

На правах рукописи



Мовчан Михаил Алексеевич

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ
ГОРодОВ-СПУТНИКОВ МОСКВЫ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВИДНОЕ)**

Специальность 1.6.21 – Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва, 2026

Работа выполнена в Отделе физической географии и проблем природопользования
ФГБУН Института географии Российской академии наук (г. Москва)

Научный руководитель: **Лобковский Василий Анатольевич,**
кандидат географических наук, старший научный
сотрудник Отдела физической географии и проблем
природопользования Института географии РАН

Официальные оппоненты: **Куролап Семён Александрович,**
доктор географических наук, декан Факультета
географии, геоэкологии и туризма ФГБОУ ВО
Воронежского государственного университета
Крылов Петр Михайлович,
кандидат географических наук, доцент кафедры
географии, геоэкологии и природопользования
ФГБОУ Государственного университета
просвещения

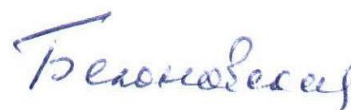
Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Тюменский государственный
университет»

Защита диссертации состоится «23» октября 2026 г. в 14 часов 00 минут на заседании
диссертационного совета 24.1.049.04 на базе ФГБУН «Институт географии Российской
академии наук» по адресу: 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 29, стр. 4.
Факс: (495) 959-00-16, e-mail: d00204603@igras.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института географии Российской
академии наук и на официальном сайте <http://www.igras.ru/>

Отзывы на автореферат (в электронном виде и на бумажном носителе в одном
экземпляре, заверенные подписью и печатью) просим направлять на указанный выше
адрес.

Автореферат разослан «__»_____ 2026 г.



Учёный секретарь диссертационного
совета, кандидат географических наук

Белоновская Елена Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В последние десятилетия наблюдается трансформация природных ландшафтов городов-спутников Москвы, которая выражается в увеличении площади застройки территории, густоты транспортной сети, техногенного воздействия, росте численности населения. Это является факторами негативного воздействия на компоненты природной среды: атмосферный воздух, земли, растительность, что приводит к уменьшению площади зеленых зон, деградации земель, и в итоге, отрицательно воздействует на условия проживания населения городов. Во всех ближайших городах-спутниках Москвы – Люберцах, Химках, Мытищах, Реутове, Видное и др., естественные ландшафты трансформировались в природно-антропогенные, что в сочетании с текущими экологическими проблемами негативно отражается и на динамике развития территории. В том числе, для города Видное характерно интенсивное освоение, отмечающееся в последнее десятилетие. Это выражено в тенденциях деградации растительного покрова Видновского лесопарка, являющегося частью лесопаркового защитного пояса Москвы и расширения города в юго-восточном направлении, что ставит под угрозу объекты культурного наследия музей-заповедник «Горки Ленинские» (памятник природы областного значения) и зеленые зоны, находящиеся в черте существующих и проектируемых районов города.

Одной из задач работы является разработка подходов для достижения баланса между развитием городов, сохранением их средоформирующих компонентов, стабилизации и улучшения геоэкологической ситуации. Эти задачи в настоящее время имеют особую актуальность, что закреплено в цели устойчивого развития (ЦУР) «Повестки дня до 2030 года» ООН. В частности, в ЦУР 11 «Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов» и ЦУР 15 «Защита и восстановление экосистем суши, и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия». Новый методический аспект в алгоритм геоэкологической оценки вносит применение методологии, используемой для оценки достижения ЦУР – индикатора ЦУР 15.3.1 «Доля деградированных земель от общей площади суши». Оценка данного показателя основана на использовании концепции нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) и современных методов геоинформационного моделирования и данных ДЗЗ. Это особенно актуально, так как в существующих геоэкологических исследованиях комплексно не рассматривается качество окружающей среды городов и их планировочные особенности.

Объект исследования – территория в административных границах г. Видное Московской области.

Предмет исследования – геоэкологические и планировочные особенности территории г. Видное и их влияние на развитие города.

Цель исследования – адаптация методики геоэкологической оценки территорий для анализа городов с применением современных методов ГИС-моделирования и ДЗЗ на примере г. Видное.

Задачи диссертационного исследования:

1. проанализировать существующие методологические подходы по геоэкологической оценке территорий, анализу городских территорий, особенности их планировки, а также современные методы и подходы;
2. разработать алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры городов и апробировать на примере г. Видное;

3. выявить физико-географические, социально-экономические особенности г. Видное, а также основные природные и антропогенные факторы, оказывающие положительное и отрицательное воздействие на город;
4. определить геоэкологические и планировочные особенности г. Видное с использованием разработанного алгоритма;
5. разработать научно обоснованные рекомендации по устойчивому развитию г. Видное для ознакомления органами городской администрации и последующего включения в планы развития города.

Научная новизна исследования:

- разработан алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры городов-спутников Москвы на основе собственных инструментальных измерений, статистических данных, использования современных ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ);
- впервые применена методология оценки нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) для геоэкологической оценки планировочной структуры г. Видное на муниципальном и локальном уровнях;
- использование модуля Trends.Earth для QGIS и данных ДЗЗ в геоэкологической оценке городских территорий, позволило провести геоэкологическое зонирование города-спутника Видное с учетом особенностей его планировочной структуры;
- рассмотренные сценарии улучшения планировочной структуры и геоэкологического состояния городской территории стали основой для научного обоснования рекомендаций по экологически безопасному развитию г. Видное.

Теоретические основы. Методической основой диссертационного исследования явились теоретические и прикладные научные труды по концепции геосистем (Сочава В.Б., 1970; 1972; 1978); ландшафтно-экологическому подходу (Исаченко А.Г., 1980; Реймерс Н.Ф., 1990); геоэкологическому анализу территорий (Владимиров В.В., 1990; Григорьев А.А., 1982; Антипова А.В., 2011). А также оценки территории с позиций эколого-геоморфологических критериев (Лихачева Э.А., 1990; 2013; 2022). В части геоэкологической оценки рассмотрены методики экодиагностики территории (Кочуров Б.И., 2003); концепции эколого-хозяйственного баланса (Кочуров Б.И., 1999). Изучены подходы в области геоэкологического картографирования (Стурман В.И., 2003; Кочуров Б.И., 2009); урбоэкодиагностики городской среды (Ивашкина И.В., 2017; 2018); урбоэкологии и эколого-градостроительного подхода (Гутнов А.Э., 2007). Рассмотрены работы в области оценки планировочной структуры городов (Лаппо Г.М., 1977; 1978; Хорев Б.С., 1975; Перцик Е.Н., 1973; а также, Чудинова О.А и др., 2017; Costa., 2017; Wrbka., 2004). Проанализированы применявшиеся в этой области в последние годы подходы по оценке НБДЗ (Куст Г.С и др., 2018; 2020); геоинформационному моделированию (Колбовский Е.Ю., 2022) и фрактальному анализу (Чечин А.В., Насонов А.Н., 2018). В диссертационном исследовании проанализированы методы и показатели оценки состояния окружающей среды и архитектурно-планировочных особенностей городов.

Методы и материалы исследований. В работе использованы литературный, сравнительно-географический, статистический, расчётный, аналитический, полевой методы. Проводилось геоэкологическое зонирование и картографирование и ГИС-моделирование. Для анализа данных и моделирования применялись: программные пакеты (Microsoft Excel, QGIS, SAGA и GWYDDION (фрактальный анализ)), плагин Trends.Earth для QGIS (оценка НБДЗ). Материалами для работы являлись данные собственных инструментальных измерений по оценке загрязнения атмосферного воздуха г. Видное, архивные и фондовые данные, материалы государственной

статистической службы, экологической и градостроительной направленности, данные экологического мониторинга, проводимого Росприроднадзором на территории г. Видное; картографические источники, а также данные ДЗЗ (космические снимки спутников Landsat, цифровая модель рельефа – SRTM и др.), глобальные базы данных для оценки индикаторов NDVI, ESA CCI Land Cover, Soil Grids (ISRIC).

Теоретико-практическая значимость. Заключается в развитии теоретических основ геоэкологической оценки территорий (Кочуров Б.И., 1997). Методика геоэкологической оценки, адаптированная для анализа городских территорий учитывает ряд индикаторов и показателей, позволяющих оценить взаимосвязи и влияние динамики планировочной структуры на изменение геоэкологической ситуации города, как на различных иерархических уровнях. Использование методологии оценки НБДЗ, позволяющей провести анализ динамики планировочной структуры за двадцатилетний период в сопоставлении с геоэкологической ситуацией дает возможность выявить основные закономерности развития города и разработать научно обоснованные рекомендации по территориальному планированию на уровне муниципалитета в целом и отдельных микрорайонов. Они могут быть использованы органами территориального управления, специалистами в сфере охраны природы при разработке мероприятий в области охраны окружающей среды города, корректировки планировочной структуры и информационного обеспечения планов развития города. Алгоритм может быть использован при оценке любого города-спутника Москвы или других крупных мегаполисов с учетом их геоэкологической и планировочной специфики.

Личный вклад. Автором проведена серия экспериментальных исследований – по оценке состояния атмосферного воздуха, натурным наблюдениям; также проанализированы литературные, фондовые, статистические и картографические данные. Подготовлена эмпирическая база исследования, включающая карты, аналитические таблицы, обработанные космические снимки и т.п. Также, был разработан алгоритм комплексной геоэкологической оценки городских территорий. Проведено ГИС-моделирование с применением данных ДЗЗ, подхода по оценке НБДЗ. Автором апробирован алгоритм на примере г. Видное и разработаны рекомендации по сбалансированному развитию города с оценкой их эффективности.

Защищаемые положения:

1. Алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры городов-спутников Москвы, учитывающий их геоэкологическое состояние и динамику, с применением модуля Trends.Earth для QGIS позволяет выявлять их геоэкологические и планировочные особенности на различных иерархических уровнях.

2. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города отражает специфику формирования функциональных зон и планировочных элементов города, взаимного размещения и пространственных взаимосвязей.

3. Разработанные критерии и показатели геоэкологической оценки и зонирование территории города позволяют определять ареалы геоэкологической ситуации различной степени остроты.

4. Применение оценки нейтрального баланса деградации земель для анализа динамики городских земель на муниципальном и локальном уровнях позволяет оценить тенденции геоэкологического состояния городов и научно обосновать рекомендации по экологической безопасности и улучшению планировочной структуры города.

Структура и объём работы. Диссертационное исследование состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка литературы; включает 192 страницы текста,

157 литературных источников, 24 из которых – зарубежные, 35 рисунков, 44 таблицы и 4 приложения.

Соответствие паспорту специальности 1.6.21 - Геоэкология. Работа соответствует пунктам: 7 - Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов, функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем; 11 - Оценка экологического состояния и управление современными ландшафтами; 16 - Моделирование геоэкологических процессов и последствий хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования.

Апробация работы. Содержание научно-квалификационной работы было представлено на 10 конференциях:

Общероссийская научно-практическая конференция: Отечественные путешественники: прошлое, настоящее будущее (Орёл, 28.09-01.10.2022); V всероссийская межведомственная научно-практическая конференция с международным участием: «Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления», (Воронеж, 10-12.11.2022 г); Открытая городская научно-практическая конференция «Природное наследие и разнообразие Москвы как часть историко-культурного и урбанистического потенциала мегаполиса», (Москва, ИГ РАН, 01-02.12.2022 г); Международная научно-практическая конференция: «Архитектура во времени и пространстве-2023», БНТУ (Минск, 28.04.2023 г); XIV Международная ландшафтная конференция: «Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения» (Воронеж, 17-21.05.2023 г); Всероссийская научная конференция «Экспериментальное ландшафтоведение: теория, методология, практика» (Ялта, 25-29.09.2023 г); I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Естественно-научные и гуманитарные проблемы устойчивого развития» (Москва, МПГУ, 03.12.2023 г); XVIII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных (Пермь, 25-27.09.2024); VII Международная научная конференция «Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии» (Минск, 11-15.11.2024 г); II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Естественно-научные и гуманитарные проблемы устойчивого развития» (Москва, МПГУ, 3.12.2024 г).

Методология оценки НБДЗ для городских территорий использовалась при выполнении гранта Минобрнауки РФ (Соглашение № 075-15-2024-554 от 24.04.2024).

Публикации. Основные результаты по теме диссертации изложены в 12 печатных изданиях, в том числе 4 публикации в журналах, рекомендованных ВАК, из которых 2 периодических научных журнала, индексируются Web of Science и/или Scopus.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю с.н.с, к.г.н В.А Лобковскому за методические рекомендации, ценные замечания, помощь при выполнении эмпирических исследований и поиска материалов; в.н.с, д.г.н, профессору Б.И Кочурову за помощь при формулировке темы, выполнении статей, подбора литературных источников; к.г.н Л.Г Лобковской, к.г.н С.К Костовска; к.г.н А.С Некрич, д.г.н А.Н Гуне и д.б.н, Г.С Кусту за ценные методологические советы в области корректировки исследования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Теоретико-методологические основы геоэкологической оценки городов

Глава посвящена анализу терминов и существующих подходов по геоэкологическим исследованиям урбанизированных территорий; возможностей применения геоэкологического картографирования, как средства анализа и визуализации результатов оценки и подходов к ГИС-моделированию. Также, выделены основные типы городов-спутников Москвы и особенности их планировочной структуры.

Термин геоэкологическая оценка имеет множество определений, имеющих различное значение при географическом и экологическом подходах. Наиболее всеобъемлющее определение, характеризующее воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду, дано Б.И.Кочуровым: «процесс систематического анализа и оценки экологических, и связанных с ними социальных последствий намечаемой деятельности, а также учет результатов этого анализа до принятия решения о её осуществлении». Оно имеет комплексный характер и наиболее тесно соотносится с тематикой исследования.

Среди ключевых направлений исследований, посвящённых геоэкологической оценке территорий важно выделить геосистемный подход В.Б.Сочавы (1970), заключающийся в изучении взаимосвязей компонентов, структуры и динамики развития геосистем, основным методом которого является геосистемный анализ. Ландшафтно-экологический анализ В.В.Владимирова (1990); В.С.Преображенского (1992), основная идея которого состоит в изучении текущего состояния и динамики ландшафтных комплексов, а также природных и антропогенных процессов. И комплексную геоэкологическую оценку территории Б.И.Кочурова (1997), направленную на изучение последствий хозяйственной деятельности человека в системе «природа-общество».

В качестве основных методических направлений исследований городов (урбосистем) стоит выделить урбоэкодиагностику И.В.Ивашкиной, Б.И. Кочурова (2017; 2018) и эколого-геоморфологическую оценку урбосистем Э.А.Лихачевой (1990; 2013; 2022 и др.). Первый подход основан на анализе архитектурно-планировочных особенностей городов и разработке практических рекомендаций по градостроительному развитию, а второй касается применения эколого-геоморфологических критериев, оценке трансформации рельефа и использования геоэкологического подхода при районировании урбосистем.

Одним из перспективных подходов при исследовании планировочной структуры является фрактальный анализ (Мандельброт, 2002), который позволяет количественно оценить динамику урбосистем и плотность элементов планировочной структуры (Цветков И.В., Насонов А.Н и др. (2018)). Его основным недостатком является недостаточный учет экологических показателей и отсутствие единого алгоритма оценки. Особое место также занимает методика оценки нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), предложенная в рамках оценки достижения ЦУР 15.3, которая основана на анализе глобальных данных NDVI, Land Cover, Soil Grids (UNCCD, 2016). Это современный подход, который позволяет оценить изменение доли деградированных земель в заданный промежуток времени (в тенденциях: ухудшение, стабильно, улучшение), с использованием показателей динамики наземного покрова, продуктивности земель и почвенного органического углерода. Основным недостатком методологии является использование матрицы переходов типов наземного покрова по умолчанию, без учета особенностей различных типов земель. Российская практика использования методики в последние 5-10 лет (Куст Г.С и др., 2018; 2020) показывает возможность адаптации матрицы переходов для лесных земель, следовательно, она может быть применена для городских территорий.

Анализ существующих подходов по геоэкологической оценке урбосистем показал, что, в работах отечественных ученых имеется большой теоретический задел, выражающийся в детальной проработке критериев и показателей, алгоритма и обосновании градаций оценки, но отмечается недостаточность применения данных ДЗЗ и ГИС-моделирования. Наиболее применимым подходом при оценке городов является геоэкологическая оценка, учитывающая, как природную, так и антропогенную составляющие и иерархию для разного административного уровня. Основные критерии оценивания на сегодняшний день - нормативы качества и воздействия (ПДК, ПДУ, ПДЭН и т.п.), регламентирующие допустимые концентрации и уровни загрязнения и антропогенной нагрузки, которые имеют отраслевой характер и не позволяют в полной мере оценить динамику геоэкологической ситуации и планировочной структуры городов. Таким образом, использование в геоэкологической оценке показателей, характеризующих состояние и динамику городов и НБДЗ в совокупности с методами ГИС-моделирования и данных ДЗЗ, позволит комплексно оценить динамику геоэкологической ситуации и тенденции изменения планировочной структуры.

Глава 2. Алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города

Глава посвящена адаптации методики геоэкологической оценки территорий для анализа городов. Приводится алгоритм, особенностью которого является дополнение геоэкологической оценки блоком показателей для анализа планировочной структуры на муниципальном и локальном территориальных уровнях и учет 2-х временных периодов оценки (текущее состояние и динамика геоэкологического состояния города), а также сочетание статистических материалов, данных собственных исследований и ДДЗЗ с применением современных методов ГИС-моделирования.

Таким образом, оценка основывается на показателях, наиболее целостно отражающих специфику объекта исследования как природно-антропогенной геосистемы, сгруппированных в блоки:

- *природные условия* (абсолютные высоты и расчлененность рельефа, состояние растительного покрова, преобладающие направления ветров, динамика наземного покрова и продуктивности земель). Эти показатели имеют немаловажное значение для оценки пространственного распределения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и размещения городского землепользования.
- *техногенная нагрузка* (загрязнение атмосферного воздуха, количество выбросов, образование отходов). По этим показателям есть открытые данные, но представлены только значения валовых выбросов и отсутствуют материалы обследований атмосферного воздуха в границах городской территории на конкретные загрязняющие вещества, в связи с этим проведены дополнительные инструментальные измерения;
- *состояние планировочной структуры* (обеспеченность зелеными зонами, коэффициент застройки территории, плотность улично-дорожной сети и динамика городского землепользования). Имеются открытые данные по этим показателям, целостно отражают состояние планировочной структуры и взаимосвязь ее элементов; а также влияние на природную составляющую города и его население.

Показатели, исходные материалы и методика расчета более подробно приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1. Система показателей геоэкологической оценки планировочной структуры города

Показатели	Исходные материалы	Методика расчета	Обоснование результата
I Природные условия			
1.1. Абсолютные высоты и расчлененность рельефа (Ah)	Данные цифровой модели рельефа - ЦМР ¹	Дифференциация территории по высотам в метрах в ГИС	Косвенный учет при зонировании территории и геоэкологической оценке
1.2. Преобладающее направление ветра (H)	Данные архивов погоды ²	Автоматический расчет румбов в % эквиваленте (за год)	Учет при оценке загрязнения атмосферного воздуха и геоэкологической оценке
1.3. Состояние растительного покрова	Снимки Landsat 4-5 и 8-9, 30 м/пиксель	Индекс NDVI	Анализ текущего состояния растительности
1.4. Динамика наземного покрова (D)	Материалы Генплана г. Видное (Проект внесения, ...2023)	Индекс НБДЗ = площадь (в км ²) деградированных – площадь (в км ²) улучшенных земель	Анализ динамики деградации земель, выделение ареалов
1.5. Динамика продуктивности земель (P)	Космические снимки Landsat 4-5 и 8-9, 30 м/пиксель ³	Сравнение композитов снимков Landsat 4-5 за вегетационный период на основе обработанных значений вегетационного индекса NDVI	Анализ динамики растительности, выделение ареалов
II Техногенная нагрузка			
2.1. Индекс загрязнения атмосферного воздуха (A)	Данные инструментальных измерений автора	$ИЗА = \sum (q_{cp} / ПДК_{cc}) \cdot c_i$ q_{cp} – осредненная концентрация вещества (мг/м ³); ПДК _{cc} – предельно-допустимая концентрация (среднесуточная); c_i коэффициент класса опасности	Оценка загрязнения атмосферного воздуха
2.2. Образование отходов (От)	Официальные данные Росприроднадзора ⁴	Количество отходов на душу населения (кг / чел, в год)	Оценка техногенной нагрузки на территорию

¹ SRTM Data, 2004 - 2021, CGIAR - Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI). [Электронный ресурс]. – URL: <https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> (дата обращения: 22.01.2024)

² Архив погоды в Горках Ленинских. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 26.09.2023); Meteorological service Meteoblue. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.meteoblue.com> (дата обращения: 15.06.2025)

³ Earth Observing System. EOS Crop Monitoring. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.esa.int/> (19.01.2023)

⁴ Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024)

Показатели	Исходные материалы	Методика расчета	Обоснование результата
2.3.Количество выбросов (В)		Количество выбросов на душу населения (кг / чел, в год)	Оценка ситуации, обусловленной выбросами
III Состояние планировочной структуры			
3.1.Обеспеченность зелеными зонами (Оз)	Генплан г. Видное (Проект внесения,...2023)	Площадь зеленых зон / площадь территории в % от общей площади	Оценка озелененности территории
3.2.Коэффициент застройки (Кз)		$K_z = (\text{площадь застройки} + \text{площадь УДС}^{**}) / (\text{площадь общая})$	Оценка сбалансированности планировочной структуры
3.3.Плотность улично-дорожной сети (Пл)		$**D_f = \log N / \log(1/r)$ N – число заполненных ячеек; 1/r – поправочный коэффициент	Оценка густоты транспортной сети
3.4.Динамика городского землепользования (Р1)	База данных Trends. Earth ⁵ , Генплан г. Видное (Проект внесения,...2023)	Автоматическая классификация – замена матрицы классов земель - определение изменений – вычисление площадей	Анализ изменения структуры землепользования

Примечание: *УДС – улично-дорожная сеть; **Df - Показатель фрактальной размерности; поправочный коэффициент зависит от количества заполненных ячеек.

Алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города включает 6 основных этапов:

1. сбор и анализ исходных данных, необходимых для оценки геоэкологической ситуации;
2. оценка текущего состояния города (геоэкологическое состояние и планировочная структура);
3. оценка динамики города (динамика геоэкологического состояния и планировочной структуры);
4. геоэкологическая оценка планировочной структуры города в целом (зонирование города по геоэкологической ситуации и ее динамики (на муниципальном уровне));
5. геоэкологическая оценка планировочной структуры микрорайонов города (зонирование микрорайонов города по геоэкологической ситуации и ее динамики геоэкологическая оценка планировочной структуры микрорайонов города (локальный уровень));
6. разработка рекомендаций по устойчивому развитию города (сравнительный анализ результатов геоэкологической оценки планировочной структуры города и микрорайонов, разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры города и его микрорайонов).

Алгоритм более подробно представлен на схеме ниже (рис. 1).

⁵ Trends earth. A new tool to assess the health of the land that supports us. [Электронный ресурс] –URL: <https://docs.trends.earth/en/latest/> (дата обращения: 04.01.2025)



Рисунок 1. Алгоритм геозекологической оценки планировочной структуры города

Первый этап включал сбор данных по природным условиям городской территории, техногенному воздействию, а также социально-экономическим особенностям на основе фондовых, статистических и картографических материалов и их обработку в программе QGIS.

На втором этапе проведена оценка текущего состояния с позиций геозекологического состояния территории (по показателям загрязнения атмосферного воздуха на основе собственных измерений; количества выбросов и накопления отходов по официальным данным) и планировочной структуры (обеспеченность зелеными зонами, застройка и плотность улично-дорожной сети по материалам генплана). Инструментальные измерения проведены 2022-2023 г за летний сезон по приоритетным загрязнителям атмосферного воздуха: диоксид азота, оксид и диоксид углерода, сумма углеводородов, метан, формальдегид по методике расчета показателя ИЗА. При отборе проб соблюдались требования (ГОСТ 17.2.3.01-86), анализ проводился при помощи сертифицированного газоанализатора ГАНК-4 (А), (Р), (АР) в полевых условиях.

Третьим этапом являлась оценка динамики геозекологического состояния и планировочной структуры. Для оценки динамики геозекологического состояния ввиду отсутствия ретроспективных данных, использованы показатели оценки НБДЗ (динамика наземного покрова, продуктивности земель, городского землепользования), адаптированные для анализа городских территорий, характеризующие отрицательные, нейтральные и положительные тенденции их изменения. Проведен расчет показателей динамики наземного покрова и продуктивности земель, который заключался в использовании предварительно обработанных и классифицированных космических снимков (по типам земель) и оценке в градациях: улучшение, стабильно, ухудшение в соответствии с методикой оценки НБДЗ (UNCCD, 2016). Анализ продуктивности - показателя, количественно отражающего динамику фитомассы растений на основе

NDVI, осуществлен с использованием данных ДЗЗ путем сравнения серий композитов снимков Landsat 4-5 и 8-9 за вегетационный период на основе расчета средне сезонных значений вегетационного индекса NDVI (более 0,7 ед.) и обработки его значений.

Для оценки динамики планировочной структуры был проведен анализ показателя динамики городского землепользования путем сравнения серий композитов многоканальных снимков Landsat 4-5 и 8-9 с использованием комбинации каналов «Falls color» (ближний ИК – красный – зеленый), полученных за наиболее активный вегетационный сезон (май-август) за 2000-2023 годы и модифицированной матрицы переходов. Для этой задачи была адаптирована существующая классификация наземного покрова, заложенная в модуль Trends.Earth «по умолчанию». А именно, введены новые пользовательские классы, выделенные на основе анализа элементов планировочной структуры, дальнейшей обучающей классификации в модуле Semiautomatic classification plugin (SCP) для QGIS и замены элементов базовой матрицы переходов на пользовательскую, (табл. 2).

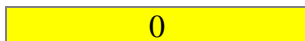
Таблица 2. Адаптация базовой матрицы переходов типов наземного покрова для анализа динамики планировочной структуры

Базовая матрица		лесопокрытая площадь	травянистые сообщества	пахотные земли	водно-болотные угодья	искусственные поверхности	водные объекты	другие земли
Начальный год оценки	лесопокрытая площадь	0	-	-	-	-	0	0
	травянистые сообщества	+	0	+	-	-	0	0
	пахотные земли	+	-	0	-	-	0	0
	водно-болотные угодья	-	-	-	0	-	0	0
	искусственные поверхности	+	+	+	+	0	0	0
	водные объекты	0	0	0	0	0	0	0
	другие земли	0	0	0	0	0	0	0
<i>Конечный год оценки</i>								
Матрица для оценки городских территорий		зеленые зоны	озелененные территории	с.-х. угодья	свободные пространства	частная застройка	средне и многоэтажная	земли инфраструктуры
Начальный год оценки	зеленые зоны	0	0	-	-	-	-	-
	озелененные территории	+	0	0	-	-	-	-
	с.-х. угодья	+	+	0	-	-	-	-
	свободные пространства	+	+	+	0	-	-	-
	частная застройка	+	+	+	0	0	-	-
	средне и многоэтажная	+	+	+	+	0	0	0
	земли инфраструктуры	+	+	+	0	0	-	0

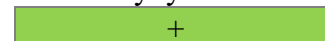
деградация



стабильно



улучшение



Таким образом, в качестве новых типов наземного покрова, характерных для городских территорий выделены зеленые зоны, представленные лесопарками; озелененные территории скверами, придомовым озеленением; свободные пространства – преимущественно, территориями под застройку и пр.

На четвертом этапе проведена геоэкологическая оценка планировочной структуры города в целом (муниципальный уровень) с позиций текущей ситуации и динамики, а также зонирование городской территории по остроте геоэкологической ситуации. Для этой задачи проведено сравнение показателей с нормативами, ранжирование полученных градаций с использованием безразмерной шкалы Харрингтона. Результаты геоэкологической оценки визуализировались при помощи предложенной комбинации оцениваемых показателей, отражающей соответствие (=) или превышение (>) показателей относительно нормативов в программном обеспечении QGIS.

Для итогового ранжирования и зонирования города использована классификация по степени остроты ситуации (Кочуров Б.И., 1997), включающая 5 характеристик, основанных на соотношении геоэкологической ситуации и ее динамики:

1. благоприятная геоэкологическая ситуация (значения показателей не превышают установленных нормативов с динамикой улучшение, ухудшение, стабильное состояние);
2. относительно-благоприятная (значения как минимум 1 показателя равны нормативам с динамикой улучшение, ухудшение, стабильное состояние)
3. удовлетворительная геоэкологическая ситуация (значения не более чем одного показателя превышают установленные нормативы - один превышает значения в нормативах) с динамикой улучшение, ухудшение, стабильное состояние;
4. напряженная геоэкологическая ситуация (значения не более чем по двум установленным показателям превышают значения нормативов) с динамикой улучшение, ухудшение, стабильное состояние;
5. критическая геоэкологическая ситуация (значения по трем и более показателям превышают значения нормативов) с динамикой улучшение, ухудшение, стабильное состояние.

Пятый этап заключался в проведении геоэкологической оценки планировочной структуры микрорайонов с использованием плагина Trends.Earth для QGIS. Для этой задачи вместо исходной базы данных MODIS среднего и низкого разрешения (более 100 м/пиксель) для расчета показателей НБДЗ (наземного покрова, растительности и почвенного углерода) в качестве новых параметров использованы показатели динамики городского землепользования на основе снимков Landsat высокого разрешения (10 м/пиксель) и измененной матрицы переходов. Также были использованы данные ЦМР, которые совмещены с показателями динамики для выделения зон. Такой подход позволяет зонировать территорию по тенденциям, и выделить ареалы, подробно характеризующие геоэкологическую ситуацию и динамику территории на локальном уровне.

Итоговое значение оценки определялось по аналогии с оценкой индикатора деградации земель в методике КБО ООН (КБО ООН..., 2015), учитывая применяемое в ней правило, когда отрицательная динамика одного из показателей дает итоговую отрицательную оценку (табл. 3).

Таблица 3. Шкала оценки динамики геоэкологической ситуации на локальном уровне

Сочетание возможных значений	Итоговое	Оценка динамики
------------------------------	----------	-----------------

показателей динамики	значение		геоэкологической ситуации
Любое значение «-»	-	*1,7	ухудшение
Все значения «0»	0	1,5	стабильно
Два значения «0», одно «+»	+	1,2	улучшение
Одно значение «0», два значения «+»	+	1,2	улучшение
Все значения «+»	+	1,2	улучшение

Последний (6-й) этап включал в себя разработку и оценку эффективности рекомендаций по устойчивому развитию города в целом и отдельных микрорайонов, отличающихся наибольшей остротой геоэкологической ситуации. Рекомендации разрабатывались с учетом установленных тенденций динамики городской территории, отдельно для геоэкологического состояния и планировочной структуры. Они включали 3 основные характеристики в зависимости от геоэкологической ситуации – восстановление, сохранение и ограничение, что отражено на примере выбора рекомендаций (рис. 2).



Рисунок 2. Пример выбора рекомендаций по устойчивому развитию города

Глава 3. Физико-географические, социально-экономические особенности и специфика развития планировочной структуры города Видное

В главе анализируются физико-географические социально-экономические и планировочные особенности объекта исследования, основные природные и антропогенные факторы, оказывающие положительное и отрицательное влияние, а также этапы развития города. Город Видное - один из ближайших городов-спутников Москвы, расположенный в 2 км, площадью около 20 км² (на 2025 год). В структуре административно-территориального деления выделяется 8 микрорайонов и территория промзоны. В развитии города за последнее столетие выделяется 4 этапа – начальный (до 1935), советский (1935-1989), постсоветский (1990-2000) и современный (с 2000-х).

На карте ниже (рис. 3) цифрами обозначены положение в рельефе (3.1); динамика изменения границ г. Видное (3.2); административно-территориальное деление и ближайшие города-спутники (3.3).

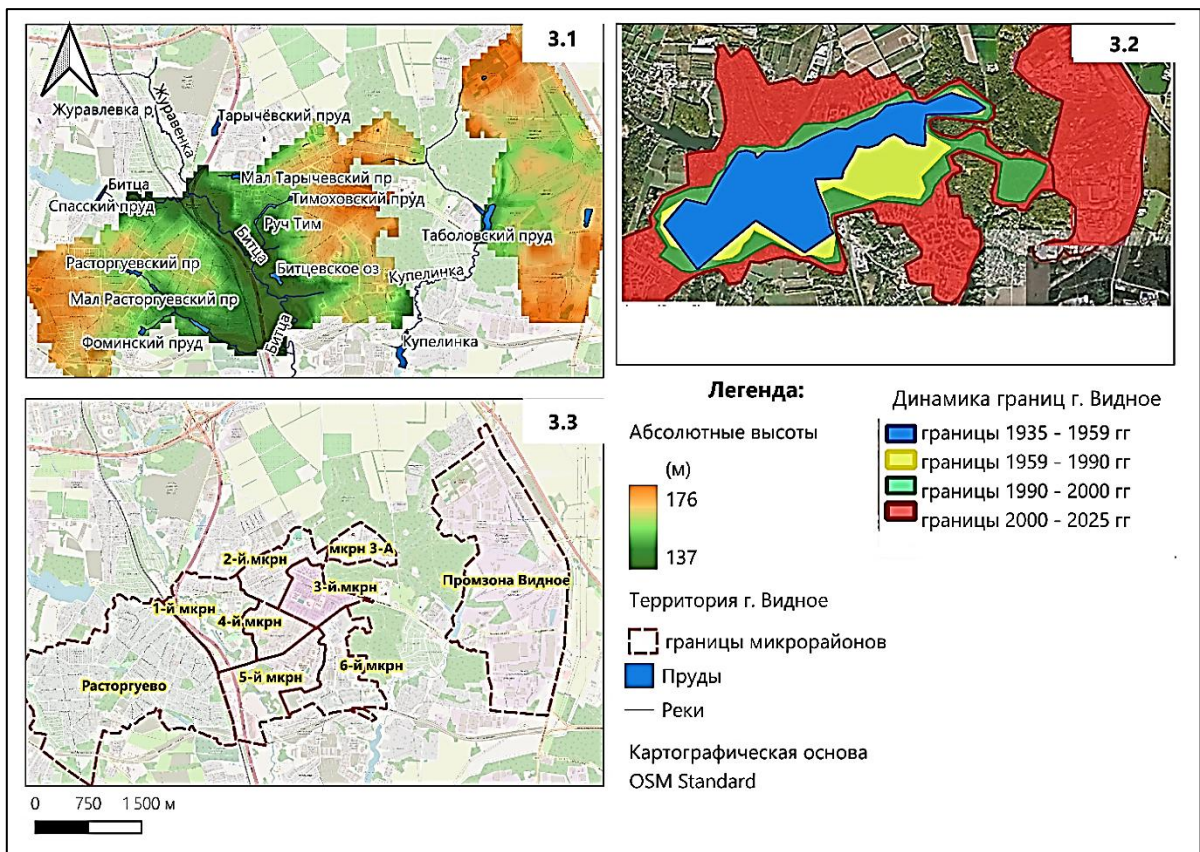


Рисунок 3. Географическое положение и развитие территории г. Видное

Анализ физико-географических особенностей показал, что расположение на Теплостанской возвышенности, южнее г. Москвы и западнее промышленной зоны (в 2-х км), также, преобладание западных и юго-западных ветров (52% в год) и достаточно высокая площадь сохранившихся зеленых зон пригородной территории с породами липы, дуба (около 45%) являются факторами, смягчающими геоэкологическую ситуацию. Это свойственно в основном западной и центральной (исторической) части г. Видное.

Социально-экономические особенности заключаются в наличии крупных промышленных предприятий (ОАО «Москокс», ОАО «Гипсобетон» и др.); резком росте численности населения за последнее десятилетие с 60 до 108 тыс. чел (на 58%) вследствие массовой многоэтажной застройки, а также преобладании личного автотранспорта. Выявленные факторы негативно влияют на геоэкологическую ситуацию и ее динамику в целом, что характерно для южной и юго-восточной периферии города и составляет порядка 20-25% от площади города.

Особенностью развития планировочной структуры г. Видное является активная застройка многоэтажными домами в последние десятилетия, происходившая на землях сельскохозяйственных угодий и зеленых зон. Также, для территории характерно интенсивное освоение, выраженное в существенном увеличении площади городской территории (в 1,5-2 раза за 10 лет), активном развитии транспортной сети и сокращении доли зелёных зон. Это является факторами деградации земель и трансформации природной составляющей (зеленых зон) города, что ухудшает обеспеченность территории растительностью и ее доступность для населения.

Динамика основных показателей, отражающих развитие города, отражена на графике (рис. 4).

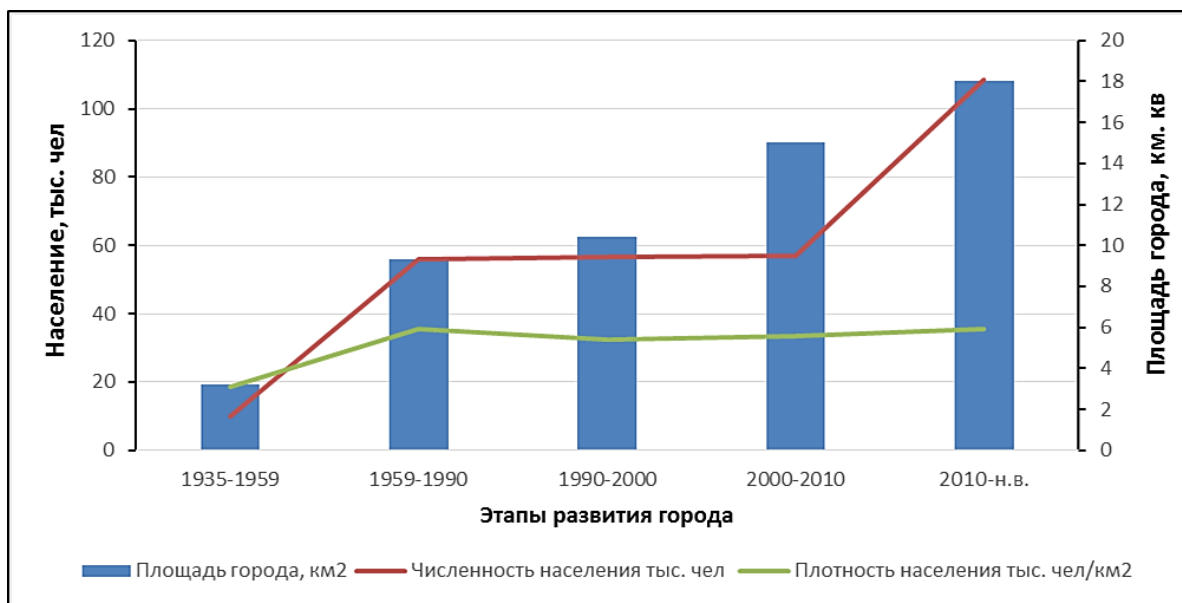


Рисунок 4. Динамика развития территории города Видное с момента основания по настоящее время⁶

Глава 4. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города (на примере г. Видное)

В главе приведены результаты оценки показателей геоэкологического состояния, планировочной структуры, динамики геоэкологической ситуации (в период с 2000 по 2020 гг.) и (за последние 10 лет – с 2013 по 2023 гг.), а также геоэкологической оценки планировочной структуры г. Видное. Выбранный временной период обусловлен началом в 2000-х годах интенсивного освоения городской территории (по классификации, представленной в главе 2 - переходу от постсоветского к современному этапу). Наиболее интенсивное развитие города характерно для последнего десятилетия – наряду с тенденцией массовой многоэтажной застройки юго-восточной части, реализуется строительство автодороги «Солнцево-Бутово-Видное», наблюдается сокращение зеленых зон в пределах лесопаркового защитного пояса Москвы в районе г. Видное.

Оценка экологического состояния показала, что превышение по показателю техногенного воздействия (образование ТКО более 300 кг/чел в год) наблюдается в 1-м и особенно во 2-м микрорайонах, что, возможно, обусловлено многоэтажной застройкой, наличием объектов с достаточно высоким количеством образования отходов и недостаточностью пунктов по их утилизации. По результатам проведенных инструментальных измерений загрязнения атмосферного воздуха, превышений ПДК по большинству исследуемых параметров в селитебных зонах выявлено не было, за исключением NO₂, ИЗА в пределах нормы 1,4-1,7, то есть состояние качества воздуха удовлетворительное (РД 2052.04.667_2005), (рис. 5). Это, по всей вероятности, обусловлено отсутствием крупных промышленных объектов в черте города, компенсационной ролью растительности и преобладанием возвышенного рельефа в центральной части города.

⁶ Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mosstat.gks.ru/folder/64504> (дата обращения: 21.12.2022)

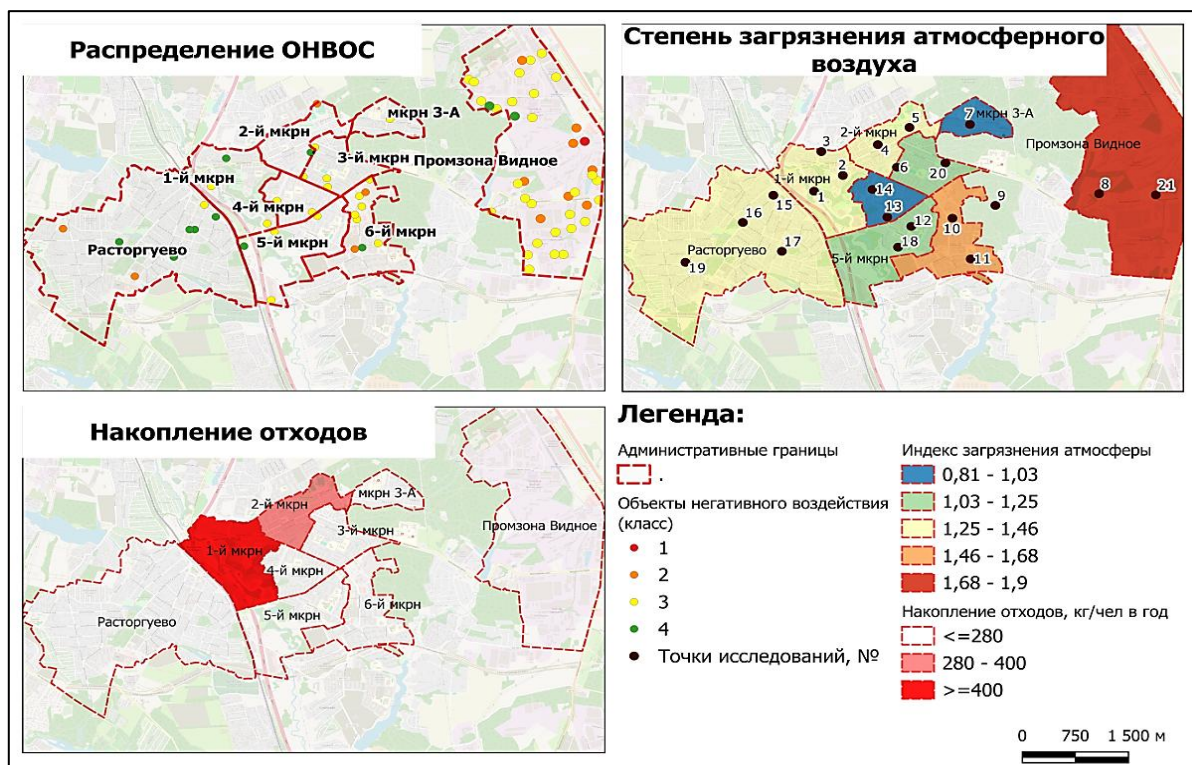


Рисунок 5. Оценка показателей геоэкологического состояния г. Видное

В ходе оценки состояния планировочной структуры установлено также сочетание низких значений показателей обеспеченности зелеными зонами (6-24% от площади микрорайонов, что ниже нормативных значений, составляющих не менее 25%) и высоких по застройке территории (от 0,5 до 0,7, что выше установленных норм, которые составляют не более 0,4 по коэффициенту застройки (СП 42.13330.2016)). Оценка плотности улично-дорожной сети (УДС) показала неоднородность ее распределения в пределах микрорайонов города и его функциональных зон. Значения более 1,6 ед. характерны для городской периферии, что обусловлено, интенсивным неравномерным освоением города, в большинстве своем, характерном для городов-спутников. Такая закономерность обусловлена сложной конфигурацией УДС в пределах съездов на трассу М4 и неравномерным её распределением в новых микрорайонах. Преобладающие значения в пределах 1,4 связаны с особенностями городской планировки центральной части города, которая характеризуется как весьма компактная с равномерным чередованием застройки, улично-дорожной сети и зелёных зон. Низкие показатели фрактальной размерности улично-дорожной сети (до 1,3 ед.), в большей степени, свойственны западной части города, а также частично южной и восточной окраине. В территориальном плане это зоны дачной застройки с равномерной сетью узких улиц, с/х угодья и рекреационные зоны, включая парки и лесопарки (рис. 6).

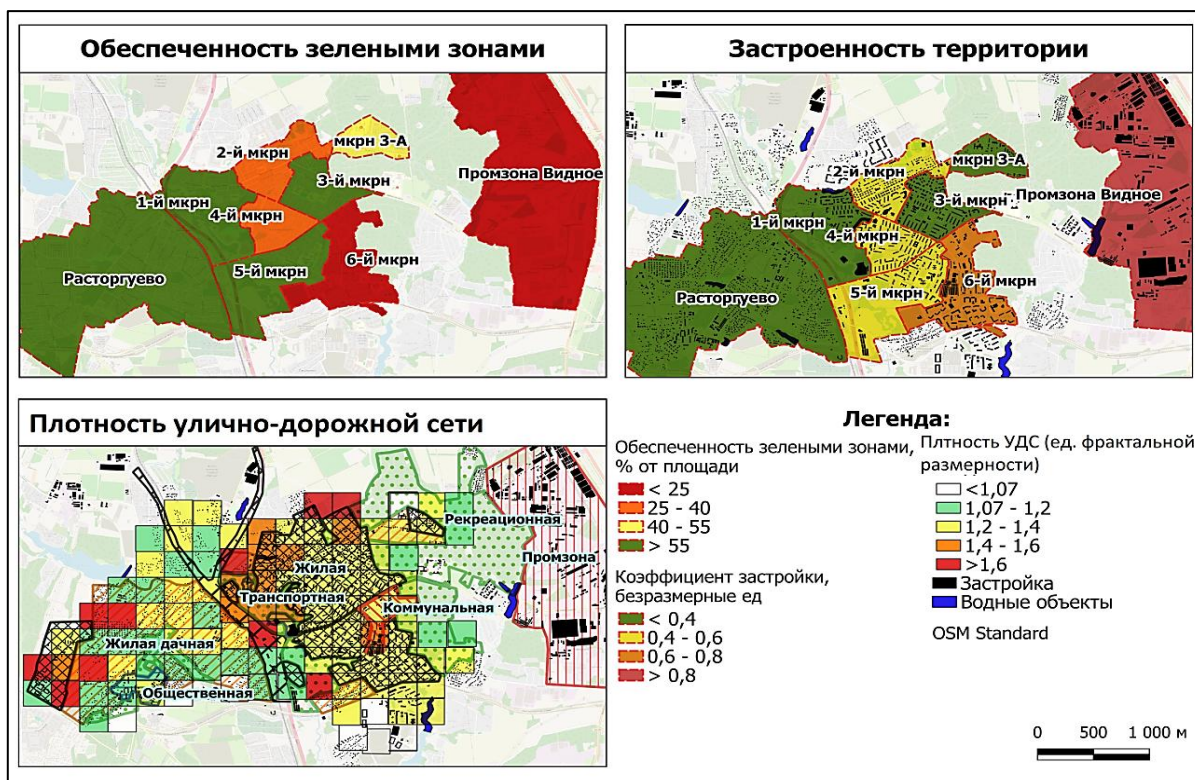


Рисунок 6. Оценка состояния планировочной структуры г. Видное

Анализ показателей динамики геоэкологической ситуации и планировочной структуры позволил установить, что за последние 10 лет наблюдается существенный прирост застроенных территорий – около 4-5 км² (примерно 20-22% от площади г. Видное на 2023 г., преимущественно на окраинах города). Эта закономерность отчетливо выражена в зоне средне и многоэтажной застройки (6-й микрорайон и северная часть 1-го микрорайона) и прослеживается в настоящее время. Полученные результаты подтверждаются сопоставлением с материалами ДЗЗ, статистическим анализом, визуальными наблюдениями и анализом динамики за 20-ти летний период.

Установлено, что территория г. Видное и его планировочная структура имеют неоднородную структуру, со значительной долей застроенных пространств, увеличивающихся к юго-востоку за двадцатилетний период. При сопоставлении полученных результатов с данными за десятилетний период (2013-2023 гг.) наблюдается также существенное сокращение зелёных зон, площадей с/х угодий и рост площади открытых пространств за счёт резкого увеличения долей застроенных территорий и земель инфраструктуры. Это находит подтверждение в выявленных тенденциях деградации наземного покрова и снижения его продуктивности (рис. 7).

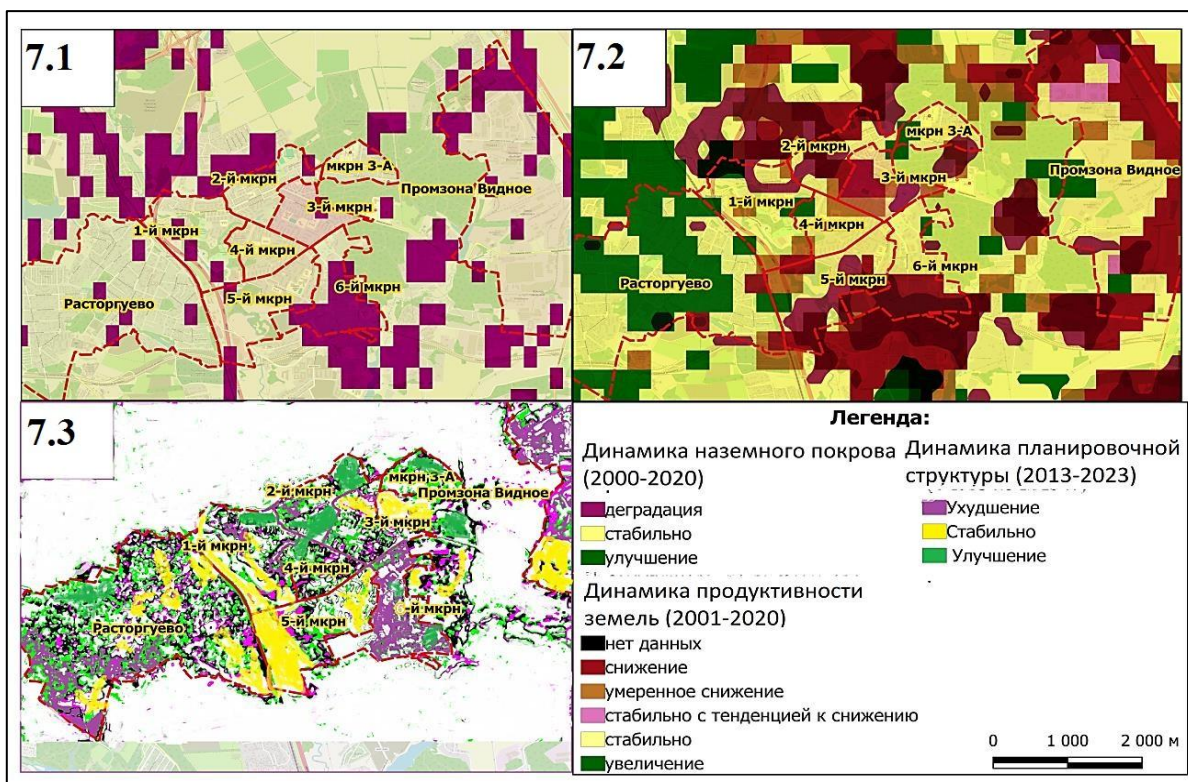


Рисунок 7. Оценка динамики г. Видное по показателям: динамика наземного покрова (7.1), продуктивность земель (7.2) и динамика планировочной структуры (7.3)

Таким образом, полученные расчетные данные по каждому из показателей явились базой для проведения геоэкологической оценки на муниципальном уровне путем сравнения фактических данных по каждому микрорайону с установленными значениями в нормативах; использования безразмерной шкалы и комбинирования показателей.

Результаты проведенной геоэкологической оценки городской территории явились также основой для проведения более детального зонирования территории г. Видное на локальном уровне. Установлено, что неблагоприятными с экологической точки зрения (с напряженной ситуацией) являются 2-й, 6-й микрорайоны, что обусловлено значительным преобладанием искусственных типов наземного покрова (>50%); высоким коэффициентом застройки (>0,4) и низкой обеспеченностью растительностью (<25%). Анализ динамики наземного покрова за 20 лет позволил выделить зоны с тенденциями деградации и снижения продуктивности земель в окраинных частях г. Видное и увеличения продуктивности и снижения деградации земель, наиболее характерные для западной части города (рис. 8).

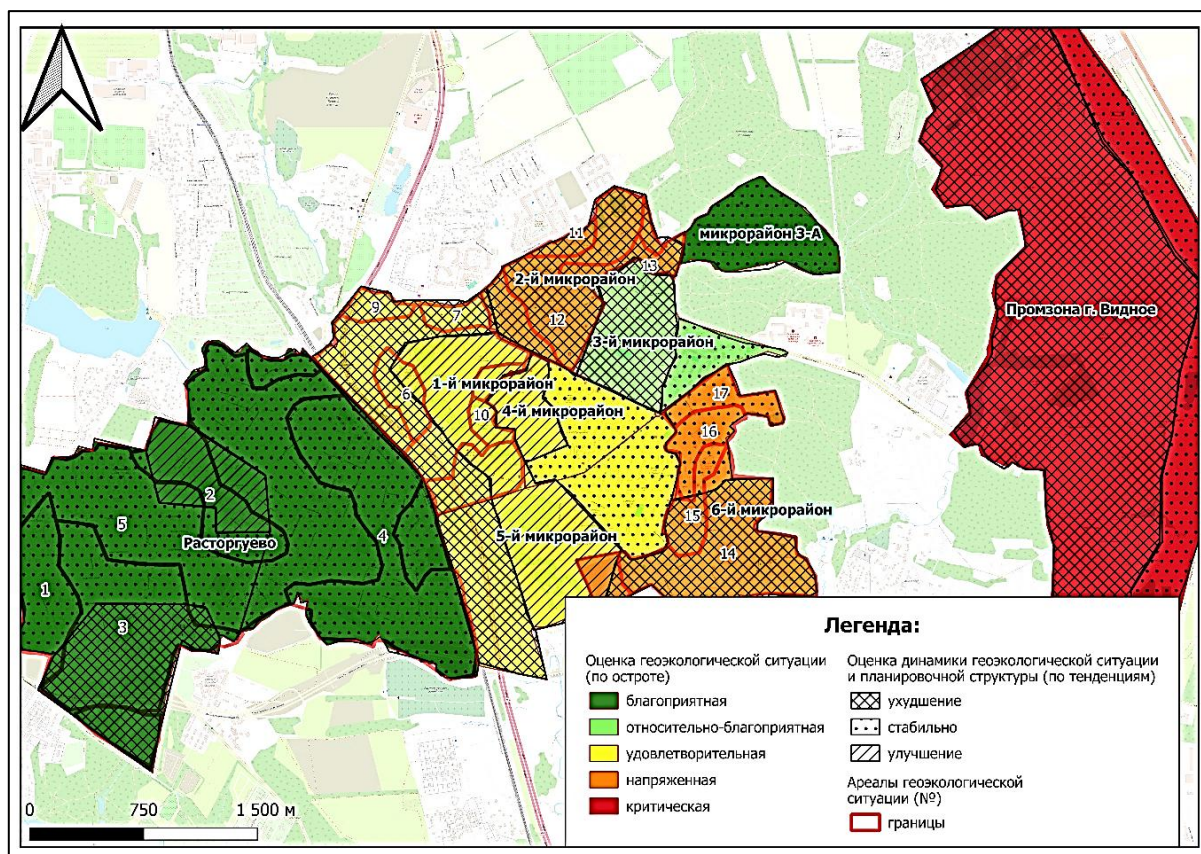


Рисунок 8. Результаты геоэкологической оценки планировочной структуры города (на примере г. Видное и микрорайонов)

Подтверждено, что основными экологическими проблемами, характерными для этих микрорайонов являются высокая техногенная нагрузка, обусловленная накоплением ТКО (400-500 кг/чел в год) в сочетании с дефицитом зеленых зон (6,4-24%) и высокой степени застроенности территории (более 0,4 ед. по коэффициенту застройки). Выявленные проблемы также осложняются деградацией наземного покрова, обусловленной преобладанием искусственных типов наземного покрова (более 50-75% от площади), приуроченностью к понижениям в рельефе (137-150 м) и тенденциями сокращения зеленых зон. Это нашло отражение в выделении 17 укрупненных зон, различающихся соотношением геоэкологической ситуации, особенностями рельефа, состоянием планировочной структуры и ее динамикой. Отмечено различие геоэкологической ситуации западной и восточной частей, которое обусловлено преобладанием средне и многоэтажной застройки в восточной части (установлено превышение по одному из показателей – по коэффициенту застройки).

Более подробно, оцениваемые показатели и геоэкологические особенности приведены в таблице (табл. 4).

Таблица 4. Геоэкологическая оценка планировочной структуры г. Видное

Микро район	Показатели (символы)*				Геоэкологическая специфика	Оценка геоэкологической ситуации
	А	От	Оз	Кз		
2-й	1,3 (0-0,2)**	210 (0,2)	23,7*** (0,8)	0,7 (0,8)	Преобладание динамики ухудшения состояния растительности и	Напряженная

					наземного покрова; одноименный ареал в пределах однородного рельефа с высотами 160-165 м; преобладание западных ветров	
6-й	1,6 (0,31)	0 (0,2)	6,6 (1)	0,75 (0,8)	Наличие ареалов с динамикой ухудшение, стабильно и улучшение, приуроченные к локальным понижениям (145 м и менее) и возвышениям (160 и более м); преобладание южных ветров	Напряженная
Нормы	До 6,9 (РД 2052.04.6 67_2005)	до 300 кг/чел в год (СП 42.13330.2016)	от 25 %	до 0,4 ед.		

*А – индекс загрязнения атмосферного воздуха; От – накопление отходов; Oz – обеспеченность зелеными зонами; Кз – коэффициент застройки; **В скобках безразмерные значения шкалы; *** - Отмечено превышение норм

Для более детальной оценки на локальном уровне с использованием программного модуля Trends.Earth для QGIS проведен пространственный анализ распределения значений показателей динамики продуктивности земель (P), деградации земель (D), изменения планировочной структуры (PI). Далее, в границах наиболее проблемных микрорайонов дополнительно выделены ареалы с различным сочетанием показателей динамики. Для визуализации результатов расчетов предложена формула-соотношение следующего вида: «P(+/-), D(-), PI(+/-)», отражающая комбинацию различных тенденций трех оцениваемых показателей в пределах конкретных ареалов. На основе анализа и интеграции данных по 3-м показателям, при помощи ГИС-технологий для каждого ареала рассчитывалась итоговая оценка, характеризующая тенденцию изменения территории (ухудшение, стабильно или улучшение) с использованием шкалы фрактальной размерности, в диапазоне 1,2-1,7, косвенно отражающей сбалансированность динамики геоэкологической ситуации и планировочной структуры (табл. 5).

Таблица 5. Геоэкологическая оценка планировочной структуры на примере 6-го микрорайона г. Видное

Ареал (площадь, км ²)	Значения показателей*			Итоговая оценка	Специфика планировочной структуры	Формула оценки динамики
	P	D	PI			
14 (0,63)	-	-	+	Ухудшение 1,7**	Многоэтажная застройка 2010-2015 гг. в сочетании с деградацией наземного покрова; улучшение планировочной структуры	P(-) D(-) PI(+)
15 (0,21)	-	-	0	Ухудшение 1,7	Преобладание коммунально-хозяйственных объектов в сочетании с деградацией земель и улучшение планировочной структуры	P(-) D(-) PI(0)
16 (0,13)	0	0	0	Стабильно 1,5	Соседство с промзоной и прилегающей многоэтажной	P(0) D(0) PI(0)

					застройкой 2010-2015 гг.; тенденция «стабильно» по всем индикаторам	
17 (0,12)	0	0	+	Улучшение 1,2	Соседство с коммунально-складскими объектами; тенденция земель «стабильно» и тенденция улучшения планировочной структуры	P(0) D(0) PI(+)

*Показана динамика: - ухудшение; 0 стабильно; + улучшение; ** единицы шкалы фрактальной размерности.

Таким образом, интеграция результатов геоэкологической оценки на муниципальном уровне с оценкой динамики на локальном уровне показала, что ареалы, выделенные в границах 6-го микрорайона, относятся к территории с напряженной текущей геоэкологической ситуацией. Для 59% территории 6 микрорайона (14 и 15 ареалы), 45% и 14% от общей площади микрорайона выявлены экологические проблемы, связанные с деградацией земель и снижением продуктивности. Два других ареала (16 и 17), также приуроченные к территории с напряженной геоэкологической ситуацией достаточно стабильны по динамике земель, их продуктивности и изменению планировочной структуры. На карте ниже представлен пример оценки для 6-го микрорайона - одного из экологически проблемных г. Видное с выделением 4 ареалов (рис. 9).

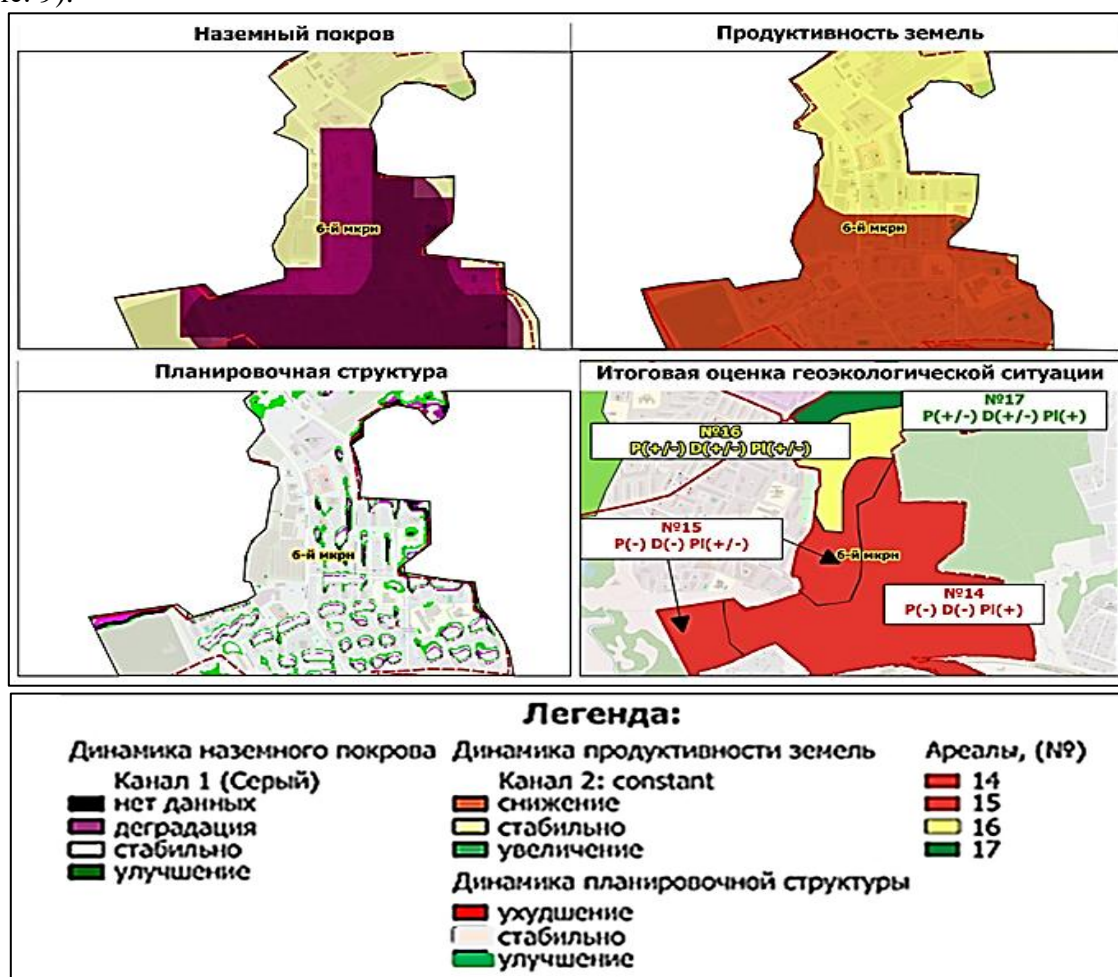


Рисунок 9. Итоговая оценка динамики геоэкологической ситуации г. Видное на примере 6-го микрорайона

На основании полученных результатов разработаны и научно обоснованы рекомендации по устойчивому и экологически безопасному развитию г. Видное в целом и отдельных микрорайонов, отличающихся наибольшей остротой геоэкологической ситуации. Они включают в себя краткосрочные (1-2 года), среднесрочные (3-5 лет) и долгосрочные (от 5 и более лет) меры. Для улучшения геоэкологической ситуации на примере 6-го микрорайона предлагаются такие меры, как рекультивация заброшенных и нарушенных земель в границах ареалов. Для корректировки планировочной структуры целесообразно ограничить застраиваемую площадь минимум до 0,4 км² за счет использования имеющегося жилого фонда на ул. Советской и Заводской и оборудовать сеть парков, скверов площадью не менее 0,8-1 км² на ул. Фокина, Завидной и Березовой. Так, предлагаемые рекомендации позволят увеличить обеспеченность территории микрорайона зелеными зонами до 30%; снизить застроенность на 20-25% (по коэффициенту застройки до 0,5) и сдержать деградацию наземного покрова на уровне 10-15% от площади (значение для микрорайонов Расторгуево и 3-А). Рекомендуемые мероприятия будут способствовать улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры.

Помимо этого, полученные результаты в ходе геоэкологической оценки позволили научно обосновать два возможных сценария развития г. Видное:

1. ухудшения – дальнейшее разрастание города по периферии, уплотнение инфраструктуры, сокращение доли зеленых зон, деградация земель и снижение их продуктивности, как минимум 2-х кратный рост техногенного воздействия и т.д.;

2. стабильного развития и улучшения – сбалансированное развитие города в целом, увеличение площади зеленых зон – минимум до 25 % площади территории, стабилизация или снижение деградации наземного покрова и рост его продуктивности – до 10-15% от площади городской территории, снижение техногенного воздействия и пр.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенное диссертационное исследование позволило прийти к следующим выводам:

1. Предложен алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города Видное, включающий определение состояния компонентов природной среды (атмосферы, растительного покрова, земель) и элементов планировочной структуры (застройки, улично-дорожной сети, зеленых зон) на муниципальном и локальном уровнях на основе собственных инструментальных измерений и данных ДЗЗ с использованием модуля Trends.Earth.

2. Использование нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) и модифицированной матрицы переходов наземного покрова позволило выявить специфику планировочной структуры, проследить динамику геоэкологического состояния города с 2000 по 2020 гг. и установить закономерности ее развития, влияющие на геоэкологическую ситуацию города.

3. Проведенная геоэкологическая оценка позволила провести зонирование и выделить на территории города Видное 17 ареалов геоэкологической ситуации различной степени остроты: от благоприятной до критической. В ареалах с напряженной геоэкологической ситуацией выявлены высокие объемы накопления отходов (более 500 кг/чел в год) и застройка территории (более 0,4 по коэффициенту застройки), а также дефицит зеленых зон (менее 25%). Они характерны для 1-го, 2-го, 6-го микрорайонов и территории вблизи промзоны.

4. Наиболее неблагоприятными с экологической точки зрения являются 2-й и 6-й микрорайоны (16% от площади г. Видное) и территория промзоны, в которых выделены ареалы с тенденциями ухудшения состояния наземного покрова и снижения продуктивности земель, что составляет от 45 до 60% площади города.

5. Таким образом, планировочные особенности г. Видное, как ближайшего города-спутника Москвы, негативно влияющие на геоэкологическую ситуацию, заключаются в преобладании плотной многоэтажной застройки, высокой плотности улично-дорожной сети, дефиците зеленых зон и ухудшении состояния планировочной структуры.

6. Проведенные исследования позволили предположить сценарии развития геоэкологического состояния города на основе НБДЗ – стабильного развития и улучшения, ухудшения. Стабильное развитие города предполагает прирост зеленых зон (до 25%) и их сохранение в проблемных микрорайонах, снижение деградации земель до 10-15% от площади территории, 2-х кратное снижение образования отходов. Геоэкологическая ситуация переходит в удовлетворительную в периферийных микрорайонах и в благоприятную в центральных. Сценарий ухудшения предполагает дальнейшее разрастание города, уплотнение транспортной сети, сокращение доли зеленых зон, дальнейшую деградацию земель, рост техногенного воздействия и т.д. Геоэкологическая ситуация переходит в напряженную в центральных микрорайонах города, и в критическую на периферии.

Таким образом, результаты диссертационного исследования позволили на практике развить теоретические основы комплексной геоэкологической оценки территорий Б.И. Кочурова, путем ее дополнения показателями для оценки и анализа планировочной структуры за 20-ти летний период, интеграции с методикой НБДЗ и ее адаптацией для выявления планировочных особенностей городов на примере ближайшего города-спутника Москвы - Видное. Предложенный алгоритм может быть уточнен, дополнен показателями и использован для дальнейших исследований на примере других городских территорий России с учетом их геоэкологических и планировочных особенностей, а также для разработки их типологии.

Также полученные результаты исследования посредством разработки интерактивной карты в открытом доступе могут быть использованы в дальнейшем администрацией г. Видное для их внедрения в планы развития города - генплан города, мастер план и др. в целях охраны окружающей среды, корректировки сложившейся планировочной структуры и обеспечения устойчивого развития города.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в изданиях из перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК РФ

1. Кочуров Б.И., Мовчан М.А. Применение геоинформационного моделирования и фрактального анализа при геоэкологической оценке урбогеосистем // Теоретическая и прикладная экология. 2023. – №2. С. 32-37;
2. Кочуров Б.И., Мовчан М.А. Геоэкологическая оценка г. Видное с использованием мультифрактального анализа // География и природные ресурсы. 2024. – №1. С. 178-185;
3. Мовчан М.А. Веб-картографирование, как современная ГИС-технология представления результатов геоэкологической оценки городов, на примере г. Видное // Экология урбанизированных территорий. 2025. – №1. С. 57-62;

4. **Мовчан М.А.**, Лобковский В.А. Адаптация методологии оценки нейтрального баланса деградации земель для целей геоэкологической оценки урбанизированных территорий на примере города Видное Московской области // Проблемы региональной экологии. 2025. – №3. С. 75-83.

Работы, опубликованные в сборниках конференций

1. Кочуров Б.И., **Мовчан М.А.** Методологические подходы к оценке комфортности проживания населения (на примере ближнего Подмосковья) / Отечественные путешественники: прошлое, настоящее будущее: материалы общероссийской научно-практической конференции. Орёл, 28 сентября – 01 октября 2022 г. С. 82-94;

2. Мовчан М.А. Изучение экологического каркаса урболандшафтов с использованием методов ДЗЗ и больших данных (на примере юга ближнего Подмосковья) / Материалы XIV Международной ландшафтной конференции: Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения. Воронеж, 17–21 мая 2023 г. С. 103-105;

3. Кочуров Б.И., **Мовчан М.А.** Эколого-градостроительные особенности и перспективы устойчивого развития территории юга ближнего Подмосковья / Материалы Международной научно-практической конференции: «Архитектура во времени и пространстве-2023». – Минск, 28 апреля 2023 г. С. 181-183;

4. **Мовчан М.А.**, Кочуров Б.И. Современные геоэкологические проблемы Ближнего Подмосковья (на примере урбосистемы г. Видное) и перспективы устойчивого развития / Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления: материалы V всероссийской межведомственной научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж, 10-12 ноября 2022 г. С. 355-359;

5. **Мовчан М.А.**, Кочуров Б.И. Применение методов ДЗЗ при изучении природного каркаса урболандшафтов на примере г. Видное московской области / Экспериментальное ландшафтоведение: теория, методология, практика: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 30-летию Карадагского ландшафтно-экологического стационара. 25–29 сентября 2023 г, г. Феодосия, пгт Курортное. С. 34-35;

6. Мовчан М.А. Геоэкологический анализ динамики урболандшафтов с использованием алгоритмов автоматической классификации (на примере городов-спутников Москвы) / Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии: материалы VII Международной научной конференции, посвященной 90-летию каф. геогр. экологии Белорус. гос. ун-та. – Минск, 11-15 ноября 2024 г. С. 307-312;

7. Мовчан М.А. Оценка сбалансированности планировочной структуры как фактора устойчивого развития городов-спутников Москвы / Естественнонаучные и гуманитарные проблемы устойчивого развития: сборник научных статей I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Естественно-научные и гуманитарные проблемы устойчивого развития». – Москва 30 ноября 2023 / МПГУ, 2024 г. С. 92-99;

8. Мовчан М.А. Экологическое состояние урбанизированных территорий, обусловленное антропогенной нагрузкой и обеспеченностью зелёными зонами / Географическое изучение территориальных систем: сборник материалов XVIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Пермь 25–27 сентября 2024. С. 54-58.