л., Грик А. Р. Методика создания цифровой картограммы пригодности земель для сельскохозяйственного производства. Актуальные проблемы экологии и природопользования : сборник научных трудов XXII Международной научно-практической конференции : в 3 т. М. : Российский университет дружбы народов, 2021. С. 356–361.
13. Уварова Е. Л. Информационное обеспечение землеустройства на основе современных ГИС. Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург – Пушкин, 23–25 января 2020 г. Часть II. Санкт-Петербург. Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2020. С. 46–48.
14. Головин П. Н., Синицин Ю. А., Зайцева Е. А., Богданов В. Л. Разработка макета геоинформационной системы для мониторинга земель и природообустройства. Неделя науки ИСИ : материалы всероссийской конференции в 3-х частях. СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. С. 241–244.
15. Геоморфология и четвертичные отложения северо-запада Европейской части СССР: Ленинградская, Псковская и Новгородская области: к VIII конгрессу INQUA. Под ред. Д. Б. Малаховского, К. К. Маркова. Л. : Наука, Ленингр. отд., 1969. 256 с.
16. Андреева Т. А., Банщикова Л. С., Дворников Ю. В. Атлас Ленинградской области. Под ред. Субетто Д. А. Издательство Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, 2022. 111 с.

## REFERENCES

1. Komarov S. I., Poljakova T. O., Savel'eva E. B. (2016) An integrated approach to zoning the region's territory for land resource management purposes. *Regional'naja jekonomika: teorija i praktika [Regional economics: theory and practice]*, 10, 190–202 [in Russian].

2. Batrachenko E. A., Dolgoplova N. V., Malysheva E. V. (2022). The structure of agricultural landscapes, functional zoning, and their sustainable development. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozjajstvennoj akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]*, 8, 6–13 [in Russian].
3. Kaitlyn Spangler, Emily K. (2020). Burchfield, Britta Schumacher Past and Current Dynamics of U.S. *Agricultural Land Use and Policy Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4. P. 1145.
4. Nedbajlo, P. N. (2019) Adaptive landscape system as a basis for production growth and greening of land use.. *Molodoy uchenyj [Young scientist]*, 23 (261), 73–75 [in Russian].
5. Lukin S.V. (2015). Monitoring the fertility of arable soils in the southwestern part of the Central Black Earth Region of Russia. *Agrohimiya [Agrochemistry]*, 3, 3–14 [in Russian].
6. Pivovarova E. G., Kononceva E. V., Hludencov Zh. G. (2020) Agrochemical assessment of soil properties in the system of soil-geographical zoning of Altai Krai. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Altai State Agrarian University]*, 3, 61–69 [in Russian].
7. Kljushnichenko, V. N. (2022) Improving the Use of Agricultural Lands. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(27), 150–159 [in Russian].
8. Solntsev, N. A. (1949). On the Morphology of the Natural Geographical Landscape.. *Voprosi geografii [Questions of geography]*. № 16. P. 65 [in Russian].
9. Tajzhanova M. M., Roshnikova V. V. (2019) Landscape-Ecological Approach as a Basis for Optimizing Agrolandscapes. *Vestnik MGPU [Vestnik MGPU]*, 4 (36), 66–72 [in Russian].
10. Ivancova, E. A. (2022) Assessment of the Ecological State of Agrolandscapes in the Southern Part of the Tigris and Euphrates Interfluvium Using Remote Sensing Data and GIS Technologies: Theoretical Foundations and Prerequisites. *Vestnik MGPU [Vestnik MGPU]*, 2, 12–20 [in Russian].
11. Golovin, P. N. (2023) Analysis of the State of Agricultural Landscapes Using GIS Technologies. In *Sbornik materialov Intellektual'nyj potencial molodyh uchenyh kak drajver razvitija APK. [Proceedings of International Scientific and Practical Conference: Intellectual potential of young scientists as a driver of agricultural development]* (pp. 541–546). St. Petersburg: SPbGAU Publ. [in Russian].
12. Osipov, A. G., Garmanov V. V., Bogdanov V. L., Grik A. R. (2021) Methodology for Creating a Digital Cartogram of Land Suitability for Agricultural Production. In *sbornik nauchnyh trudov XXII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: T. 1. Aktual'nye problemy jekologii i prirodopol'zovanija [Proceedings of XXII International Scientific and Practical Conference: Current problems of ecology and nature management]* (pp. 356–361). Moscow: Peoples' Friendship University of Russia Publ. [in Russian].
13. Uvarova, E. L. (2020) Information Support for Land Management Based on Modern GIS. In *Sbornik nauchnyh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Tom. Chast' II: Nauchnoe obespechenie razvitija APK v uslovijah importozameshhenija [Proceedings of XXII International Scientific and Practical Conference: Development of the agro-industrial complex based on modern scientific achievements and digital technologies]* (pp. 46–48) St. Petersburg: SPbGAU Publ. [in Russian].
14. Golovin, P. N., Sinicin, Ju. A., Zajceva, E. A., Bogdanov, V. L. (2021) Development of a Model of a Geographic Information System for Land Monitoring and Environmental Management. In *Materialy vserossijskoj konferencii v 3-h chastjah. Tom Chast' I: Nedelja nauki ISI [Proceedings of All-Russian Conference in 3 parts. Vol. Part 1: ISI science week]* (pp. 241–244) St. Peterburg. : SPbPU Publ. [in Russian].
15. Malahovskogo D. B., Markova K. K. (1969). Geomorphology and Quaternary Deposits of the Northwest European Part of the USSR: Leningrad, Pskov, and Novgorod Regions: For the VIII INQUA Congress: Leningradskaja, Pskovskaja i Novgorodskaja oblasti: K VIII kongressu INQUA. 256 [in Russian].
16. Andreeva T. A., Banshnikova L. S., Dvornikov Ju. V. (2022). Atlas of the Leningrad Region/ pod red. Subetto D. A. *Izdatel'stvo Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogičeskogo universiteta im. A. I. Gercena [Publishing House of the A.I. Herzen State Pedagogical University of Russia]*, 111 s. [in Russian].

### Об авторах

*Павел Николаевич Головин* – аспирант кафедры землеустройства.

*Владимир Леонидович Богданов* – доктор биологических наук, профессор кафедры землеустройства.

### Author details

*Pavel N. Golovin* – Ph. D. Student, Department of Land Management.

*Vladimir L. Bogdanov* – D. Sc., Professor, Department of Land Management.

Получено / Received 23.01.2025

Поступила после рецензирования / Revised 08.09.2025

Принята к публикации / Accepted 16.10.2025