

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт географии Российской Академии наук (ИГ РАН)

На правах рукописи



Мовчан Михаил Алексеевич

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ
ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ МОСКВЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВИДНОЕ)**

Специальность 1.6.21 – Геоэкология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
кандидат географических наук,
старший научный сотрудник,
Лобковский Василий Анатольевич

Москва, 2026

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Теоретико-методологические основы геоэкологической оценки городов.....	12
1.1. Анализ существующих методологических подходов по геоэкологической оценке территории	12
1.1.1. Основные термины и определения, используемые при геоэкологической оценке территории	12
1.1.2. Методологические подходы к проведению геоэкологической оценки территорий	18
1.1.3. Методы, используемые при геоэкологической оценке	21
1.1.4. Критерии и показатели, используемые при геоэкологической оценке территорий	25
1.2. Анализ существующих методологических подходов по геоэкологической оценке городских территорий и их планировочной структуры.....	34
1.2.1. Эволюция методологических подходов по оценке городских территорий в рамках геоэкологических исследований.....	34
1.2.2. Подходы к анализу планировочной структуры городов.....	37
1.2.3. Города-спутники, определение понятия и специфика планировочной структуры городов-спутников Москвы	39
1.2.4. Понятие урбосистемы в контексте планировочной структуры города. 42	
1.2.5. Применение геоэкологической оценки для анализа городских территорий и их планировочной структуры	44
Выводы к главе 1	49
Глава 2. Алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города.....	50

2.1. Структура алгоритма геоэкологической оценки территорий для анализа и оценки планировочной структуры городов.....	50
2.2. Последовательность действий и показатели оценки геоэкологического состояния городской территории	52
2.3. Последовательность действий и показатели оценки состояния и динамики планировочной структуры города.....	58
2.4. Последовательность действий и показатели геоэкологической оценки планировочной структуры города на муниципальном и локальном уровнях	65
2.5. Обоснование рекомендаций по устойчивому развитию города	72
2.6. Общий алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города.....	74
Выводы к главе 2	77

Глава 3. Физико-географические, социально-экономические особенности и специфика развития планировочной структуры города Видное..... 79

3.1. Физико-географические особенности г. Видное	79
3.2. Социально-экономические особенности г. Видное.....	83
3.3. Специфика развития планировочной структуры г. Видное	88
Выводы к главе 3	98

Глава 4. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города (на примере г. Видное) 100

4.1. Сбор исходных данных по городу Видное	100
4.1.1. Данные по природным особенностям и техногенному воздействию на г. Видное	100
4.1.2. Исходные данные по социально-экономическим особенностям и специфике развития планировочной структуры г. Видное	103
4.2. Оценка текущего состояния г. Видное	104
4.2.1. Оценка геоэкологического состояния г. Видное	104
4.2.2. Оценка планировочной структуры г. Видное	111

4.3. Оценка динамики города Видное	118
4.3.1. Оценка динамики геоэкологического состояния г. Видное	118
4.3.2. Оценка динамики планировочной структуры г. Видное	129
4.3.3. Анализ взаимосвязи показателей геоэкологического состояния и планировочной структуры г. Видное	133
4.4. Зонирование территории г. Видное по геоэкологической ситуации и ее динамики	136
4.5. Зонирование микрорайонов г. Видное по геоэкологической ситуации и ее динамики	148
4.6. Рекомендации по устойчивому развитию города Видное и его микрорайонов	158
4.6.1. Разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры на уровне муниципалитета	158
4.6.2. Разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры на локальном уровне	165
Выводы к главе 4	169
Заключение.....	171
Список литературы.....	173
Приложение 1.....	189
Приложение 2.....	190
Приложение 3.....	191
Приложение 4.....	192

Введение

Актуальность темы. 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 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 целях 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 взаимовлияние оценки качества 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 данных 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); оценке 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 отечественные и зарубежные 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 последние годы подходы по оценке НБДЗ (Куст и др., 2018; 2020), геоинформационному моделированию (Колбовский Е.Ю., 2022); 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. Проведено геоэкологическое зонирование, 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 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. 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 устойчивому 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.

Глава 1. Теоретико-методологические основы геоэкологической оценки городов

1.1. Анализ существующих методологических подходов по геоэкологической оценке территории

1.1.1. Основные термины и определения, используемые при геоэкологической оценке территории

Одним из ключевых понятий в рамках проведения геоэкологической оценки территории является термин геоэкология, который был введён немецким учёным К. Троллем в 1939 г. и изначально переведён как «ландшафтная экология» (Тролль, 1972). В понимании геоэкологии как науки существуют два основных подхода – географический (или пространственный) и биологический. При географическом подходе основная задача геоэкологии заключается в изучении географической (ландшафтной) среды обитания и воздействия общества на ландшафты путем анализа балансов массы вещества и энергии геофизическими методами. Во втором случае, на первый план выходит изучение живых организмов и закономерностей их взаимодействия биогеохимическими и статистическими методами (Витченко, 2001). В последние десятилетия, в связи с обострением глобальных экологических проблем, наблюдается возвращение к биологическому направлению, которое было ранее выделено в 50-х годах 20-го века и детально освещено в работах отечественных учёных В.С.Преображенского (1992), В.Б.Сочавы (1970, 1972) и И.П.Герасимова (1985). Они продолжили развивать фундаментальные идеи В.И.Вернадского и В.В.Докучаева, касающиеся ноосферного развития общества и также дальнейшей интеграции экологии и географии, обобщив и конкретизировав идеи своих предшественников. А именно, В.С.Преображенский (1992) отмечает, что геоэкология представляет собой: «гибрид материнских наук – географии и экологии», в центре рассмотрения становится человек и его хозяйственная деятельность. Академик В.Б.Сочава заложил основные положения геосистемной концепции, в своем труде «География и экология» (Сочава, 1970). Он впервые отметил ключевую роль

исследований в области географии при решении проблем экологического характера. Академик И.П.Герасимов в своей работе сформулировал концепцию об особом классе управляемых систем - природно-технических системах (геотехнических), определив в них в качестве общенаучного экологический подход (Герасимов, 1985). Таким образом, центральное место в геоэкологии стали занимать различного рода геосистемы, формируемые человеком в результате его взаимодействия с природными ландшафтами посредством хозяйственной деятельности.

Стоит также отметить то, что существовали некоторые идеи близкие по содержанию к геоэкологии до её появления. Например, известный европейский мыслитель Томас Мальтус (Мальтус, 2007) упомянул экологический кризис в контексте нехватки ресурсов из-за быстрого роста населения планеты; американский учёный Джордж Марш высказался о негативных последствиях хозяйственной деятельности людей (Marcus Hall, 2004). Немецкий учёный Эрнст Геккель ввёл впервые понятие экология, то есть рассматривал эту область знаний с позиций биоэкологического подхода, как описано в работе Г.А. Новикова «Сто лет экологии Э. Геккеля» (Новиков, 1970) и также Роберт Шерлок, который описал в своей книге антропогенные изменения в литосфере и их последствия (Sherlock, 1922). Из отечественных учёных стоит отметить работы В.И.Вернадского (Вернадский, 2012) и А.Е.Ферсмана (Ферсман, 1980), которые также уделили значительное внимание взаимодействию хозяйственной деятельности человека и природы, и изучению дальнейших последствий в рамках ноосферной концепции, учения о почвах и техногенезе.

Что касается истории развития геоэкологии, то стоит отметить, что эта отрасль достаточно молода, в отличие от традиционной географии. Её история исчисляется временем существования около века и подразделяется на 4 основных этапа (Жиров, 2001; Масляев, 2020):

- 1) накопление знаний об окружающей среде и осмысление существующих концепций для зарождения геоэкологии как науки (с конца 19 в. до 1939 г.);

- 2) этап развития экологического подхода в географии, который связан с появлением ландшафтной экологии (с 1939 по 1960 гг.);
- 3) этап, включающий отраслевые и комплексные геоэкологические исследования, интеграцию географических и экологических знаний для решения актуальных глобальных и региональных экологических проблем (1960 – 1990 гг.);
- 4) этап обобщения геоэкологических знаний и развития методологического аппарата геоэкологии в целях реализации концепции устойчивого развития общества (1990-н. в).

На сегодняшний день существует достаточно много – более 10 различных определений понятия геоэкология. Так, например, В.И.Осипов, С.П.Горшков, Н.Ф.Реймерс и др. в своих научных трудах (Осипов, 1993; Горшков, 1998; Реймерс, 1990) считают основой геоэкологии изучение геологической среды. Другие, учёные, В.Б.Сочава, Б.И.Кочуров, В.М.Котляков и др. придерживаются географического подхода в своих работах (Сочава, 1978; Кочуров, Котляков, 1990), рассматривая с одной стороны природные территориальные комплексы, как базис и антропогенные воздействия на них – с другой. Стоит также рассмотреть наиболее часто используемые определения, так, например, по мнению Н.Ф.Реймерса, геоэкология представляет «раздел экологии, исследующий экосистемы (геосистемы) высоких иерархических уровней - до биосферы включительно» (Реймерс, 1990). Б.И.Кочуров даёт следующее определение геоэкологии в своих работах «наука о пространственно-временных закономерностях взаимодействия сообществ с окружающей природной средой» (Кочуров, 1997; 2003). В.И.Осипов понимает под геоэкологией «междисциплинарную науку об экологических проблемах геосфер» (Осипов, 1993).

Таким образом, ключевыми моментами являются системный комплексный подход в исследованиях и учёт антропогенных воздействий со стороны общества. Стоит отметить тот факт, что геоэкология объединяет в себе теоретические и прикладные исследования в области наук о Земле (географии, геологии, геофизики,

геохимии и др.) и живой природе (биология), являясь комплексной междисциплинарной системной наукой, и играет исключительно важную роль при изучении сложных урбанизированных систем (урбосистем) и их составляющих.

В рамках тематики работы также следует рассмотреть определения понятий геоэкологическая и экологическая оценка (таблица 1.1.1).

Таблица 1.1.1. Существующие определения понятий геоэкологическая и экологическая оценка (составлено автором на основе литературных источников)

Понятие (автор / источник)		Определение	Значение
Геоэкологическая оценка	Кочуров Б.И (1997)	«определение степени благоприятности условий территории для проживания человека или ведения хозяйственной деятельности»	Оценка последствий хозяйственной деятельности человека
	Дмитриев В.В, Федорова И.В (2016)	«параметрическое определение состояния антропогенно-трансформированных геосистем, обеспечивающего существование конкретных сообществ живых организмов и человека (общества), с целью выделения антропогенной составляющей и последствий этих изменений на фоне природных процессов»	Определение антропогенных воздействий в пределах геосистем
Геоэкологическая оценка	Осипов А.Г (1993)	«пространственный многопараметрический анализ природно-ресурсного потенциала естественных и антропогенно-измененных ландшафтов с целью определения их возможности устойчиво выполнять задаваемые им социально-экономические функции без нарушения функций жизнеобеспечения (средо- и ресурсовоспроизводства)»	Акцент на оценку природно-ресурсного потенциала в аспекте устойчивого развития
Экологическая оценка	Дмитриев В.В, Федорова И.В (2016)	«параметрическое определение состояния природной среды, обеспечивающего существование сообществ живых организмов, характерных для этих состояний, в условиях естественного или антропогенного режимов их развития»	Оценка условий природной среды и их влияния на биоту

Понятие (автор / источник)		Определение	Значение
	Кочуров Б.И (2003)	«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»	Оценка условий территории, отвечающих интересам человека
	Национальный стандарт, ..., 2007	«совокупность данных, отражающих результаты оценки негативного воздействия на окружающую среду и государственной экологической экспертизы, используемых при составлении и оценке заявок на получение разрешений и для включения в условия выдачи разрешения»	Акцент на экологическую экспертизу

Для данной работы принимаются следующие определения:

- геоэкологическая оценка территории: «определение степени благоприятности территории для проживания человека или ведения хозяйственной деятельности» (Кочуров, 1997);

- экологическая оценка территории «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» Б.И.Кочурова (1997). Отметим, что при общей схожести определений, «экологическая оценка» является более узкой и, в зависимости от цели исследования, может быть частью геоэкологической оценки.

Таким образом, отметим, что в геоэкологической оценке на первый план выходят природно-антропогенные системы (геосистемы), определяется антропогенное воздействие на ландшафты; ключевыми объектами является человек и его хозяйственная деятельность. Экологическая оценка, в первую очередь, подразумевает определение степени пригодности природных условий территории, а основными объектами в данном случае являются экосистемы, ландшафты. При экологической оценке используются показатели качества среды: ПДК – предельно-допустимой концентрации; ПДУ – предельно-допустимого уровня и др., то есть такую оценку целесообразно называть частным

случае более широкой геоэкологической оценки. В качестве основы, в работе принимается термин геоэкологическая оценка, по определению Б.И.Кочурова, поскольку в контексте темы учитывается именно хозяйственная деятельность человека и её последствия, что, во многом, характерно для урбосистем (городов).

Отдельно следует также рассмотреть определения понятий: экологическая ситуация и экологическая проблема, поскольку они являются составной частью алгоритма геоэкологической оценки, результатом которого является определение экологических проблем и характеристика ситуации с точки зрения ее остроты. Экологическая ситуация по определению, сформулированному Б.И.Кочуровым представляет собой: «территориальное сочетание различных, в том числе негативных и позитивных с точки зрения проживания и состояния здоровья населения, природных условий и факторов, создающих на территории определенную экологическую обстановку разной степени благополучия и неблагополучия» (Кочуров, 2003). Как правило, выделяется несколько групп для классификации экологических ситуаций:

- по остроте проявления (удовлетворительная, напряжённая, конфликтная, кризисная, критическая, катастрофическая);
- по экологическим последствиям (ландшафтно-генетические, природно-ресурсные и антропо-экологические).

Еще одно не менее важное понятие – это экологическая проблема, которое представляет собой согласно определению Б.И.Кочурова: «изменение природной среды в результате антропогенных воздействий, ведущее к нарушению структуры и функционирования ландшафтов и приводящее к негативным социальным, экономическим и иным последствиям» (Кочуров, 2003). Экологические проблемы классифицируются по различным признакам:

- по охвату (глобальные, национальные, региональные, локальные);
- по форме проявления (площадные, линейные и точечные);
- по генезису (обусловленные природой, антропогенные – эколого-хозяйственные, эколого-промышленные, эколого-селитебные и др.);

- по загрязняемым природным компонентам (атмосферные, водные, почвенные, ландшафтные);
- по степени остроты экологической ситуации (умеренно острые – напряжённые и конфликтные, острые – критические и очень острые – кризисные, катастрофические).

1.1.2. Методологические подходы к проведению геоэкологической оценки территорий

Существующие методологические направления исследований, часто применяемые в рамках геоэкологической оценки территорий, включают: ландшафтный, ландшафтно-геоэкологический, медико-экологический, экодиагностический подходы и др.

Ландшафтный подход заключается в рассмотрении исследуемой территории в качестве совокупности природно-территориальных комплексов (ПТК), подчиняющихся иерархии. Он включает в себя такие методические этапы, как выделение и анализ природной ландшафтной структуры территории, определение динамики изменения ландшафта; оценку устойчивости к различным видам воздействия и выбор приоритетных направлений использования территории. Основными критериями являются, например, биопродуктивность, преобразованность рельефа, плодородие почв, степень распаханности, лесистость, стабильность ландшафта. Вклад в развитие этого методического направления геоэкологических исследований внесли учёные: В.Б.Сочава (1970, 1978), рассматривавший геосистемы в качестве основного объекта исследования; А.В.Антипова, отмечающая в своих работах (Антипова, 2011) существенную роль эколого-географического и ландшафтного анализа в подобных исследованиях.

Медико-экологический подход является относительно новым (разработан приблизительно в конце 1990-х - начале 2000 гг.) и основан он на учёте влияния факторов среды на здоровье человека. Соответственно, основным критерием является здоровье населения. В данном случае используются показатели экологических рисков, заболеваемости, смертности от различных болезней и др.

Разработкой теоретических основ медико-экологического подхода занимались А.А.Келлер (1993) и А.Г.Шмаль (2010). Другие ученые – С.А.Куролап (2011) и О.В.Епринцев (2011) широко использовали его для оценки рисков здоровью населения и комфортности его проживания. А также О.В.Клепиков, П.М.Виноградов (2015) – в области уточнения алгоритма интегральной оценки городской среды и применения геоинформационных технологий.

Наиболее детально перечисленные подходы и соответствующие этапы оценки рассмотрены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2. Основные методологические направления геоэкологических исследований (составлено автором на основе источников)

Наименование подхода	Этапы оценки	Авторы / источники
1.Ландшафтный подход	<ul style="list-style-type: none"> - определение природных особенностей и характера антропогенной трансформации ландшафтов района исследования; - оценка экологического потенциала ландшафтов и разработка мероприятий по его увеличению для разного использования (рекреационное, сельскохозяйственное и т.п.); - прогнозно-планировочные исследования, заключающиеся в выделении свойств ландшафтов — с учетом возможных хозяйственных или естественных изменений 	Сочава В.Б (1970; 1978); Антипова А.В (2011); Преображенский В.С (1992) и др.
2.Ландшафтно-геоэкологический	<ul style="list-style-type: none"> -дифференциация территории по типам ландшафтов; -установление критического уровня воздействия на природные комплексы; -оценка геоэкологической стабильности ландшафтов 	Заиканов В.Г, Минакова Т.Б (2019) и др.
3.Медико-экологический	<ul style="list-style-type: none"> - Определение факторов потенциальной опасности; - оценка воздействия (определение концентраций загрязнителей и дозы); - установление зависимости «доза-эффект»; -управление риском (разработка рекомендаций по снижению риска) 	Куролап С.А Епринцев С.А (2011); Клепиков О.В, Виноградов П.М (2015) и др.

Наименование подхода	Этапы оценки	Авторы / источники
5. Экодиагностика (комплексная экологическая оценка)	<ul style="list-style-type: none"> – характеристика природно-ландшафтной дифференциации территории; – оценка свойств, составляющих ее эколого-ресурсный потенциал; – выявление потенциальной способности ландшафтов противостоять антропогенным нагрузкам; – установление антропогенных воздействий на ландшафты; – определение состояния ландшафтов по изменениям их компонентов; – определение экологических проблем и ситуаций и оценка степени их остроты; – картографирование экологических проблем и ситуаций; – разработка рекомендаций по улучшению экологической обстановки. 	Кочуров Б.И (1997, 2003)

Таким образом, на основании вышеприведённого анализа необходимо отметить, что существующие на сегодняшний день подходы по геоэкологической оценке, имеют различные целевые установки и, соответственно, этапы (алгоритм) проведения исследований.

Общей чертой во всех случаях является территориальный комплексный подход и ориентация, преимущественно, на оценку природно-антропогенных ландшафтов. Различия заключаются в используемых методах оценки, так, например, основываясь на приведённом алгоритме исследований, стоит отметить, что при ландшафтном подходе базовой единицей являются ландшафтные выделы территории – от физико-географических областей и районов до урочищ и фаций. При комплексной геоэкологической оценке исследования проводятся в пределах территориальных границ (от уровня населённого пункта до национального масштаба). Ландшафты при таком подходе изучаются в рамках административных границ. В ландшафтном подходе применяются в основном методы бальной и экспертной оценок; при ландшафтно-геохимических исследованиях – геохимические методы.

1.1.3. Методы, используемые при геоэкологической оценке

Геоэкология имеет свой методологический аппарат, который также постепенно эволюционирует. Сами методы объединяются в несколько групп: полевые (маршрутные, стационарные, синхронные); лабораторные (геохимический, биотестирование и др.) и дистанционные. Существуют также количественные и качественные методы. По новизне выделяют традиционные методы (сравнений и аналогов, картографический), новые (геофизический, геохимический) и новейшие (дистанционного зондирования Земли – ДЗЗ и методы ГИС-моделирования). В контексте проведения геоэкологической оценки наиболее часто используются такие частные методы, как геохимический; картографический; статистический методы; моделирование и геоинформационное моделирование; оценки экологического состояния территории (ОЭСТ) и др.

Интеграция геохимического метода в геоэкологические исследования стала активно наблюдаться в 60-70-е гг. XX в. Основной вклад в развитие этого метода внесли такие учёные, как А.И.Перельман (1975), М.А.Глазовская (1988), Н.С.Касимов (2013) и др. Эколого-геохимические исследования в рамках проведения геоэкологической оценки занимают одно из ключевых мест и сводятся к анализу и оценке 3-х основных компонентов сред – воздушной, водной и почвенной. Основными приёмами этого метода являются: инструментальные (параметрические) измерения, колориметрический (визуальный и фото), а также атомно-абсорбционный, хроматографический и др. Метод включает в себя такие направления исследований, как геохимический мониторинг (определение кларков веществ, анализ геохимической структуры ландшафтов и биогеохимического круговорота); эколого-геохимические исследования (в основном, медико-географическая оценка); и определение степени загрязнения среды. Геохимический метод наиболее часто применим в ландшафтно-геохимическом и медико-экологическом подходах.

Картографирование в геоэкологии является эффективным инструментом визуализации результатов геоэкологической оценки городских территорий и их планировочной структуры. Это: «направление, при котором геоэкологические

проблемы рассматриваются в пространственно-временных рамках, посредством ранжирования территории по типам проблем и создания, в конечном счёте, геоэкологических карт» (Кочуров, 2017); (Стурман, 2003). Многие авторы (Кочуров и др., 2012); И.В.Ивашкина (2017, 2018), Ю.А.Хазиахметова (2005), Е.В.Копосов (2012) в своих научных работах указали на важность применения возможностей ГИС-технологий в качестве технологической поддержки и информационной базы научных исследований в таких направлениях, как урбоэкодиагностика и экологическая оценка, геоэкологическая оценка территорий. Геоэкологическое картографирование имеет свой методологический аппарат, который включает в себя такие группы частных приёмов, как районирование, зонирование, дифференциация, классификация; интерполяция; построение картограмм и картодиаграмм.

Статистические методы в рамках геоэкологической оценки являются весьма важными, так как обеспечивают исследования фактографическим материалом и позволяют оценить взаимосвязи между различными процессами; динамику процессов; построить классификации и т.д. Выделяют следующие основные этапы и приемы: статистическое наблюдение (получение первичной информации о процессах); представление данных, включающее группировку и сводку фактического материала и обработка материала (Масляев, 2020). Возможно использование таких статистических приёмов, как корреляция, регрессия, кластерный и факторный анализ. Стоит отметить, что подобные методы и приёмы применимы практически во всех методологических подходах.

Относительно новым методом, играющим вспомогательную роль при геоэкологических исследованиях, является моделирование, под которым в широком смысле понимают: «представление основных характеристик объекта исследования с помощью другой системы (материального объекта, совокупности уравнений, компьютерной программы, в данном случае геоинформационных систем)» (Майер, 2010). А модель сама по себе это идеальный объект, который замещает исследуемую область и адекватным образом выражает ее существенные стороны. Подход, основанный на моделировании, особенно ГИС-моделировании

при проведении геоэкологической оценки территории, играет исключительно важную роль, так как позволяет проследить динамику ее изменения при разных исходных данных и спрогнозировать дальнейшие сценарии развития территорий. Он имеет множество преимуществ и перспектив, а именно, доступность, относительная простота, связанная с минимальным использованием полевых данных и возможность прогнозирования. Но, тем не менее, как и у любого другого подхода, у моделирования есть определённые недостатки. Они обусловлены несовершенством моделей, необходимостью в корректировке результатов для точных исследований и, в отдельных случаях, высокими требованиями к квалификации тех или иных сотрудников, задействованных в этой сфере.

Методы моделирования, изначально интегрировались в экологию примерно в 1980-1990-х гг. С их помощью создавались различные модели динамики численности популяций, цепей питания, микросреды и т.д. Они были основаны, главным образом, на статистике. В дальнейшем, с развитием науки геоэкологии, стали появляться более усложнённые комплексные модели, отражающие воздействие человека на природную среду и его последствия (Тутубалин, 1999), а также стали разрабатываться программные продукты, с помощью которых реализуются эти модели. Так, например, для обоснования допустимых нагрузок на природные среды для моделирования сбросов и выбросов загрязняющих веществ, автотранспорта и других источников загрязнения разработаны и используются программы ПДВ-Эколог, Интеграл, AutoCAD и др. Таким образом, в связи с доминированием географического (пространственного) подхода в геоэкологии, развитием геоинформационных технологий, дальнейшим совершенствованием методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), появлением программных пакетов, в 1990-2000-е годы сформировался принципиально новый подход – геоинформационное моделирование в геоэкологии. Стоит отметить работы наиболее известных авторов - Е.Ю.Колбовского (2022)., П.Н.Брагина (2010), посвященные дальнейшему развитию этого научного направления в области геоэкологии, а именно, в области

моделирования влияния процессов урбанизации на экологическую обстановку территорий; различных параметров городской среды; эстетической привлекательности и т.д. И, также отдельно необходимо упомянуть статью П.Н.Брагина в соавторстве с Е.Ю.Колбовским (Брагин, Колбовский, 2009), в которой детально рассматриваются возможности применения материалов и методов ДЗЗ в вопросах территориального развития городов.

Метод оценки экологического состояния территории, являясь одним из главных, в процедуре геоэкологической оценки, может опираться на различные шкалы оценки. Например, на критерии оценки экологической обстановки территорий, содержащие градации различных показателей состояния природной среды по остроте экологической ситуации и направленные на классификацию территорий по степени экологического неблагополучия (Критерии оценки..., 1992). Также могут использоваться как градации оценки из других отраслевых методик и нормативных документов, так и экспертные оценки различных исследователей, учитывающие природно-хозяйственные условия и величину антропогенных нагрузок на конкретной оцениваемой территории. В большинстве случаев используется 2 основных этапа – диагностический (сбор и анализ различных данных, проведение обследования и подготовка экологической документации по оценке экологического состояния территории) и экспертный (оценка допустимости нагрузок учеными-экспертами, например, в рамках государственной экологической экспертизы).

Таким образом, отметим, что основными критериями оценки экологической ситуации являются изменения различных аспектов, связанных со средой обитания человека (состояние атмосферного воздуха, качество питьевой воды и продуктов питания, воздействие ионизирующего излучения) и связанных с изменениями окружающей среды компонентов природной среды (загрязнение воздуха, природных вод, почвенной среды), истощением природных ресурсов и деградации естественных экосистем.

1.1.4. Критерии и показатели, используемые при геоэкологической оценке территорий

Существующая геоэкологическая оценка территорий, на сегодняшний день, базируется, главным образом, на нормировании загрязнения сред, с использованием критериев качества атмосферы¹, водной² и почвенной³ сред. Нормируемыми показателями являются предельно-допустимая концентрация, предельно-допустимые уровни, предельно-допустимая экологическая нагрузка и др. Помимо загрязнения химическими веществами, нормированию подлежат также физические факторы, как радиоактивное излучение (СанПиН 2.6.1.2800-10⁴), шум (СН 2.2.4/2.1.8.562-96⁵), искусственная засветка (СП 52.13330.2016⁶). Стоит отметить, что нормативы качества стали разрабатываться ещё в 1920-х гг., в то время как, первый норматив ПДК был утверждён в начале 80-х гг. XX в (ГОСТ..., 1980). В случае с ПДК различают максимально-разовую и среднесуточную концентрации загрязнителей. Оценивание в этом случае, производится на основе уже принятых нормативов качества, путём сравнения фактической концентрации веществ и/или уровней физических полей с вышеуказанными нормативами. Принципиальным недостатком такого подхода является то, что отсутствует комплексность при проведении подобных исследований, не учитывается суммация воздействия антропогенных факторов,

¹ 17. ГОСТ Р 59059-2020. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 59059-2020 "Охрана окружающей среды. Контроль загрязнений атмосферного воздуха. Термины и определения" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2020 г. N 711-ст) – 16 с.

² ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями от 28 сентября 2007 г.). [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/41/41363/> (дата обращения: 15.02.2023).

³ ГОСТ 19.01-2006. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы": ГН 2.1.7.2041-06, утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.01.2006. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rsn-chel.ru/wpcontent/uploads/2015/04/GN-2.1.7.2041-06> (дата обращения: 19.02.2023).

⁴ СанПиН 2.6.1.2800-10 "Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения". Постановление от 24 декабря 2010 г. N 171 – 13 с.

⁵ СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36). – URL: <https://docinfo.ru/sn/sn-2-2-4-2-1-8-562-96/> / (дата обращения: 20.12.2022).

⁶ СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение, актуализированная редакция - СНиП 23-05-95. Дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 23.12.2022).

отсутствует нижняя граница (предел), при котором начинает сказываться негативное воздействие.

Отдельным пунктом стоит отметить подходы, использующие балансовые методы оценки, оценивающие сбалансированность природных свойств территории и величины антропогенной нагрузки. Прежде всего, это концепция эколого-хозяйственного баланса территории (ЭХБ), разработанная Б.И.Кочуровым (Кочуров, 1999). Основная идея ЭХБ состоит в достижении устойчивого развития природы и общества. Базовые принципы включают минимизацию отрицательного воздействия на геосистемы, сохранение естественных ландшафтов, учет взаимосвязей между живыми существами и окружающей их средой, поддержание природного потенциала территории. В рамках ЭХБ используются такие критерии, как распределение земель по видам, площадь природоохранных зон, степень антропогенной нагрузки территории, естественная защищенность и т.д.

В соответствии с концепцией ЭХБ предполагается оценка сбалансированности различных видов хозяйственной деятельности и интересов групп населения на территории с учетом потенциальных возможностей природы. Концепция ЭХБ включает анализ видов землепользования и количественную оценку техногенной нагрузки. Результатом оценки ЭХБ является определение техногенной нагрузки по конкретным категориям земель. Значение этого показателя позволяет оценить ЭХБ по следующей экспертной шкале (в баллах от 1 до 6): очень низкая – природоохранные земли; низкая – луга и т.п.; средняя – рекреационные земли; высокая – пастбища, пашни, вырубки; очень высокая – орошаемые земли и высшая – городские земли, инфраструктуры и промышленности. Отметим, что принципиальным недостатком такого подхода является балльная система оценивания, которая достаточно субъективна и недостаточность применения ГИС-моделирования.

В последнее десятилетие на международном уровне появился качественно новый подход, основанный на балансовом методе оценки. Он разработан в рамках оценки достижения задачи 15.3, Целей устойчивого развития (ЦУР), принятых

Резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН в 2015 году⁷. Заключается такой подход в том, чтобы: «К 2030 году вести борьбу с опустыниванием, восстановить деградировавшие земли и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремиться к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель» - концепция нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ). НБДЗ в общем виде определяется как: «количество и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержки функций и услуг экосистем и укрепления продовольственной безопасности, остаются стабильными или увеличиваются в определённых масштабах времени и пространства» (UNCCD, 2016). Основная идея методологии заключается в сохранении земельных ресурсов без чистой потери здоровых и продуктивных земель с помощью ряда мер, направленных на предотвращение, сокращение и обращение вспять деградации земель, то есть, это означает, что состояние земель на период оценки не должно ухудшаться. Для оценки ее достижения используется индикатор ЦУР 15.3.1 «Доля деградировавших земель от общей площади суши». Изначально, методика применяется для оценки динамики сельскохозяйственных и лесных земель. Она применима и для оценки городских земель с учетом их специфики. Необходимо отметить, что обеспечение продовольственной безопасности, указанное в определении понятия НБДЗ, в данном случае осуществляется путем развития стратегии городского и пригородного сельского хозяйства - ГПСХ⁸.

Оценка производится за базовый период (по умолчанию КБО ООН предлагает использовать период 2000-2015 гг.) по 3-м основным градациям (ухудшение-стабильно-улучшение). Оценка индикатора ЦУР 15.3.1 «Доля деградированных земель» производится на основе анализа динамики (улучшение, ухудшение, стабильность) 3 показателей (субиндикаторов):

- динамика наземного покрова – физического материала, покрывающего поверхность земли, включающего леса, сельскохозяйственные угодья,

⁷ Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года [Электронный ресурс]. – URL: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf (дата обращения: 25.02.2023).

⁸ Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/home/en/> (дата обращения: 25.02.2026).

урбанизированные территории и пр. (Савин и др., 2024), (количественно оценивается на основе предварительно классифицированных космических снимков за 2 периода и матрицы переходов типов земель);

- динамика продуктивности земель, то есть изменение биологической ее продуктивности за конкретный период времени (рассчитывается путем обработки средне сезонных значений разностного вегетационного индекса - NDVI);
- динамика запасов почвенного органического углерода, показывающая изменение содержания чистого углерода в почвах за временной промежуток на основе данных ДЗЗ (оценка проводится также на основе данных ДЗЗ).

Для унификации и автоматизации оценки разработан программный модуль Trends.Earth⁹ для QGIS. Исходными данными для оценки являются общие для всех стран глобальные базы данных, включающие показатели фитомассы растительности - NDVI; данные о наземном покрове - ESA CCI Land Cover; содержания углерода в почвах - Soil Grids (ISRIC). Особенность предлагаемого подхода, состоит в том, что если в процессе оценки хотя бы один из субиндикаторов (показателей) оценки имеет отрицательную динамику (ухудшение, то есть деградация), то и результат оценки индикатора ЦУР 15.3.1 становится отрицательным (деградация). Развитием данного подхода и его адаптацией для применения в Российских регионах активно занимаются Г.К.Куст, В.А.Лобковский, О.В.Андреева (Лобковский, Куст и др., 2018); (Куст, Андреева, и др., 2020). Несколько схожим подходом, активно применяемым за рубежом, является подход, характеризующий влияние антропогенной деятельности на окружающую среду через определение размеров территории, образуемых отходов – в данном случае CO₂ и экологического следа (Global Footprint..., 2009).

Характеристика существующих методологических подходов, а также критерии и показатели, используемые при геоэкологических исследованиях, представлены в таблице 1.1.4.

⁹ Trends.Earth. A new tool to assess the health of the land that supports us. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.trends.earth/en/latest/index.html>. (дата обращения: 04.01.2025).

Таблица 1.1.4. Характеристика существующих методологических подходов по геоэкологическим исследованиям
(составлено автором на основе литературных источников)

Подход	Вид оценки	Критерий оценки	Градации оценки	Показатели для расчета	Источник
I Подходы к комплексной оценке территории, основанные на нормировании качества среды					
1. Экодиагностика	Комплексная оценка экологической ситуации	Степень деградации природных компонентов по ПДК	Ненарушенная (отсутствие загрязнения); слабонарушенная (загрязнение не превышает ПДК); нарушенная (превышение ПДК в 0.1 n - n раз); сильно нарушенная (превышение ПДК в n раз); очень сильно нарушенная (превышение ПДК в n - 10 n раз)	На основе методов комбинаторики с учетом видов загрязнения и природных компонентов: $T > M > P - A > B > П$ (пример для Московской агломерации), где: А – атмосферный воздух; П – почва; В – вода (компоненты природной среды). Т – токсикологическое; Р - радиоактивное; М – механическое (виды загрязнения).	Кочуров Б.И, (1997)
2. Оценка экологического состояния территории	Комплексная оценка экологической обстановки	Степень экологического неблагополучия - остроты экологической ситуации	Относительно удовлетворительная; напряженная; критическая; кризисная (зона чрезвычайной экологической ситуации); катастрофическая	Состояние атмосферного воздуха, питьевой воды, продуктов питания – по ПДК _{сс} , ионизирующее излучение – мЗв/год	Критерии оценки экологической обстановки... (1992)
3. Стабильность территории	Оценка стабильности территории	Показатель стабильности территории	<20 – мин. стабильность; 40-20 – ср. стабильность; 60-40; 60-80 – высокая стабильность; >80 – макс. стабильность	Условные единицы / ед. площади (км ² , га)	Заиканов В.Г и др. (2023)
4. Геоэкологическая безопасность территории	Оценка геоэкологического риска	Индекс геоэкологической безопасности	До 1 – относительно безопасные; от 1 – опасные ситуации	$Igd_m = P_i \cdot D_{mir}^y / S_m$; $D_{mir}^y = S_{mir} \cdot k_i \cdot k_r \cdot Z$ где: S _m – площадь урбогеосистемы m; S _{mir} – площадь проявления опасности i-го вида для реципиента r-го вида в пределах урбогеосистемы m; P _i – вероятность проявления опасности i-го вида; D _{mir} ^y – ожидаемый ущерб в урбосистеме m при проявлении опасности i-го вида для реципиента r-го вида; k _i – коэффициент значимости опасности i-го вида; k _r – коэффициент реакции реципиента на опасность i-го вида; Z – стоимость реципиента r-го вида	Заиканов В.Г и др. (2019)

Подход	Вид оценки	Критерий оценки	Градации оценки	Показатели для расчета	Источник
5. Нормирование загрязнителей в атмосферном воздухе	Комплексная оценка загрязнения атмосферы	Степень загрязнения атмосферы - Индекс загрязнения атмосферы	Низкий (0-4); средний или повышенный (5-6); высокий и очень высокий (7-14); высокий (более 14)	$ИЗА = \sum (q_{ср}/ПДК_{сс})^{с_i}$ где: C_i – степень класса опасности вещества $Q_{ср}$ – фактическая измеренная осреднённая концентрация вещества; $ПДК_{сс}$ – предельно-допустимая концентрация (среднесуточная).	РД 52.04.667-2005 ¹⁰
6. Нормирование загрязнителей в почве	Комплексная оценка загрязнения почвенной среды	Степень загрязнения почв - Индекс загрязнения почв	Допустимая при ИЗП <16; умеренно опасная при значениях индекса от 16 до 32; высоко опасная со значениями 32-128 и чрезвычайная при индексе загрязнения почв от 128 и более	$Z_c = (\sum K_c) - (n - 1)$ где: K_c – коэффициент концентрации загрязнителя; n - количество элементов, входящих в геохимическую ассоциацию	МУ 2.1.7.730-99 ¹¹
7. Риск здоровью населения от загрязнения	Медико-экологическая оценка опасности загрязнения	Суммарный индекс риска (опасности)	Допустимый (приемлемый) (НИ<0,8); предельно-допустимый (НИ = 0,8-1); опасный (НИ>1)	$HQ = C_{факт}/Rfc \quad (8),$ $HI = HQ1 + HQ2 + HQ3 + \dots$ где: $C_{факт}$ – фактическая концентрация вещества, мг/м ³ или мг/л; Rfc – безопасная концентрация; $HQ1$ – расчётные коэффициенты опасности веществ; HI – суммарный индекс (риск).	МР 2.1.10.0062-12 ¹²

¹⁰ Руководящий документ РД 52.04.667-2005 "Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию" (утв. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 1 февраля 2006 г.). – 60 с.

¹¹ Методические указания. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест (утв. 7 февраля 1999 г. МУ 2.1.7.730-99). – М.: Минздрав России, 1999. – 18 с.

¹² Методические рекомендации МР 2.1.10.0061-12. Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 гГц) в условиях населенных мест, Москва – 2012. – 24 с.

Подход	Вид оценки	Критерий оценки	Градации оценки	Показатели для расчета	Источник
8. Нормирование загрязнителей	Комплексная оценка качества и загрязнения вод	Индекс загрязнения вод - ИЗВ	Очень чистые (<0,25); чистые (0,25-0,75); умеренно загрязнённые (0,75-1,25); загрязнённые (1,25-1,75); грязные (1,75-3); очень грязные и чрезвычайно грязные (от 3 до 5 и более)	$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$ где: б- количество измеряемых показателей загрязнения; C _i – фактическая измеренная осреднённая концентрация вещ-ва; ПДК _i - предельно-допустимая концентрация i-го вещества	РД 52.24.643-2002 ¹³
II Подходы к оценке сбалансированности и динамики изменения территорий					
9. Концепция эколого-хозяйственного баланса территории (ЭХБ)	Оценка сбалансированности видов хозяйственной деятельности	Виды землепользования; площадь земель природоохранного назначения; площадь земель (по степени антропогенной нагрузки)	Оценка территорий в градациях (баллах): - устойчивое развитие (4); - относительно устойчивое (3); - приемлемое развитие (2); - критическое развитие (1)	Соотношение площадей земель различного назначения; коэффициенты: естественной защищенности, абсолютной и относительной экологической напряженности	Кочуров Б.И. (1999)
10. Концепция нейтрального баланса деградации земель	Косвенная оценка динамики экологической ситуации	Динамика наземного покрова; продуктивности земель и почвенного углерода	Оценка в градациях – улучшение (+), стабильно (0), ухудшение (-)	Расчет в модуле Trends.Earth с использованием субиндикаторов динамики деградации земель; продуктивности земель и почвенного органического углерода, матрицы переходов наземного покрова; средне сезонных значений NDVI	UNCCD, 2016

¹³ Руководящий документ РД 52.24.643-2002 "Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям" (утв. и введен в действие Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 3 декабря 2002 г.) – 21 с.

При проведении комплексной геоэкологической оценки городских территорий наиболее применим подход экодиагностики территорий (Кочуров, 2003). Этот подход учитывает состояние природных компонентов, конкретные виды загрязнений, социум; количественно обосновываются критерии оценки и градации экологической ситуации, а результаты имеют интегральный, комплексный характер. Методологические подходы, основанные на нормировании качества среды, имеют опосредованное отношение к процедуре геоэкологической оценки, так как они разнородны, дополняют её в области определения качества природных компонентов, позволяя установить только крайнюю меру воздействия антропогенных факторов и сравнить с существующими нормами. При геоэкологической оценке наряду с показателями (нормативами) качества среды применяются индексы загрязнения сред, которые носят системный характер и подходят для более узконаправленной (экологической) оценки, касающейся отдельных компонентов природной среды. Известно достаточно большое количество индексов загрязнения, их насчитывается порядка несколько десятков, но есть наиболее общие и распространённые среди них, отражающие состояние природных компонентов и устойчивость ландшафтов к антропогенным воздействиям в целом. К этой группе относятся: интегральные индексы загрязнения атмосферы (ИЗА) и вод (ИЗВ); суммарный показатель загрязнения почв (Z_c). Индексы загрязнения компонентов среды (атмосферного воздуха, вод, почвы) основаны на соотношении фактической концентрации и предельно-допустимой или фоновой с учётом класса опасности веществ, в случае с воздушной средой и кратности превышения ПДК. Расчёт производится по усреднённым данным (обычно за год или период исследования), путём суммирования полученных значений по каждому конкретному загрязняющему веществу, учитываются только те загрязнители, по которым были выявлены превышения допустимых концентраций. Они нашли широкое применение в вопросах оценки качества городской среды (Фомина, 1999; Сокольская, 2019). К другой группе интегральных показателей, наиболее широко используемых при геоэкологической оценке, относятся разнообразные

индексы устойчивости, преобразованности ландшафтов, коэффициенты напряжённости экологической ситуации, естественной защищённости, антропогенной нагрузки и др. (Минкина, Двинских, и др., 2022). Они, в большинстве своём, основываются на отношении площадей антропогенно-преобразованных участков к нетронутым ландшафтам.

Основываясь на проведённом анализе критериев и показателей, стоит отметить то, что они подходят и для оценки городов, так как учитывают виды функционального использования городского ландшафта, а также компоненты и элементы планировочной структуры. В этом случае, помимо наиболее часто используемых параметров, которые основаны на критериях загрязнений сред и площадей антропогенно-изменённых ландшафтов, учитываются такие показатели, как численность и плотность городского населения, уровень обеспеченности инфраструктурой и зелёными насаждениями, транспортная доступность, доли функциональных зон и т.п. В части оценки сбалансированности развития территории необходимо обратить внимание на концепцию НБДЗ, которая может стать качественно новым дополнением к геоэкологической оценке. Применение подхода позволяет достаточно точно оценить, как динамику растительного покрова, так и динамику развития планировочной структуры в геоэкологическом аспекте. Наряду с оценкой эколого-хозяйственного состояния территории (ЭХБ), оценка НБДЗ также имеет четко установленные на международном уровне источники исходных данных, алгоритм, методику, инструмент расчета.

Рассмотренные выше подходы с использованием индексов качества и загрязнения, во многом, разнородны и ориентированы либо на оценку загрязнения природных компонентов, или на определение устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям. Они, в большинстве своём, имеют комплексный, интегральный характер, но в тоже время, не отражают сам характер и особенности развития территории с планировочной стороны - динамику плотности составляющих ее элементов, степень их усложнённости (неоднородности) и др.

1.2. Анализ существующих методологических подходов по геоэкологической оценке городских территорий и их планировочной структуры

1.2.1. Эволюция методологических подходов по оценке городских территорий в рамках геоэкологических исследований

Вначале необходимо отметить вклад наиболее известных ученых в оценку городских территорий. Общими вопросами в области геоурбанистики и градостроительства занимался такой известный ученый, как Г.М.Лаппо (1977; 1978). Другой деятель Б.С.Хорев (1975), изучал особенности урбанизации и расселения, а также уделил внимание проблеме регулирования роста городских территорий. Также, основоположником концепции районной планировки, геоурбанистики СССР и изучения особенностей планировочной структуры является Е.Н.Перцик (1973) и др.

Переходя к истории развития градостроительных подходов в геоэкологии, важно сказать, что их было несколько, связанных с геоэкологической оценкой городских территорий, среди которых, определяющую роль играют: эколого-геоморфологическая оценка урбосистем и урбоэкологический (эколого-градостроительный) подход и др. Более подробно направления исследований городских территорий рассмотрены в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1. Ключевые методологические подходы по оценке городских территорий (составлено автором по литературным источникам)

Наименование подхода	Этапы оценки	Авторы / источники
1. Эколого-геоморфологическая оценка урбосистем	<ul style="list-style-type: none"> - оценка информационной обеспеченности территории (гидрологические, геологические и пр. особенности); - оценка инженерных условий территории (геологических, гидрологических и геоморфологических); - оценка геоэкологических условий (техногенных процессов, полей); - выявление опасных объектов для населения; - оценка вероятного загрязнения территории при аварийных ситуациях; - определение важных объектов для населения; - оценка ущерба (экологического, социального, экономического); 	Лихачева Э.А (1990)

Наименование подхода	Этапы оценки	Авторы / источники
	<ul style="list-style-type: none"> - выявление и оценка степени воздействия опасных объектов на сопредельных территориях; - определение перечня дополнительных изысканий; - разработка мероприятий с учетом трендов развития территории 	
2. Эколого-градостроительный (урбоэкологический)	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ природно-антропогенных ландшафтов; - функциональная дифференциация (по видам землепользования); - анализ компонентов природно-антропогенных ландшафтов; - характеристика источников загрязнения; - определение наиболее существенных проблемных ситуаций; - установление геоэкологических и иных ограничений градостроительного развития территории; - проведение комплексной геоэкологической оценки по показателям; - определение системы мероприятий по оптимизации состояния окружающей среды; - оценка прогнозного состояния ОС и анализ эффективности реализации мероприятий 	Ивашкина И.В (2018)
3. Фрактальный анализ	<ul style="list-style-type: none"> - подготовка векторных слоёв – улично-дорожной сети (УДС), жилых зданий; - построение сетки средствами ГИС и её совмещение с границами исследуемой территории и с остальными слоями; - вычленение каждого квадрата отдельно для каждого компонента структуры; - загрузка в модульную программу и расчёт размерности способом кубов; - нормирование (калибровка) полученных значений путём сравнения со значениями стандартных фигур с известной размерностью; - получение окончательных значений путём вычитания 1,5 и прибавления вычисленного поправочного коэффициента (0,08) 	Насонов А.Н, Цветков И.В (2018) и др.

Концепция ландшафтно-экологического анализа разработана отечественными учёными - А.В.Антиповой (2011); В.В.Владимировым, Р.З.Гарейшиным (1987) и зарубежными – Дж. Хаггетом, Р.Дж. Чорли, А.П.Винком и др. Основные положения этого подхода наиболее подробно освещены в работе К. Грегори (1988) и рассматриваются В.Б.Поздеевым (Поздеев, 2006). Согласно этому подходу, основными приёмами являются иерархический,

структурно-функциональный, факторный, исторический, динамический, прогнозный и прагматический. Ландшафтно-экологический анализ играет неоспоримо важную роль при геоэкологических исследованиях, в большей степени, на региональном и национальном уровнях.

Новыми, являются такие подходы, как урбоэкодиагностика и эколого-геоморфологическая оценка территорий. В последнем случае, особенно стоит отметить ряд работ Э.А.Лихачевой и др. в области применения эколого-геоморфологических критериев при оценке городских территорий (О семи холмах..., 1990), оценки антропогенной трансформации рельефа на примере г. Москвы (Антропогенный урбоморфолитогенез..., 2022), и также использования геоэкологического подхода при районировании урбосистем городов (Антропогенная геоморфология..., 2013).

Стоит отметить, что в последнее время, в связи с активной урбанизацией, стало развиваться такое научное направление, как градостроительная экология (урбоэкология), которая, по мнению И.В.Ивашкиной: «научно обосновывает территориальные и локальные методы управления градостроительной средой и мониторинг состояния ее компонентов» (Ивашкина, 2018; 2019). Разработкой методических направлений урбоэкологии в аспекте градостроительства, устойчивого развития и территориального планирования занимались – А.Э.Гутнов (1984); И.В.Ивашкина (2018), из зарубежных учёных А. Кристофер (A pattern language..., 1978) – в области «экологизации» городского планирования и др. Это направление имеет несколько опосредованное отношение к процедуре геоэкологической оценки, а именно, только лишь её дополняет в области вопросов сбалансированного развития территорий, обоснования схем территориального планирования и т.д.

Таким образом, концепция урбоэкодиагностики разработанная Б.И.Кочуровым, совместно с И.В.Ивашкиной (2017; 2018; 2019) относится к современным методологическим направлениям, по оценке городов. В рамках оценки урбанизированных территорий - урбоэкодиагностики, предполагается: «установление признаков состояния, типичных для среды того или иного города»

(Ивашкина; Кочуров, 2017). То есть, определяется перечень экологических проблем и ситуаций, наиболее характерных для конкретного города. Такой подход имеет несколько задач, а именно, проводится для целей оценки параметров природной среды; градостроительства и определения комфортности проживания населения. Уникальность такого подхода состоит в том, что при этом учитываются как природные компоненты – рельеф, почва, водные объекты, растительность и т.п., так и составляющие городской среды, и виды антропогенного воздействия на неё – со стороны промышленных объектов, транспорта, населения и т.д.

Отдельным пунктом стоит также отметить научное направление, посвящённое фрактальному анализу, как методу моделирования антропогенных и природных объектов и явлений, которое активно разрабатывалось российскими И.В.Цветковым, А.Н.Насоновым (2018); Д.И.Иудиным, А.В.Чечиным (2014) и зарубежными учеными (Encarnacao Sara, e.t.g., 2012; Mara Lucia, e.t.g., 2006; Yongmei Lu, e.t.g., 2004). Фрактальный анализ является дополняющим подходом, который основан на идее самоподобия объектов, явлений и процессов (Мандельброт, 2002). Наибольшую применимость в исследованиях городов этот подход получил в последние годы при количественном анализе таких планировочных показателей, как густота транспортной сети, плотность застройки и, отчасти, экологических - расчлененность рельефа, густота речной сети и т.п. с использованием различных алгоритмов (Соболь, 2019; Ампилова и др., 2012).

1.2.2. Подходы к анализу планировочной структуры городов

В рамках тематики исследования целесообразно обратиться к определению термина «планировочная структура», поскольку он играет дополняющую роль в алгоритме геоэкологических исследований городов. Под планировочной структурой в официальных документах понимается: «совокупность функциональных зон и планировочных элементов, связанных между собой в единое целое транспортной сетью, сетью центров жилых районов и микрорайонов, сетью зеленых насаждений и мест отдыха, а также инженерными

коммуникациями» (Справочник основных понятий..., 2017). Такое определение закреплено в градостроительном кодексе, генплане городов и иных нормативно-правовых актов, касающихся планировки. Несколько иное определение дают Малахова О.Е с соавторами: «территориальное распределение в городском пространстве компонентов городской инфраструктуры – градообразующей и градообслуживающей, социальной, коммунальной, транспортной и т.д.» (Малахова, 2022). Ключевыми в данном случае являются функциональные зоны, отражающие вид использования земель; градообразующие компоненты (промышленные объекты, жилые районы), транспортные (улично-дорожная сеть, транспорт) и коммунальные компоненты городской инфраструктуры, поскольку они определяют развитие и формирование города. Стоит также отметить, что на формирование планировочной структуры городов влияют 3 основных фактора – физико-географическое положение, историческое развитие, определяющие её конфигурацию, и социально-экономическая специализация (население и его специфика; отраслевая структура промышленности, сфера услуг).

Вопросами практического изучения планировочной структуры городов также занимались (Данилина, Власов, 2020); (Веретенников, 2014), в том числе с использованием средств ГИС-анализа (Карандеев, 2015; Михайлов, 2020 и др.) и в эколого-градостроительной области (Соколова, 2008). Стоит также упомянуть работу, посвященную геоэкологической оценке одного из ближайших городов-спутников Москвы – Балашихи, где применяются ГИС-технологии (Латыев, Широкова, 2023).

Планировочная структура города подчиняется иерархии по аналогии с ландшафтами и представлена территориальными единицами (элементами) – городскими районами, микрорайонами, кварталами, отдельными зданиями, а также экологическим каркасом (сетью зелёных насаждений и водных объектов), связанными улично-дорожной сетью (Бочаров, Кудрявцев, 1972). Выделяют следующие основные типы планировочной структуры по общепринятой классификации (Градостроительный кодекс..., 2024):

- радиальная (наличие выраженного центра города, закономерно оконтуренного кольцевыми дорогами);
- линейная (основная ось - продольная линия транспортной зоны, проходящая вдоль всего города),
- компактная (равномерное расположение всех функциональных зон в городском пространстве),
- решётчато-сетевая (наличие нескольких планировочных элементов, связанных транспортными линиями)
- лучевая.

Как правило, современные города сочетают в себе несколько типов с доминированием какой-либо одной, причём, сохранность истинного типа выше в центральной части города. При формировании планировочной структуры также прослеживается зонирование территории города. В этой связи, типичными зонами города являются: историческое ядро (центр) города; внутренняя зона и пригород.

При геоэкологической оценке, акцент ставится на дифференциации территории по административно-территориальному признаку или по функциональному назначению (промышленному, общественно-деловому, селитебному, рекреационному, транспортному и др.). Не менее значимым является выделение компонентов планировочной структуры – улично-дорожной сети, застройки, озеленённых территорий и др. Поскольку от их характеристик, во многом, зависит геоэкологическая обстановка города, как урбосистемы и, также, его устойчивость по отношению к антропогенному воздействию.

1.2.3. Города-спутники, определение понятия и специфика планировочной структуры городов-спутников Москвы

В контексте тематики работы следует сделать акцент на определении понятия «город-спутник» и характеристике основных типов планировочной структуры городов-спутников Москвы. Города-спутники обычно представляют собой: «города или посёлки городского типа, находящиеся и развивающиеся около более крупного, но не дальше, чем 30 км от города или крупного

предприятия, и тяготеющие к нему, как к центру в производственном, хозяйственном и культурно-бытовом отношении» (Города-спутники..., 1961). Объединение городов-спутников приводит к образованию агломераций, ярким примером которых в контексте данной тематики является Московская агломерация, включающая наряду с городом Видное, такие города, как Люберцы, Дзержинский, Реутов, Химки, Одинцово и т.д., образующие кольца. Стоит отметить, что одним из первых городов-спутников Москвы стал г. Зеленоград в 1960-м г в рамках программы по разгрузке мегаполиса.

Города-спутники классифицируются, как правило, по типам экономической специализации, составляющей планировочную основу города. В России существует примерно 20 городов-спутников, а в пределах Московской агломерации насчитывается более 10 таких городов (данные OpenStreetMap¹⁴; URBAN DESIGN ASSOCIATES¹⁵).

Стоит кратко охарактеризовать основные ближайшие города-спутники Москвы. На севере расположены 2 наиболее крупных города – Химки и Мытищи. Особенности их географического положения является расположение на возвышенности (Клинско-Дмитровской) с высотами 140-185 м и достаточно высокая площадь ближайших зеленых зон – 1,2 тыс. га (Московская область..., 1976). А также сложная конфигурация, протяженность с юго-востока на северо-запад и с юго-запада на северо-восток, расчлененность магистралями М10 и М11, Ленинградским направлением, Ярославским шоссе и Ярославским железнодорожным направлением (города Подмосковья..., 1979).

К югу, юго-востоку и востоку от Москвы располагаются города Видное, Люберцы и Реутов. Ключевыми особенностями является разрастание в сторону области, расчлененность магистралями М4 «Дон», «Солнцево-Бутово-Видное» и Павелецким направлением; Новорязанским, Старорязанским шоссе и Казанским железнодорожным направлением; шоссе Энтузиастов и Горьковским ж/д

¹⁴ Open Street Map, Data. Open cartographic data. [Электронный ресурс].– URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=2/69.6/-74.9> (дата обращения: 15.02.2023).

¹⁵ URBAN DESIGN ASSOCIATES. PPG Place, 3rd Floor, Pittsburgh, PA 15222. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.urbandesignassociates.com/> (дата обращения: 18.01.2023).

направлением. Эти города расположены в границах южного лесопаркового защитного пояса, особенно г. Видное, в пределах возвышенностей - Теплостанской и Реутовской (с высотами 150-175 и 160-168 м), за исключением Люберец, расположенных в пределах Мещерской низменности (130-140 м) (Московская область..., 1976).

На рисунке 1.2.3 представлено пространственное расположение основных городов-спутников Москвы, их планировочные особенности кратко охарактеризованы в таблице 1.2.3

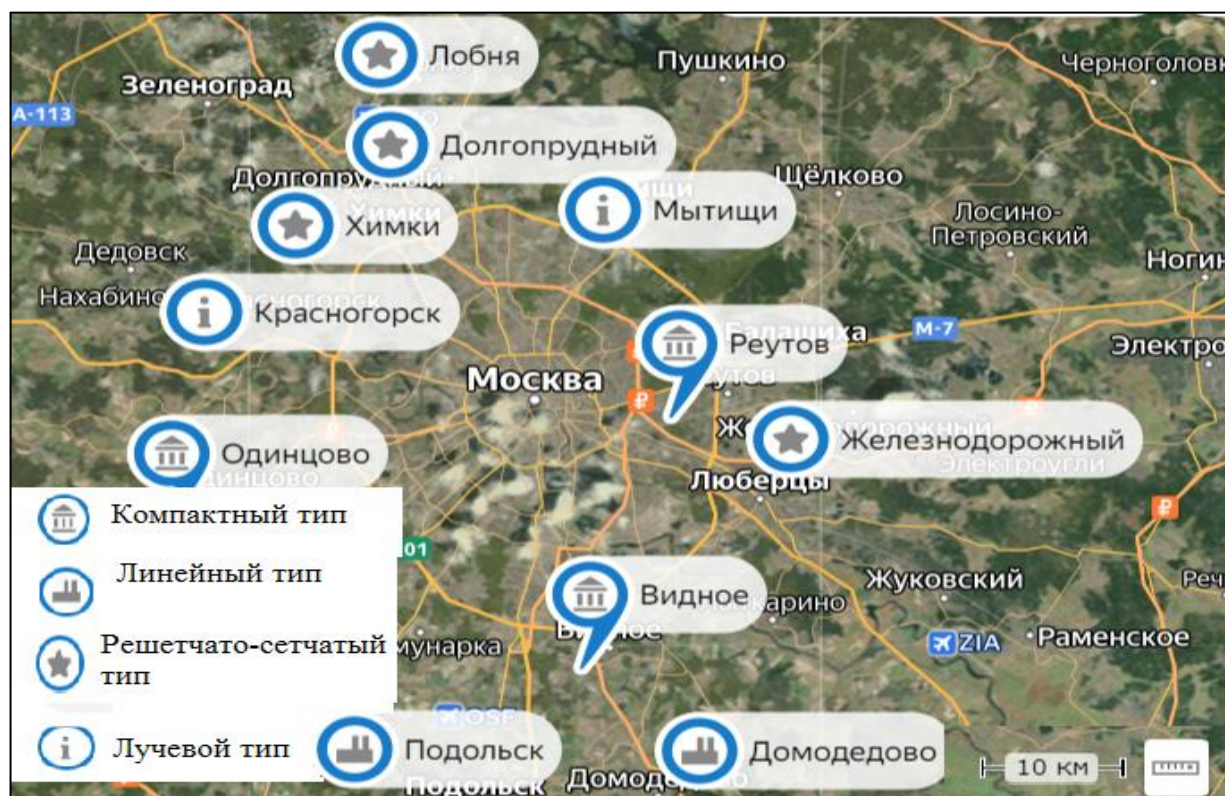


Рисунок 1.2.3. Схема ближайших городов-спутников Москвы и их дифференциация по планировочной структуре (составлено автором в программе «Яндекс карты»)

Таблица 1.2.3. Города-спутники Москвы и их функционально-планировочные особенности (составлено автором по (Города-спутники..., 1961))

Тип планировочной структуры	Примеры городов-спутников	Особенности города-спутника
Компактный линейный	Видное, Подольск, Домодедово	Градообразующим компонентом являются предприятия; значительная протяжённость вдоль транспортных магистралей
Решётчато-сетчатый	Долгопрудный, Лобня, Химки,	Доминирование селитебных зон; чередование рекреационных зон

	Железнодорожный	
Компактный преимущественно	Реутов, Одинцово	Равномерное размещение всех функциональных зон с доминированием коммунально-складских
Лучевой и/или компактный	Мытищи, Красногорск	В качестве ядра выступают научно-производственные объединения

Таким образом, ключевые особенности планировочной структуры этих городов-спутников состоят в том, что, они сочетают в себе несколько ее типов, с преобладанием в одних - линейного и в других – городах компактного. Ещё одной немаловажной специфической чертой является то, что доминирующую роль играет градостроительный компонент, представленный жилой многоэтажной, многоквартирной застройкой; избыточность коммунально-складских зон и высокая плотность транспортной сети.

Специфика развития планировочной структуры заключается в том, что преобладает многоэтажная застройка городских окраин с небольшой площадью озеленённых территорий и моноцентрический характер развития городов и, как следствие, транспортная перегруженность центральных районов (Концепция развития..., 2013).

1.2.4. Понятие урбосистемы в контексте планировочной структуры города

При рассмотрении планировочной структуры, стоит также обратиться к понятию урбосистема, под которым понимается: «неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем» (Реймерс, 1990). Сходными свойствами обладают и города, которые также относятся к природно-антропогенным системам. Современные города относятся к сложным урбосистемам, которые, по выражению Н.Ф.Милькова: «состоят из определённых видов природно-антропогенных (городских) ландшафтов или функциональных зон (районов), различающихся по виду землепользования - промышленные, сельскохозяйственные, жилые, рекреационные и др.» (Мильков, 1973).

В структуре урбосистем И.В.Ивашкина выделяет следующие базовые подсистемы: природная – компоненты окружающей среды и антропогенная –

производственная, градостроительная – жилая застройка, инженерно-инфраструктурная – коммунальные сооружения и транспортная сеть (рисунок 1.2.4). С точки зрения геоэкологической оценки, в силу её комплексности, интерес представляют все аспекты.



Рисунок 1.2.4. Структура города, как сложной урбосистемы (составлено по Ивашкина, 2010)

Несколько другой, более широкий термин, используемый в том числе при геоэкологической оценке урбосистем - городская среда, представляющая собой: «часть географической оболочки (глобальной среды обитания человека и всех других живых организмов), ограниченная территорией, занятой городом, его пригородами и связанными с ними инженерными и транспортными сооружениями» (Приказ..., 2017). Общими в этих определениях являются глобальная среда обитания (природная подсистема); инженерные и иные сооружения (антропогенная подсистема). Планировочная структура города косвенно определяет геоэкологические особенности и специфику развития урбосистемы. Так, например, чем лучше выражены элементы природной подсистемы – зеленые зоны, водные объекты и пр., а также компактнее распределены, тем благоприятнее геоэкологическая ситуация.

Таким образом, геоэкологическая оценка урбосистем и анализ их планировочной структуры необходимы для выделения разнородных ареалов на локальном уровне, различающихся текущей геоэкологической ситуацией в пределах районов и ее динамикой, определяемой, во многом, типом планировочной структуры города. Алгоритм такой оценки имеет свою специфику, а именно наряду с критериями и показателями геоэкологической ситуации учитываются также специфические параметры городской среды – застройка территории, динамика развития города, обеспеченность зелеными зонами и пр., а также, виды функционального использования территории.

1.2.5. Применение геоэкологической оценки для анализа городских территорий и их планировочной структуры

В качестве основы диссертационного исследования использован подход геоэкологической оценки (Кочуров, 1997), включающий в себя различные аспекты оценки территории, как анализ источников и видов антропогенного воздействия; оценку загрязнения природных сред; степени преобразования и динамику изменения территорий. Помимо этого, результаты оценки позволяют делать прогнозы по динамике экологической ситуации и обосновывать рекомендации по охране окружающей среды и благоустройству городов.

Цель геоэкологической оценки состоит в получении достоверной информации, для предотвращения или ликвидации неблагоприятных экологических последствий хозяйственной деятельности людей, а также поддержания социально-экономических функций территории и оптимальных условий жизни населения. Ключевыми задачами этого подхода являются: установление природно-ландшафтной дифференциации; определение состояния ландшафтов и их отдельных компонентов; установление степени антропогенного воздействия на ландшафт; определение потенциальных возможностей ландшафтов в противостоянии антропогенным нагрузкам; выявление экологических ситуаций и оценка степени их остроты; разработка рекомендаций по улучшению экологической обстановки (Кочуров, 1997). В тоже время, при

реализации данного подхода зачастую недостаточно используются геоинформационные технологии и, особенно, методы ГИС-моделирования и материалы ДЗЗ, которые являются весьма перспективными, существует необходимость ввода весовых коэффициентов и обоснования их градаций, что усложняет алгоритм оценивания, а результаты оценки носят несколько субъективный характер (Коробов и др., 2007; Коробов, 2008). Принципиальный алгоритм геоэкологической оценки заключается в том, что оцениваемым компонентам (по антропогенному воздействию на природные среды – воду, воздух и пр.) присваивается буквенный индекс (например, А – атмосфера; П – почва и т.д.), затем дается бальная оценка по градациям, связанным с превышением ПДК («Критерии оценки экологической...», 1992» и др.), которая с помощью матрицы (Кочуров, 1997) переводится в итоговые градации для интегральной оценки экологической ситуации на различных иерархических уровнях.

Для геоэкологической оценки городских территорий схема методологически не отличается и подразумевает добавление в алгоритм оценки других тематических блоков, в соответствии со спецификой объектов исследований. Это могут быть, например, блоки, связанные с оценкой планировочной структуры, характеризующей специфические городские параметры (обеспеченность зелеными зонами, транспортной инфраструктурой, застройка территории и т.п.). Интеграция этих блоков в структуру геоэкологической оценки позволяет детальнее анализировать городскую территорию и оценить ее с точки зрения в комплексе со сложившейся экологической ситуацией и ее динамикой. В таблице 1.2.5 детально рассмотрены подходы, критерии и показатели, используемые при геоэкологической оценке городских территорий.

Таблица 1.2.5. Критерии и показатели для геоэкологической оценки городских территорий (составлено автором по литературным источникам)

I Подходы к комплексной оценке городской среды и планировочной структуры					
Подход	Вид оценки	Критерий оценки	Градации оценки	Показатели для расчета	Источник
1. Качество городской среды	Оценка качества городов	Индекс качества городской среды	благоприятная городская среда – 181-360 баллов; неблагоприятная городская среда – 0-180 баллов.	<i>Сумма баллов по 36 индикаторов (от 0 до 10) = 360 баллов.</i> Где основные индикаторы: жилье; общественно-деловая; социально-досуговая инфраструктура, зеленые территории; улично-дорожная сеть; общегородское простр-во.	Индекс качества городской среды ¹⁶
2. Урбозко диагностика	Оценка состояния городской среды	Коэффициент напряжённости экологической ситуации - $K_{нэс}$	0,1 – Условно благоприятная; 0,1-1 – удовлетворительная; 1-10 – относительно удовлетворительная; 10-20 – напряженная; 20-50 – критическая; 50 – кризисная	$K_{нэс} = 10^{-3} * \left(\frac{П_а}{ПЗА} + П_п + П_ш \right) * \frac{V_в}{E_c} * P_n$ где: ПА – комплексный показатель состояния атмосферного воздуха; ПЗА – интегральный показатель потенциала загрязнения атмосферы; Пп- комплексный показатель уровня загрязнения почв; Пш – показатель шумового загрязнения территории; $V_в$ – показатель удельного веса воздействующих объектов; P_n – коэффициент плотности населения; E_c - показатель средоохранной и средовоспроизводящей емкости территории	Ивашкина И.В, Кочуров Б.И (2018)
3. Оценка урбанизированности	Оценка степени урбанизированности ландшафта	Индекс урбанизированности	0-0,3 – естественные территории; 0,3-0,7 – урбанизированные территории; 0,7-1 – высоко урбанизированные территории	$UI = \log_{10}\{U + A F + W\}$ где: UI – индекс урбанизированности; U – городская зона; A – с.-х площадь; F – площадь естественной растительности; W – площадь водных угодий	Carr, e.t.g (2017); Costa (2017); Wrbka (2004)

¹⁶ Индекс качества городской среды. [Электронный ресурс]. - URL: <https://индекс-городов.рф> (дата обращения: 25.01.2023).

I Подходы к комплексной оценке городской среды и планировочной структуры					
Подход	Вид оценки	Критерий оценки	Градации оценки	Показатели для расчета	Источник
4. Эколого-геоморфологическая оценка урбостием	Оценка трансформации рельефа	Балльная оценка	*0-1 – Благоприятные; 1-2 – неблагоприятные; 2-3 – особо неблагоприятные (*для морфометрических); «Опасные» и «неопасные» для остальных	*Морфометрические показатели, уровень грунтовых вод, воздействие на литосферу, и др.	Лихачева Э.М (1990)
5. Фрактальный анализ	Оценка плотности элементов планировки	Показатель фрактальной размерности, ед.	1,2 > D – вырождение системы 1,2 < D < 1,7 – преобладание процессов саморегуляции системы 1,7 < D – необратимое состояние системы (кризис)	$D_f = \log N / \log(1/r)$ где: Df – фрактальная размерность, 1/r – регулирующий коэффициент (например, если предыдущая клетка делится на 36 клеток, то r = 6), N – количество заполненных квадратов в конкретном масштабе.	Насонов А.Н, Цветков И.В (2018); Иудин Д.И., Чечин А.В (2014)
6. Застроенность территории	Оценка степени застроенности	Коэффициент застройки, ед.	Не более 0,4 – нормативное значение	(Площадь застройки / общая площадь (района, квартала))	Свод правил (СП 42.13330.2016) ¹⁷
7. Озелененность территории	Оценка обеспеченности зелеными зонами	Показатель обеспеченности зелеными зонами, %	Не менее 25% или 6 м ² /чел – нормативное значение для жилых районов крупнейших, крупных и больших городов	(Площадь зеленых зон * 100 / общая площадь (района, квартала)); (Площадь зеленых зон / число жителей)	

¹⁷ "СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*" (утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1034/пр) – 125 с.

Для условий проживания населения используются, главным образом, критерии качества среды – показатели загрязнения атмосферы, водных объектов, почв и т.д. Геоэкологическая оценка при таком подходе базируется, на информационной базе (экодиагностике), которая включает в себя природный и экологический блоки. Природный блок включает в себя анализ природных компонентов (климат, объекты гидрографии, геологическая среда и рельеф, почвенный покров, растительность и т.п.). Экологический блок включает информацию о размещении и характеристиках источников загрязнения окружающей среды (объекты промышленной и коммунальной сферы, и т.п.) (Кочуров, 2003). Такие подходы, как урбоэкодиагностика и оценка качества городской среды носят практико-ориентированный характер, учитывают в основном социальные параметры и применяются для исследований городской среды.

Таким образом, непосредственно сам алгоритм комплексной геоэкологической оценки состоит в следующем: вначале проводится анализ природных и антропогенных ландшафтов, включающий покомпонентную характеристику и ландшафта в целом; дифференциацию по административно-территориальным и иным образованиям; определение типов антропогенного воздействия, в том числе источников загрязнения и его ареалов. Далее производится комплексная геоэкологическая оценка территории, включающая определение состояния рельефа (например, степени преобразованности, расчлененности и т.п.), параметров атмосферы (потенциала самоочищения), состояния водных объектов, почв, растительности. Конечным этапом является определение мероприятий по оптимизации состояния окружающей среды, включающее предложение и обоснование конкретных мер и рекомендаций по охране окружающей среды, анализ эффективности этих мер с учётом текущего и прогнозируемого состояния ландшафтов.

Выводы к главе 1

1. В результате проведенного анализа теоретико-методологических подходов по геоэкологической оценке территории установлено:

– геоэкологическая оценка территорий включает в себя направления геосистемного и ландшафтно-экологического анализа, а также комплексную геоэкологическую оценку. Последнее направление является важным, так как позволяет системно оценить, как природную, так и антропогенную составляющие городов. Эта методика применима и для оценки планировочной структуры городов, так как подразумевает принцип иерархии - от уровня субъектов до конкретных городских районов и ареалов и возможность комбинировать различные показатели;

– наиболее часто используемые критерии оценивания - нормативы качества, воздействия на окружающую среду, неканцерогенного риска, которые регламентируют уровни загрязнения и антропогенной нагрузки в целом. Они узкоспециализированы, носят отраслевой характер и не позволяют в полной мере оценить динамику геоэкологической ситуации города и развития его планировочной структуры;

2. Анализ методологических подходов по геоэкологической оценке городов и планировочной структуры показал, что:

– основными направлениями геоэкологической оценки городов являются урбоэкодиагностика и эколого-геоморфологическая оценка урбосистем, которые посвящены анализу архитектурно-планировочных особенностей городов и разработке практических рекомендаций по градостроительному развитию;

– использование показателей нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) при геоэкологической оценке городских территорий является перспективным и позволяет количественно оценить динамику геоэкологического состояния на различных иерархических уровнях и временных диапазонах. Это дает возможность выявить планировочные особенности городов и оценить их влияние на геоэкологическую ситуацию.

Глава 2. Алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города

2.1. Структура алгоритма геоэкологической оценки территорий для анализа и оценки планировочной структуры городов

Особенности предлагаемого метода. Адаптация методики геоэкологической оценки для задач анализа городских территорий и их планировочной структуры заключалась в нескольких аспектах.

Во-первых, использованы показатели, отражающие специфику планировочной структуры городов-спутников и динамику развития, что внесло новый методический аспект в геоэкологическую оценку территорий.

Во-вторых, наряду со статистическими материалами и полевыми исследованиями применены данные ДЗЗ более крупного масштаба с использованием современных методов ГИС-моделирования (модуль Trends.Earth), что позволило проанализировать текущее состояние, динамику развития города, сделать прогноз для различных сценариев его развития и визуализировать результаты при помощи ГИС-технологий.

В-третьих, был применен балансовый подход для оценки соотношения «воздействие – устойчивость». Использование методологии оценки НБДЗ с учетом специфики и масштаба территории позволили оценить сбалансированность геоэкологической и планировочной составляющей городской среды.

Период оценки. Оценка показателей проводилась для 2-х временных периодов – как для изучения текущего состояния городской территории (за последние несколько лет), так и для исследования динамики развития города (набор данных ДЗЗ за период с 2000 года). Это дало возможность выявить геоэкологические и планировочные особенности и установить пространственно-временные закономерности развития города.

Уровень проведения оценки. Методология адаптировалась по сочетанию показателей геоэкологической ситуации, состояния планировочной структуры и

динамики развития территории под масштаб исследований. Оценка проводилась на двух иерархических уровнях:

- на муниципальном уровне рассматривались микрорайоны в соответствии с административно-территориальным делением города;
- на локальном уровне изучались ареалы участков внутри границ микрорайонов, выделенные по схожим характеристикам оценки с учетом тенденций динамики территорий.

Этапы и блоки оценки. В обобщенном виде, последовательность предлагаемой геоэкологической оценки планировочной структуры следующая.

Этап 1. Сбор и анализ исходных данных, необходимых для оценки геоэкологической ситуации (включает два блока данных: по геоэкологическому состоянию и по планировочной структуре).

Этап 2. Оценка геоэкологической ситуации (включает два блока данных: по геоэкологическому состоянию и по планировочной структуре).

Этап 3. Оценка динамики геоэкологической ситуации (включает два блока данных: по геоэкологическому состоянию и по планировочной структуре).

Этап 4. Геоэкологическая оценка планировочной структуры на уровне города (муниципальном уровне), включает блоки оценки геоэкологической ситуации по микрорайонам города; анализа динамики геоэкологической ситуации по микрорайонам города; зонирования территории города в целом по геоэкологической ситуации.

Этап 5. Геоэкологическая оценка планировочной структуры микрорайонов города (локальный уровень), включает блоки оценки геоэкологической ситуации в границах города; анализ динамики геоэкологической ситуации в границах городских микрорайонов; зонирования территории микрорайонов города по геоэкологической ситуации.

Этап 6. Разработка рекомендаций по устойчивому развитию города, включает 2 блока: сравнительный анализ результатов геоэкологической оценки планировочной структуры города и микрорайонов; разработка рекомендаций по устойчивому развитию города.

Последовательность действий при оценке и взаимосвязи выделяемых этапов более подробно представлены в алгоритме геоэкологической оценки планировочной структуры города (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. Алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города (составлено автором)

2.2. Последовательность действий и показатели оценки геоэкологического состояния городской территории

Геоэкологическое состояние городских территорий оценивалось с точки зрения анализа природных условий, формирующих городскую среду, и оценки воздействия деятельности человека на окружающую среду. Для этой цели сформированы две основные группы показателей: природные условия и техногенное воздействие на территорию города.

Природные условия оцениваются с точки зрения учета особенностей рельефа территории, состояния растительного покрова и направления господствующих ветров. Отметим, что эти показатели имеют немаловажное

значение для оценки пространственного распределения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и размещения городского землепользования. Поскольку, рельеф в целом однородный, перепад высот относительно небольшой (около 10-20 м). Почвенный покров и растительность оцениваются по состоянию наземного покрова, индексу NDVI и продуктивности земель. Гидрологические объекты ввиду их немногочисленности (представлены р. Битца и прудами), не используются в хозяйственных целях, а также отсутствуют загрязнения¹⁸.

Техногенная нагрузка оценивается по загрязнению атмосферного воздуха: валовым показателям выбросов по загрязняющим веществам и индексу загрязнения атмосферного воздуха (открытые данные Росприроднадзора и личные инструментальные измерения содержания загрязняющих веществ), а также показателя воздействия людей и их хозяйственной деятельности - объему образования и накопления отходов¹⁹ производства и потребления (открытые данные Росприроднадзора). В связи с тем, что в открытых данных представлены только показатели валовых выбросов и отсутствуют материалы обследований атмосферного воздуха в границах городской территории на конкретные загрязняющие вещества, то возникает необходимость в проведении дополнительных инструментальных измерений. Необходимо отметить, что техногенная нагрузка – это только один из критериев оценки. А комплексно оценивается геоэкологическая ситуация в целом (используются геоэкологические и планировочные показатели, а также показатели, отражающие динамику). Разработанная система показателей оценки геоэкологического состояния городской территории, представлена в таблице 2.2.

¹⁸ Результаты лабораторно-инструментальных исследований проб воды и водных объектов на территории Ленинского городского округа за 2019 год. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.adm-vidnoe.ru/news/1-0-23> (дата обращения: 20.02.2023).

¹⁹ «Степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на природу в целом и на её отдельные экологические компоненты» (Критерии оценки экологической..., 1992; МР комплексное определение антропогенной..., 2023)

Таблица 2.2. Система показателей оценки геоэкологического состояния города (составлено автором)

Показатели	Исходные материалы	Методика расчета	Результат
Природные условия			
1. Рельеф, Абсолютные высоты, расчлененность (Ah*)	Данные цифровой модели рельефа - ЦМР ²⁰	Дифференциация территории по высотам в метрах в ГИС	Проведение зонирования территории на основе особенностей рельефа
2. Преобладающее направление ветра (H)	Данные архива погоды ²¹	Автоматический расчет румбов в % эквиваленте (за год)	Выявление преобладающих направлений ветров для учета при оценке загрязнения атмосферного воздуха
3. Состояние растительности (NDVI)	Снимки Landsat 4-5 и 8-9, 30 м/пиксель ²²	Вычисление индекса NDVI	Анализ текущего состояния растительности
4. Динамика наземного покрова (D)	Программный модуль Trends. Earth QGIS с глобальной базой данных ²³ , снимки Landsat 4-5 и 8-9, 30 м/пиксель ²⁴	Индекс НБДЗ = площадь (в км ²) деградированных – площадь (в км ²) улучшенных земель	Анализ динамики деградации земель, выделение ареалов
5. Динамика продуктивности земель (P)		Сравнение композитов снимков Landsat 4-5 за вегетационный период на основе обработанных значений вегетационного индекса NDVI	Анализ динамики растительности, выделение ареалов
Техногенная нагрузка			
6. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (B)	Официальные данные Росприроднадзора по номенклатуре и объему выбросов загрязняющих веществ ²⁵ Данные инструментальных полевых измерений автора по содержанию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	Количество выбросов на душу населения (кг / чел, в год)	Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по конкретным веществам
7. Индекс загрязнения атмосферного воздуха (A)		$ИЗА = \sum (q_{cp} / ПДК_{cc}) \wedge c_i$ Q _{cp} – осредненная концентрация веществ; ПДК _{cc} – предельно-допустимая концентрация; c _i – коэффициент класса опасности	Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха
8. Образование отходов (От)	Официальные данные Росприроднадзора по источникам образования	Количество отходов на душу населения (кг / чел, в год)	Оценка величины образования отходов

Примечание: *Буквенные индексы оцениваемых показателей

²⁰ 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).

²¹ Архив погоды в Горках Ленинских. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 26.09.2023).

²² Earth Observing System. EOS Crop Monitoring. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.esa.int/> (дата обращения: 19.01.2023).

²³ Trends.Earth. A new tool to assess the health of the land that supports us. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.trends.earth/en/latest/index.html>

²⁴ Earth Observing System. EOS Crop Monitoring. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.esa.int/> (дата обращения: 19.01.2023).

²⁵ Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024).

Первым шагом оценки геоэкологического состояния является создание картографической базы данных средствами ГИС-технологий в программе QGIS²⁶, включающей следующие слои;

- топографическая основа, включая цифровую модель рельефа;
- направление господствующих ветров;
- тематические слои: объекты негативного воздействия на окружающую среду (ОНВОС), включающие их характеристики: тип, категория, валовые объемы выбросов в атмосферный воздух, объем образования отходов и другие.

Источниками являются цифровые модели рельефа, данные метеорологических наблюдений, официальные открытые данные Росприроднадзора²⁷, данные личных инструментальных измерений за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Вторым шагом является оценка геоэкологического состояния на основе имеющихся данных по техногенному воздействию с учетом особенностей природных условий территории. На основе полученных результатов создаются соответствующие тематические карты (тематические слои), показывающие количественное распределение техногенной нагрузки и степени загрязнения по городу в целом и по микрорайонам города.

Третий шаг – анализ динамики геоэкологического состояния города. Для анализа динамики используются показатели наземного покрова и продуктивности земель. Методологической основой их оценки является концепция НБДЗ и разработанная на ее основе методология оценки индикатора ЦУР 15.3.1 «Доля деградированных земель». Согласно методологии, оценка производится с помощью программного модуля Trend.Earth QGIS на основе глобальных баз данных. Оценка производится путем сравнения значений трех субиндикаторов (динамика наземного покрова, продуктивности земель, почвенного органического углерода) с базовым периодом оценки (2000-2020 года).

²⁶ QGIS. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://qgis.org/ru/site/> (дата обращения: 22.01.2024).

²⁷ Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024).

Показатель динамики наземного покрова, как основного физического компонента любой урбосистемы характеризует различные типы переходов земель, которые отражают изменения в землепользовании, косвенно определяющие тенденции геоэкологической ситуации. Он рассчитывался на основании двух индикаторов – собственно деградация (Land cover degradation) и переходы типов земель (Land cover transitions). По умолчанию, в программе используется базовая матрица переходов земель в Trends.Earth для назначения типов земель и вычисления тенденций изменения территории. В конечном счете, при помощи данного модуля составляются карты динамики продуктивности земель и потенциальных переходов типов наземного покрова. Матрица оценивает переходы (улучшение, ухудшение или стабильное состояние) следующих типов наземного покрова: лесопокрываемая площадь, травянистые сообщества, пахотные земли, водно-болотные угодья, искусственные поверхности, водные объекты, другие земли. При необходимости, данная матрица может быть скорректирована для учета особенностей городской территории.

Показатель продуктивности земель отражает динамику фитомассы зеленых зон, являющихся средоформирующим компонентом городов. Он включает в себя расчет нескольких индикаторов динамики ее состояния:

- траектория (Trend): статистически значимый тренд продуктивности за весь период наблюдений;
- состояние (State): сравнение средней продуктивности последних лет (обычно 3 лет) со средним уровнем за базовый период;
- производительность (Performance): сравнение продуктивности конкретного участка с другими участками, имеющими схожий почвенно-растительный потенциал.

Указанные параметры вычисляются и интегрируются в обобщенный показатель автоматически, на основе обработки средне сезонных значений индекса NDVI. Индикатор продуктивности земель основывается на использовании данных Европейского исследовательского центра (GioGlobal

Land..., 2015), интегрированных в модуль Trends.Earth, имеющих достаточно низкое разрешение – 200-300 м/пиксель.

Для оценки городских территорий рекомендуется использовать набор данных с более высоким разрешением, например временной ряд снимков спутника Landsat 4-5 и 8-9, составленных в композиты с пространственным разрешением 10 м/пиксель, полученных в период наиболее интенсивной вегетации (с мая по август). После обработки снимков необходимо провести расчёт серий нормализованного разностного индекса вегетации – NDVI, с учетом специфики городской среды (Трифонова и др., 2005). Затем, полученные обработанные снимки загружаются в плагин Trends.Earth для QGIS в виде пользовательских данных, и осуществляется анализ динамики продуктивности земель. В результате чего в QGIS автоматически выделяются 5 основных классов: снижение; умеренное снижение; стабильное состояние с тенденцией к риску (снижению продуктивности); стабильное состояние и, наконец, увеличение продуктивности. Эти классы могут быть использованы для оценки как по 5 указанным градациям, так и по 3 укрупненным группам - деградация (снижение продуктивности); стабильное состояние и улучшение (рост продуктивности).

Четвертый шаг – геоэкологическое зонирование городской территории. Включает комплексный картографический анализ полученных результатов с использованием ГИС-инструментов. Результаты такого анализа позволяют провести зонирование городских территорий по геоэкологическому состоянию.

Общая последовательность шагов для оценки геоэкологического состояния территории представлена в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1. Последовательность этапов для оценки геоэкологического состояния города (составлено автором)

Этап оценки	Исходные данные	Результат
1. Создание картографической базы данных интегрированной в ГИС (QGIS)	Программное обеспечение QGIS; данные ЦМР	Создан проект в QGIS, включающий тематические слои; топографическая основа, включая цифровую модель рельефа, направление

		господствующих ветров, объекты негативного воздействия на окружающую среду и другие
2. Оценка геоэкологического состояния на основе данных по техногенному воздействию с учетом особенностей природных условий территории	Официальные данные Росприроднадзора по источникам выбросов, образования отходов; материалы инструментальных измерений	Анализ данных по техногенной нагрузке: загрязнение воздуха, накопление отходов. Визуализация результатов оценки с созданием тематических карт (тематических слоев) с пространственным распределением техногенной нагрузки по городским территориям
3. Оценка динамики геоэкологического состояния территории	База данных Trends.Earth, Архив космических снимков Landsat	Анализ данных по динамике геоэкологического состояния на основе показателей изменения наземного покрова и продуктивности земель по городским территориям. Визуализация результатов и оценка трендов по градации «ухудшение», «улучшение», «стабильное состояние»
4. Геоэкологическое зонирование городской территории	Материалы геоэкологической оценки; программное обеспечение QGIS	Комплексное рассмотрение полученных результатов позволяет выделить зоны с однородными значениями показателей и провести на этой основе зонирование по городским территориям

2.3. Последовательность действий и показатели оценки состояния и динамики планировочной структуры города

Проведенный в главе 1 диссертации анализ работ по оценке состояния планировочной структуры выявил несколько ключевых показателей, которые были взяты за основу оценки состояния планировочной структуры города:

- обеспеченность зелеными зонами (отражает процентное распределение древесной растительности, преимущественно пород липы, дуба);
- коэффициент застройки (учитывает долю площадей искусственных типов наземного покрова от общей площади);
- показатель фрактальной размерности улично-дорожной сети (анализ, учитывающий плотность элементов планировочной структуры).

По этим показателям имеются открытые данные; они целостно отражают состояние планировочной структуры и взаимосвязь ее элементов; а также влияние на природную составляющую города и население.

Исходными данными для оценки показателей в границах микрорайонов города в программе QGIS является набор открытых картографических данных, предоставляемых Open Street Map - OSM²⁸, включающих векторные слои с количественными атрибутами – площадь, длина и т.п. Тематические данные по конкретным рассматриваемым территориям находятся в документах градостроительного проектирования – генеральных планах развития городов и других тематических документах.

Ключевым индикатором для оценки динамики планировочной структуры города является показатель динамики городского землепользования, учитывающий изменение площадей функциональных зон, выделяемых при градостроительном планировании. Методология расчета основана на модификации алгоритма расчета индикатора ЦУР 15.3.1, реализованного в модуле Trends.Earth QGIS: а именно, перечень предлагаемых по умолчанию типов наземного покрова (лесопокрытая площадь, травянистые сообщества, пахотные земли, водно-болотные угодья, искусственные поверхности, водные объекты, другие земли) модернизируется с учетом особенностей городских территорий.

Система показателей оценки состояния и динамики планировочной структуры города представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Система показателей для оценки состояния и анализа динамики планировочной структуры (составлено автором)

Показатели	Исходные материалы	Методика расчета	Результат
1.Обеспеченность зелеными зонами (Оз)	Материалы Генплана г. Видное (Проект внесения,...2023)	Отношение площади зеленых зон к общей площади территории	Определение степени озелененности территории

²⁸ Open Street Map, Data. Open cartographic data. [Электронный ресурс].– URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=2/69.6/-74.9> (дата обращения: 15.02.2023).

2. *Коэффициент застройки (Кз)	Материалы Генплана г. Видное (Проект внесения,...2023)	$K_z = (\text{площадь застройки} + \text{площадь улично-дорожной сети}) / (\text{площадь общая})$	Оценка плотности застройки территории
3**Плотность улично-дорожной сети (Пл)		Показатель фрактальной размерности $D_f = \log N / \log(1/r)$ N – число заполненных ячеек; 1/r – поправочный коэффициент	Оценка густоты транспортной сети
4. Динамика городского землепользования (P1)	База данных Trends. Earth (URL: https://docs.trends.earth/en/latest/), Генплан г. Видное (Проект внесения,...2023)	Модификация матрицы оценки переходов типов земель в зависимости от особенностей города. Замена матрицы переходов в алгоритме расчета, сравнение снимков Landsat 4-5 и 8-9 в модуле urban change, вычисление площадей	Площадь по функциональным зонам и типам земельного покрова за период оценки. Динамика городского землепользования за рассматриваемый период

Примечание: *Показатель выражен в безразмерных единицах; ** показатель для анализа планировочной структуры.

На первом шаге оценки проводится сбор и обработка исходных картографических данных, включающих общие векторные слои границ города, микрорайонов, зеленых зон, застройки, улично-дорожной сети и других функциональных зон города. Проводится сбор тематических данных непосредственно по объекту исследования (генеральные планы развития города, другие тематические документы) их картографическая обработка и создание тематических слоев по планировочной структуре города. Итогом этого шага является проект в QGIS, содержащий исходные картографические данные по городу в виде тематических слоев.

Второй шаг связан с проводимым в геоинформационной системе QGIS расчетом и анализом показателей:

- обеспеченности зелеными зонами;
- застройки территории в границах микрорайонов.

Данные показатели рассчитываются по соотношению площадей соответствующих функциональных зон с использованием стандартных аналитических алгоритмов, заложенных в QGIS.

На третьем шаге оценки рассчитывается показатель фрактальной размерности для улично-дорожной сети. Для этого используется программа GWYDDION²⁹ (мультиплатформенное модульное бесплатное программное обеспечение для визуализации и анализа данных методом сканирующей зондовой микроскопии). Отметим, что существует множество различных способов определения фрактальной размерности, например, Хаусдорфа с помощью концентрических окрестностей, Минковского при помощи построения и наложения на карту ячеек (box-counting) с заданным масштабом, их анализа программными средствами (Бабич, 2010; Shiguo Jiang и др., 2018). Для городских земель предпочтительнее использование размерности Минковского, так как она наиболее доступна и удобна для учета специфики компонентов планировочной структуры.

Следующий шаг – анализ в QGIS полученных данных по показателям для оценки текущего состояния планировочной структуры, их визуализация полученных материалов анализа.

Пятый шаг оценки - анализ динамики планировочной структуры (городского землепользования). Производится в следующей последовательности.

Создание слоев исходных данных. Подбираются и обрабатываются для загрузки в модуль Trend.Earth QGIS разновременные снимки спутника Landsat 4-5 и 8-9³⁰ на территорию города. Это позволит повысить точность расчетов – по умолчанию интегрированные в модуль Trends.Earth снимки Европейского исследовательского центра (GioGlobal Land..., 2015) имеют достаточно низкое разрешение – 200-300 м/пиксель. Использование композитов на основе снимков спутников Landsat 4-5 и 8-9 позволяет повысить пространственное разрешение до 10 м/пиксель, что позволяет заменить глобальные наборы данных и использовать для крупномасштабного уровня.

²⁹ Copernicus Open Access Hub. Open Access Center for Satellite Images. [Электронный ресурс]. – URL: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> (дата обращения: 25.02.2023).

³⁰ Gwyddion. Руководство. [Электронный ресурс]. – URL: <http://gwyddion.net/documentation/user-guide-ru/> (дата обращения: 10.02.2023).

Оценка динамики городского землепользования функциональных зон. При помощи модуля Trends.Earth для QGIS (функция «urban change») с использованием загруженных ранее слоев с генплана города, проводится сравнение площадей функциональных зон и застроенных территорий в период с 2000 по 2020 гг. и с 2013 по 2023. Оценка проводится в пределах каждой функциональной зоны и территории города в целом по градации: ухудшение – прирост застроенных территорий, сбалансированно – без изменений, улучшение – увеличение доли зеленых насаждений. Результаты проведенного ГИС-моделирования верифицируются при помощи сопоставления с космическими снимками на территорию города и таблицами с количественными данными об изменении площадей, выраженные в км² и в % от общей площади функциональной зоны, города. Далее результаты визуализируются в соответствующие тематические слои модуля Trends.Earth.

Оценка динамики наземного покрова. Для более детального анализа планировочной структуры города используются возможности оценки динамики наземного покрова в плагине Trends.Earth для QGIS. Поскольку, базовая матрица слишком генерализирована (обобщена) и не учитывает специфику городских территорий, для задач исследования необходимо адаптировать классификацию наземного покрова, предлагаемую Trends.Earth по умолчанию для анализа элементов планировочной структуры, путем ее замены на новые пользовательские классы в модуле Trends.Earth. Для этого использовалась обучающая классификация в SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses - ГИС с открытым исходным кодом для редактирования и анализа пространственных данных). В таблице 2.3.1 приведено краткое обоснование замены исходных показателей на пользовательские при использовании алгоритма расчета Trends.Earth.

Таблица 2.3.1. Рекомендации для замены показателей, используемых в алгоритме расчета модуля Trends.Earth при оценке динамики городского землепользования (составлено автором)

Субиндикаторы, используемые	Пользовательские	Обоснование замены
-----------------------------	------------------	--------------------

в Trends.Earth для расчета доли деградированных земель	показатели, предлагаемые для оценки динамики землепользования городских земель	
Динамика наземного покрова	Динамика городского землепользования	Позволяет детально проследить изменения в планировочных элементах, в том числе на локальном уровне
Динамика продуктивности земель	Площадь зеленых зон	Целесообразно проводить оценку площадей зеленых зон, так как показатель NDVI слишком чувствителен для оценки в городах
Почвенный органический углерод	Динамика планировочной структуры	Застройка территории отражает этапы развития города, а исходный показатель некорректно показывает динамику

В модуле Trends.Earth, который интегрирован в программу QGIS, для оценки переходов показателей динамики наземного покрова используется базовая матрица оценки переходов по градации: улучшение, ухудшение, стабильно. Для оценки городских территорий матрица модифицируется по следующей схеме корректировки переходов типов наземного покрова:

- лесопокрываемые земли заменены на зеленые зоны (лесопарки), также представленные древесной растительностью;
- травянистые сообщества заменены на озелененные территории, включающие скверы, элементы придомового озеленения, имеющие схожие характеристики растительности (преобладание отдельных деревьев, низкорослой травянисто-кустарниковой растительности);
- пахотные земли заменены на сельскохозяйственные угодья, обладающие схожими визуальными характеристиками;
- водно-болотные угодья, также являясь, по сути, открытыми пространствами, заменены на свободные пространства, представляющие территории, выделенные, преимущественно, под застройку и прочее;
- искусственные поверхности заменены на средне и многоэтажную застройку, имеющие схожие визуальные и спектральные характеристики;

- водные объекты заменены на частную застройку, также обладающую мозаичной структурой и включающую, в том числе водоемы;

- другие земли заменены на земли инфраструктуры, включающие в основном улично-дорожную сеть, промышленные и коммунально-хозяйственные объекты.

Матрица переходов по умолчанию, а также измененная матрица переходов типов наземного покрова для анализа динамики планировочной структуры представлены в таблице 2.3.2.

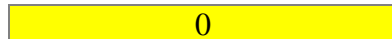
Таблица 2.3.2. Адаптация базовой матрицы переходов типов наземного покрова для анализа динамики планировочной структуры (составлено автором)

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
Конечный год оценки								
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

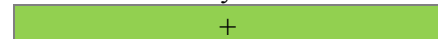
Ухудшение (деградация)



Стабильно



Улучшение



Последний, шестой шаг оценки - подготовка карт динамики застройки и городского землепользования города на основе проведенного анализа и моделирования.

В таблице 2.3.3 приведена характеристика этапов оценки и анализа текущего состояния и динамики планировочной структуры города.

Таблица 2.3.3. Последовательность этапов оценки состояния и анализа динамики планировочной структуры города (составлено автором)

Этап анализа	Исходные данные	Результат
1. Создание картографической базы данных, интегрированной в ГИС (QGIS)	Материалы Генплана города Видное	Создан проект в QGIS, включающий следующие векторные слои: границы микрорайонов, зеленых зон, застройки и улично-дорожной сети
2. Анализ показателей состояния планировочной структуры в границах микрорайонов	Тематические слои в программе QGIS	В QGIS проведен расчет и анализ показателей обеспеченности зелеными зонами и коэффициента застройки территории
3. Анализ плотности улично-дорожной сети	Открытые картографические данные OpenStreetMap; программа GWYDDION	В программе GWYDDION рассчитан показатель фрактальной размерности для улично-дорожной сети
4. Визуализация материалов анализа текущего состояния планировочной структуры	Тематические слои в программе QGIS	При помощи QGIS подготовлен картографический материал, визуализирующий расчетные данные
5. Анализ динамики городского землепользования и застройки	База данных Trends.Earth, Архив космических снимков Landsat	Заменена существующая классификация наземного покрова на новые пользовательские классы (элементы планировочной структуры) в Trends.Earth. Использована обучающая классификация в SAGA. Проведен анализ переходов в градациях (ухудшение-стабильно-улучшение)
6. Визуализация материалов анализа динамики планировочной структуры	Тематические слои в программе QGIS	Подготовка карт динамики застройки и городского землепользования города

2.4. Последовательность действий и показатели геоэкологической оценки планировочной структуры города на муниципальном и локальном уровнях

Для проведения геоэкологической оценки планировочной структуры была предложена комплексная система оценивания показателей, анализируемых выше,

на основе 5 градаций: благоприятная ситуация; относительно благоприятная; удовлетворительная; напряженная и критическая. Стоит отметить, что в данном контексте развивается два методических подхода. Первый основан на оценке геоэкологической ситуации по методике Б.И.Кочурова (Кочуров, 1997). Его развитие состоит в дополнении геоэкологической оценки блоком специфических показателей, оценивающих геоэкологические особенности планировочной структуры города.

Вторым развиваемым подходом является адаптация для оценки городских территорий алгоритма оценки достижения НБДЗ (индикатора цели 15.3.1 ЦУР «Доля деградированных земель») (КБО ООН..., 2015) для анализа динамики планировочной структуры городов.

Для геоэкологической оценки планировочной структуры используются следующие показатели:

- индекс загрязнения атмосферного воздуха;
- накопление отходов, кг/чел в год;
- обеспеченность зелеными зонами, в % от общей площади;
- коэффициент застройки территории.

Используется подход на основе использования ГИС-технологий, данных ДЗЗ и моделирования, позволяющий автоматически дифференцировать территорию, проводить анализ с выявлением тенденций изменения территории. Используются карты, составленные на основе сопоставления серий космических снимков Landsat 4-5 и 8-9 за двадцатилетний период с 2000 по 2020 гг., обработанные в программе QGIS при помощи плагина Trends.Earth. Непосредственно сам анализ и интеграция карт проводился с использованием программы QGIS – инструментов векторного анализа (функция «overlay»).

Предлагается следующая последовательность шагов при геоэкологической оценке планировочной структуры города (на муниципальном уровне) и внутри микрорайонов (на локальном уровне).

Шаг 1. Сравнение полученных показателей с нормативами и их сопоставление с безразмерными коэффициентами.

Вначале проводится предварительное сопоставление и сравнение полученных показателей с нормативно-правовыми актами и дифференциация существующих диапазонов по градации.

Значения диапазонов оценки показателей основывались на сравнении с установленными значениями в нормативах. Выделяются следующие диапазоны оценки: благоприятная, относительно благоприятная геоэкологическая ситуация с тенденцией к улучшению; удовлетворительная геоэкологическая ситуация с тенденцией стабильно; напряженная и критическая ситуация с тенденцией к ухудшению. Такая градация наиболее адекватно отражает степень выраженности по каждому из показателей. В случае отсутствия градаций конкретных диапазонов значения, соответствующие нормативным, обозначают удовлетворительную ситуацию; те, которые ниже – благоприятную; а превышающие нормативные – напряженную.

Для сопоставимости значений показателей интегральной оценки, проводится сопоставление показателей с безразмерными коэффициентами, путем соотношения с вербально-числовой шкалой Харрингтона, наиболее объективно отражающей степень выраженности значений в следующих возможных диапазонах: 0-0,2 (очень низкие); (0,21-0,37) низкие; (0,38-0,64) средние; (0,65-0,8) высокие и 0,81-1 (очень высокие) (Пичкалев, 1997). Эта система оценивания основана на статистическом анализе большого числа количественных данных и подходит для любого рода исследований, в том числе и по данной тематике.

Такой подход позволяет вычислить коэффициенты в единой шкале для каждого из показателей, что дает возможность ранжировать их в зависимости от их выраженности признака. Это дает возможность сопоставить показатели, выраженные в различных величинах между собой и определить остроту текущей геоэкологической ситуации в целом.

Для показателей динамики территории (характеризующих изменение значения за определенный временной интервал) значение оценивается по градациям «ухудшение» (-), «стабильность» (0), «улучшение» (+) с использованием, наряду со знаковой формой, шкалы фрактальной размерности.

Для количественного оценивания динамики территории были использованы значения шкалы в диапазоне 1,2-1,7 (Мандельброт, 2002), так как такой подход позволяет выразить качественные тенденции в количественных значениях и косвенно охарактеризовать степень сбалансированности развития природных и антропогенных процессов.

В обобщенном виде система ранжирования показателей для проведения геоэкологической оценки на муниципальном уровне приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4. Система ранжирования показателей для проведения геоэкологической оценки (составлено автором на основе нормативов)

Показатели оценки геоэкологической ситуации	Градации оценки				
	Благоприятная	Относительно благоприятная	Удовлетворительная	Напряженная	Критическая
	Благоприятная			Напряженная	
1. Показатели оценки геоэкологической ситуации					
1. Индекс загрязнения атмосферного воздуха (РД 2052.04.667.2005)	0-1,5**	1,6-3,9	4,0-6,9	7-13	>13
	0,2	0,37	0,64	0,8	1
2. Накопление отходов, кг/чел в год (СП 42.13330.2016)	<280		280-300	>300	
	0,2		0,64	0,8	
3. Обеспеченность зелеными зонами, в % (СП 42.13330.2016)	>25		25	<25	
	0,2		0,64	0,8	
4. Коэффициент застройки территории, ед. (СП 42.13330.2016)	<0,4		0,4	>0,4	
	0,2		0,64	0,8	
2. Показатели оценки динамики геоэкологической ситуации					
Показатели оценки динамики	Градации оценки ***				
	Улучшение, 1,2 df (+)		Стабильно, 1,5 df (0)	Ухудшение, 1,7 df (-)	
Динамика продуктивности земель	Улучшение		Стабильно	Ухудшение	
Динамика наземного покрова	Улучшение		Стабильно	Ухудшение	
Динамика городского землепользования	Улучшение		Стабильно	Ухудшение	

Примечание:

* цветом обозначены градации оценки, текущей геоэкологической ситуации.

** цифрами указаны нормативные значения показателей с цветовой заливкой, в нижней строке указаны безразмерные единицы (с использованием шкалы Харрингтона);

*** Градации даны на основе значений диапазонов фрактальной размерности.

Шаг 2. Выявление комбинации показателей, отражающих геоэкологическую ситуацию. Для этой задачи составляется комбинация

показателей, отражающих геоэкологическую ситуацию в целом по городу, путем соотношения полученных показателей с нормативами на уровне каждого микрорайона и внутри микрорайонов на локальном уровне.

Рассматриваемые показатели:

- индекс загрязнения атмосферного воздуха (обозначается индексом А);
- накопление отходов на душу населения (обозначается индексом От);
- обеспеченность зелеными зонами (обозначается индексом Оз);
- коэффициент застройки (обозначается индексом Кз).

При значении показателя в пределах до 0,9 норматива, ему присваивается индекс «<» (менее норматива), при значении показателя 0,9-1,0 от норматива присваивается индекс «=» (соответствует нормативу). В случае, когда значение показателя превышает норматив, присваивается индекс «>» (более).

Таким образом, например, если индекс загрязнения атмосферного воздуха превышает норматив (А >); накопление отходов на душу населения менее норматива (От <); обеспеченность зелеными зонами менее норматива (Оз <); коэффициент застройки менее норматива (Кз <). Предлагаемая комбинация отражает возможные сочетания экологических проблем по отдельным показателям и позволяет определить необходимые направления мероприятий по улучшению геоэкологической ситуации.

Шаг 3. Оценка геоэкологической ситуации для каждого микрорайона (внутри микрорайонов на локальном уровне). С учетом сочетаний значений показателей, взвешенных в соответствии с нормативными значениями (см. таблицу 3.4. для каждого показателя), определяется степень остроты геоэкологической ситуации для каждого микрорайона. В зависимости от числа показателей, превышающих норматив, определяется острота геоэкологической ситуации превышений. В качестве методической основы для присвоения названий градациям геоэкологической ситуации использована классификация по степени ее остроты (Кочуров, 1997; 2003):

1. благоприятная геоэкологическая ситуация (значения показателей ниже установленных нормативов с динамикой улучшение, ухудшение, стабильное состояние);
2. относительно-благоприятная геоэкологическая ситуация (значения минимум по одному показателю 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.

Оценка динамики геоэкологического состояния производится в QGIS на основе комплексного анализа значений по трем критериям (деградация земель, растительности и изменение городского землепользования) и соответствующим им показателям – динамике наземного покрова; продуктивности земель и динамике планировочной структуры в градации улучшение, стабильное состояние и ухудшение. Это служит основой оценки территории и для выделения разнородных по динамике микрорайонов и ареалов в пределах каждого микрорайона при оценке на локальном уровне.

Итоговое значение при оценке динамики рассчитывается с использованием алгоритма оценки модуля Trends.Earth, с учетом правила «один отрицательный – все отрицательные», то есть отрицательная динамика одного из показателей дает итоговую отрицательную оценку (таблица 2.4.1).

Таблица 2.4.1. Шкала оценки динамики геоэкологической ситуации и планировочной структуры на локальном уровне (составлено автором)

Сочетание возможных значений показателей динамики	Итоговое значение		Оценка динамики
Любое значение «-»	-	*1,7	ухудшение
Все значения «0»	0	1,5	стабильно
Одно/два значения «0», два/одно значения «+»	+	1,2	улучшение
Все значения «+»	+	1,2	улучшение

Примечание: *единицы фрактальной размерности

Далее, на основе интеграции этих показателей, каждому выделу присваивалась итоговая оценка в зависимости от преобладания или доминирования той или иной тенденции. Так, например, итоговая оценка со знаком «(-), (+/-)» означает динамику ухудшения с преобладанием тенденции стабильно; при значении «- (+)» доминирует положительная динамика с преобладанием ухудшения и т.д. Причем, знаковая форма выражения тенденций была дополнена количественными единицами шкалы фрактальной размерности.

Данная классификация послужила основой для последующего выделения остроты геоэкологической ситуации по признаку соотношения текущего состояния и динамики изменения территории. При этом, для выявления сложившихся особенностей состояния территории, геоэкологическая оценка планировочной структуры основывалась на сравнительном анализе значений показателей геоэкологической ситуации (А – загрязнение атмосферы, От – накопление отходов, Oz – обеспеченность зелеными зонами, Кз – коэффициент застройки) и динамики геоэкологической ситуации (D – динамика наземного покрова, P–динамика продуктивности земель, P1 – динамика городского землепользования). Такой подход позволяет также более детально зонировать город для обоснования рекомендаций по оптимизации геоэкологической ситуации и благоустройству для конкретной территории микрорайона и ареала.

Результаты оценки позволяют провести зонирование территории города (микрорайонов) по степени остроты геоэкологической ситуации с учетом особенностей планировочной структуры. Характеристика предлагаемой

последовательности шагов при геоэкологической оценке планировочной структуры представлены в таблице 2.4.2.

Таблица 2.4.2. Последовательность шагов при геоэкологической оценке планировочной структуры города (составлено автором)

Шаг оценки	Исходные данные	Результат
1. Сопоставление полученных значений показателей с нормативами, Перевод значений в безразмерные коэффициенты	Расчетные данные по показателям экологического состояния и планировочной структуры. Шкала Харрингтона (перевод в безразмерные коэффициенты)	Установление значения показателей относительно нормативов. Количественная оценка значимости каждого из показателей.
2. Выявление комбинаций показателей, отражающих геоэкологическую ситуацию	Расчетные данные по показателям экологического состояния и планировочной структуры; программа QGIS	Сравнение показателей между собой для выявления возможных сочетаний, формирующих геоэкологические ситуации разной остроты
3. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города (по микрорайонам, на локальном уровне)	Расчетные данные по показателям экологического состояния и планировочной структуры; методика геоэкологической оценки (градации); программа QGIS	Ранжирование показателей по степени остроты геоэкологической ситуации и зонирование (в границах микрорайонов, на локальном уровне) с учетом особенностей планировочной структуры

2.5. Обоснование рекомендаций по устойчивому развитию города

Следующим этапом являлось разработка и обоснование рекомендуемых мероприятий по устойчивому развитию как города в целом, так и отдельных микрорайонов, отличающихся наибольшей остротой геоэкологической ситуации, наличием тенденций ее ухудшения и негативными тенденциями в динамике планировочной структуры. Рекомендации разрабатывались с позиций улучшения геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры. Разработка конкретных рекомендаций осуществляется отдельно для экологического и планировочного блоков.

Принципиальный алгоритм выбора и обоснования мероприятий включал в себя 4 последовательно взаимосвязанных блока и изначально основывался на

характеристике геоэкологической ситуации, состояния планировочной структуры и их тенденций на уровне микрорайонов – 1 блок.

Далее, во 2-м блоке приводится характеристика выявленных проблем (по отдельным показателям). Затем, на основании представленных характеристик, осуществлялся выбор рекомендаций (конкретных действий) с позиций сохранения, поддержания или избегания (3 блок).

Последний, четвертый блок, включал в себя оценку планируемого состояния микрорайонов с позиций изменения геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры и оценку эффективности предлагаемых мер с учетом их реализации. Ниже приведен пример типовой схемы выбора и обоснования рекомендаций (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5. Пример схемы выбора рекомендуемых мероприятий по устойчивому развитию города (составлено автором)

Характеристика предлагаемой последовательности шагов для обоснования рекомендаций по устойчивому развитию города на основе геоэкологической оценки планировочной структуры представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Последовательность шагов для обоснования рекомендаций по устойчивому развитию города на основе геоэкологической оценки планировочной структуры (составлено автором)

Шаг оценки	Исходные данные	Результат
7.1. Разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации и его динамики	Материалы по геоэкологической оценке города и микрорайонов с учетом особенностей планировочной структуры; текущие мероприятия, реализуемые администрацией города	Анализ геоэкологических и планировочных особенностей городской территории; рекомендации по перечню мероприятий экологической направленности для устойчивого развития города и его микрорайонов
7.2. Разработка рекомендаций по изменению планировочной структуры для улучшения геоэкологического состояния		Рекомендации по перечню мероприятий для изменения планировочной структуры города и его микрорайонов

2.6. Общий алгоритм геоэкологической оценки планировочной структуры города

Основные методические этапы и подэтапы алгоритма геоэкологической оценки планировочной структуры города приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6. Основные методические этапы и подэтапы алгоритма геоэкологической оценки планировочной структуры города (составлено автором)

Подэтапы	Исходные данные	Характеристика	Получаемые результаты
Этап 1. Сбор исходных данных по объекту исследования			
1.1. Исходные данные по природным условиям	Архив погоды, атлас, фондовые и статистические источники. Глобальные данные (наземный покров, продуктивность земель).	Анализ рельефа, особенностей почв, объектов гидрографии, климата в пределах территории города. Анализ наземного покрова и продуктивности земель.	Анализ природных факторов, оценка их влияния на городскую среду. Создание тематических слоев в ГИС
1.2. Анализ источников техногенной нагрузки	Официальные данные по объектам негативного воздействия, инструментальные измерения; данные OpenStreetMap	Сбор и анализ данных по ОНВОС (класс опасности, количество выбросов, образование отходов); проведение инструментальных измерений загрязнения воздуха и анализ результатов	Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха в целом и по конкретным веществам Оценка величины образования отходов. Создание тематических слоев в ГИС
1.3. Анализ	Генплан города,	Анализ этапов развития города,	Выявление факторов

Подэтапы	Исходные данные	Характеристика	Получаемые результаты
особенностей планировочной структуры города.	глобальные базы данных (Trends. Earth)	характеристика функциональных зон	пространственного развития города. Создание тематических слоев в ГИС
1.4. Анализ социально-экономических особенностей города.	Фондовые и статистические источники	Анализ численности и пространственного распределения населения города. Анализ данных по предприятиям, дорожной сети, транспорту	Выявление социально-экономических факторов, влияющих на городскую среду. Создание тематических слоев в ГИС
Этап 2. Оценка текущего состояния города			
2.1. Оценка геоэкологического состояния	Значения показателей, характеризующих природные условия и техногенную нагрузку	Анализ данных по техногенной нагрузке (загрязнение воздуха, образование отходов) с использованием ГИС.	Визуализация результатов оценки с созданием тематических карт (тематических слоев). Геоэкологическое зонирование городской территории.
2.2. Оценка планировочной структуры	Значения показателей, характеризующих планировочную структуру и социально-экономические особенности	Анализ показателей состояния планировочной структуры в границах микрорайонов. Анализ плотности улично-дорожной сети	Визуализация материалов анализа текущего состояния планировочной структуры. Определение сбалансированности элементов планировочной структуры
Этап 3. Оценка динамики состояния города			
3.1. Оценка динамики геоэкологического состояния	Использование показателей оценки НБДЗ	Анализ данных по динамике геоэкологического состояния на основе показателей изменения наземного покрова и продуктивности земель по городским территориям	Выявление динамики развития территории города в целом
3.2. Оценка динамики планировочной структуры	Генплан города, база данных Trends.Earth	Анализ динамики городского землепользования и застройки	Анализ динамики городского землепользования
Этап 4. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города			
4.1. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города. Геоэкологическая ситуация и её динамика.	Расчетные данные по показателям экологического состояния и планировочной структуры	Выявление взаимосвязей между показателями обеспеченности зелеными зонами и застроенности территории; загрязнением атмосферного воздуха и количеством выбросов и т.д.	Выявление возможных сочетаний, формирующих геоэкологические ситуации разной степени остроты. Ранжирование по степени остроты геоэкологической ситуации города с учетом особенностей планировочной структуры
4.2.	Рассчитанные	Сравнение всех показателей с	Определение степени

Подэтапы	Исходные данные	Характеристика	Получаемые результаты
Зонирование территории города по геоэкологической ситуации и ее динамики	показатели в границах микрорайонов; нормативы воздействия Рассчитанные показатели; методика геоэкологической оценки, ГИС (QGIS)	нормативами; расчет безразмерных значений по шкале Харрингтона; составление комбинаций показателей и ранжирование по остроте экологических проблем Выделение зон с различной остротой геоэкологических ситуаций средствами ГИС-технологий; выявление геоэкологических и планировочных особенностей города. Выделение микрорайонов города с различной динамикой геоэкологической ситуации и планировочной структуры	остроты геоэкологической ситуации для микрорайонов города. Определение тенденций изменения планировочной структуры города в градациях («+», «0» и «-»)
Этап 5. Геоэкологическая оценка планировочной структуры микрорайонов города			
5.1. Геоэкологическая оценка планировочной структуры микрорайонов города. Геоэкологическая ситуация и её динамика.	Материалы по геоэкологической оценке города, ГИС (QGIS)	Определение сочетаний значений показателей геоэкологической ситуации и ее динамики в границах микрорайонов; использование количественной шкалы оценки	Определение экологически неблагоприятных ареалов в границах микрорайонов
5.2. Зонирование микрорайонов по геоэкологической ситуации и ее динамики	Использование показателей оценки НБДЗ с учетом городской территории и масштаба, ГИС (QGIS)	Составление комбинаций показателей и ранжирование по остроте экологических проблем по каждому микрорайону. Выделение зон с различной остротой геоэкологических ситуаций в пределах микрорайона средствами ГИС-технологий; выявление геоэкологических и планировочных особенностей микрорайонов; выделение ареалов с различной динамикой геоэкологической ситуации и планировочной структуры в границах микрорайонов	Определение ареалов геоэкологической ситуации различной степени остроты на локальном уровне (в границах микрорайонов). Определение тенденций изменения планировочной структуры микрорайонов в градациях («+», «0» и «-»), в т.ч с использованием фрактальной размерности
Этап 6. Рекомендации по устойчивому развитию города			
6.1. Разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации	Материалы по геоэкологической оценке города и микрорайонов с учетом особенностей планировочной структуры; текущие мероприятия,	Сравнительный анализ реализуемых мероприятий и результатов геоэкологической оценки с учетом особенностей планировочной структуры города. Разработка и оценка эффективности рекомендаций экологической направленности по устойчивому развитию города и	Рекомендации по перечню мероприятий экологической направленности для устойчивого развития города и его микрорайонов

Подэтапы	Исходные данные	Характеристика	Получаемые результаты
	реализуемые администрацией города	его микрорайонов.	
6.2. Разработка рекомендаций по улучшению состояния планировочной структуры		Сравнительный анализ реализуемых мероприятий и результатов геоэкологической оценки с учетом особенностей планировочной структуры города. Разработка и оценка эффективности рекомендаций по перечню мероприятий по изменению планировочной структуры для устойчивого развития города и его микрорайонов	Рекомендации по перечню мероприятий для изменения планировочной структуры города и его микрорайонов

Таким образом, предлагаемый алгоритм для проведения геоэкологической оценки города был разработан на основе методологического подхода геоэкологической оценки территорий с дополнением показателями для анализа состояния планировочной структуры, изменением (адаптацией) алгоритма оценки НБДЗ для городов и использования ГИС-моделирования. Алгоритм основывался на интеграции показателей текущей геоэкологической ситуации и динамики территории за 20-ти летний период; на дополнении показателями текущего состояния и динамики планировочной структуры и исследовании городской территории, как на уровне муниципалитета, так и отдельных микрорайонов.

Выводы к главе 2

1. Для геоэкологической оценки планировочной структуры разработан алгоритм, который позволил учесть влияние планировочной структуры на геоэкологическую ситуацию городов-спутников Москвы и проследить их динамику (на примере г. Видное). Официальные данные и материалы собственных исследований легли в основу оценки текущего геоэкологического состояния, модуль Trends.Earth и композиты снимков позволили оценить динамику города на муниципальном и локальном уровнях.
2. Сформированная система показателей для проведения геоэкологической оценки планировочной структуры, позволила целостно отразить планировочную специфику исследуемого объекта. Для этого были использованы показатели:

индекс загрязнения атмосферного воздуха; накопление отходов; абсолютные высоты; обеспеченность зелеными зонами; коэффициент застройки территории; плотность улично-дорожной сети, динамика наземного покрова; продуктивности земель и городского землепользования. Сравнение значений с нормативами и комбинация значений показателей позволили оценить геоэкологическую ситуацию города (по степени ее остроты) и визуализировать полученные результаты в виде проекта в QGIS.

3. Проведенная модификация существующей матрицы переходов типов наземного покрова и использование снимков Landsat 8-9 показали динамику планировочной структуры города с 2000 по 2020 гг. в более крупном масштабе. Для этого, в модуле Trends.Earth была заменена базовая классификация наземного покрова, и период его изменения с учетом специфики развития городов-спутников Москвы.

4. Автоматическая классификация космических снимков с использованием элементов планировочной структуры в качестве эталонов обучения позволила выделить типы городского землепользования, что легло в основу оценки его динамики на локальном уровне.

5. Геоэкологическая оценка планировочной структуры города послужила основополагающим этапом разработанного алгоритма, основой для проведения зонирования по текущей геоэкологической ситуации и состоянию планировочной структуры и последующего обоснования рекомендаций по устойчивому развитию на уровне муниципалитета и на примере отдельных микрорайонов.

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

3.1. Физико-географические особенности г. Видное

При характеристике и анализе физико-географических особенностей города Видное необходимо обратить особое внимание на географическое положение исследуемого объекта, его природные компоненты – рельеф, климат, поверхностные и подземные воды, почвы, растительный и животный мир.

Город Видное располагается на $55^{\circ} 55'$ северной широты и на $37^{\circ} 70'$ восточной долготы в центральной части Русской равнины, в пределах физико-географической провинции Москворецко-Окская равнина, которая соответствует междуречью рек Оки и Москвы. В её границах выделяется два природных района, которые относятся к двум формам рельефа: Теплостанская моренно-эрозионная возвышенность на севере и Пахринская вогнутая равнина на юге. Сам город приурочен непосредственно к южной части Теплостанской возвышенности. Диапазон абсолютных высот в среднем составляет 150-175 м над уровнем моря - н.у.м (Московская область..., 1976). Для изучаемой местности характерны относительно небольшие перепады высот около 20-40 м, рельеф территории города в целом имеет возвышенный характер, с преобладанием моренных холмов Московского оледенения и пойм рек. Специфика геологического строения примечательна тем, что как в пределах непосредственно городской части Видное, так и Ленинского района в целом встречается достаточно много горных пород осадочного происхождения, а именно девонских известняков и песков мелового периода соответственно (Московская область..., 1976), которые часто обнажаются по берегам рек и временных водотоков. Кроме этого, на исследуемой территории представлены покровные суглинки, которые являются минеральным сырьём для строительных отраслей. Положение исследуемой территории относительно рельефа представлено на рисунке 3.1.

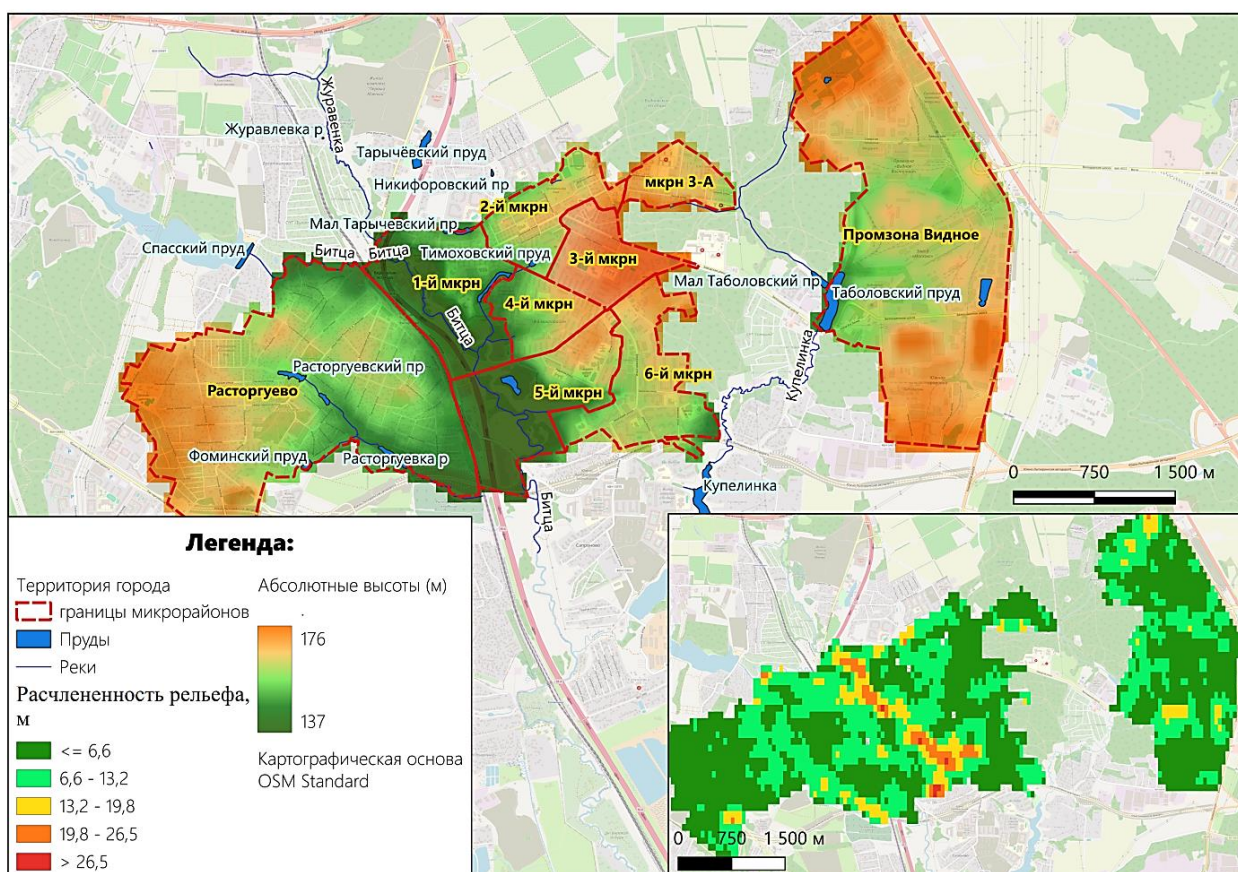


Рисунок 3.1. Цифровая модель рельефа города Видное (составлено по <https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>, данные обработаны в SAGA, на карте-врезке показана расчлененность рельефа)

Вышеперечисленные особенности рельефа определяют локальное распространение эрозионных, оползневых и, отчасти, карстовых форм рельефа в пределах исследуемой территории, что косвенным образом отражается на геоэкологической ситуации относительно природных вод и атмосферного воздуха. Поскольку, эти формы рельефа отрицательные, то они способствуют затруднению атмосферной циркуляции и, как следствие, возможной концентрации загрязнителей в пределах участков территории. Установлено, что это свойственно южной и юго-восточной окраинам города и составляет около 15% площади территории по подсчетам в ГИС.

Климат исследуемой территории умеренно континентальный (по классификации Алисова) с двумя отчетливо выраженными сезонами года: умеренно-теплым, достаточно влажным летом и умеренно-холодной зимой с устойчивым снежным покровом. Среднегодовая температура воздуха за

многолетний период (1991-2020 г) составляет +5,6°C. Среднемесячная температура июля, как самого тёплого месяца +19,2°C, а января -6,5°C соответственно. Наиболее холодный месяц – февраль с температурой -6,7°C. Теплый период с положительной среднесуточной температурой длится в среднем 215–220 дней, годовое количество осадков составляет около 700 мм с максимумом в летний период, приходящийся на июль – 84 мм³¹. Среднегодовое направление ветра, в основном юго-западных и западных румбов, повторяемостью 52-55%, а скорость варьируется в пределах 3-5 м/с за год³². С геоэкологической точки зрения наиболее значимы такие метеопараметры, как скорость и направление ветра, количество осадков и, также, характер погоды (циклональный или антициклональный) и метеорологический потенциал атмосферы. Именно они оказывают существенное влияние на состояние качества воздушной среды и на геоэкологическую ситуацию в целом. Например, характеристики направления ветра напрямую влияют на рассеивание и перенос загрязняющих веществ; количество осадков и характер погоды относятся к факторам, которые определяют условия осаждения и абсорбции загрязнителей. Известным фактом является то, что при циклональной погоде и интенсивных осадках, особенно в виде снега, вредные примеси активно осаждаются.

Переходя к характеристике гидрографических объектов района, отметим, что они подразделяются на проточные, к которым относятся ручьи и реки, и бессточные объекты (пруды и озёра), причём последние преобладают. Реки Ленинского района относятся к Москворецко-Окской равнине, располагающейся к югу от границы последнего ледникового периода до реки Оки, наиболее известные из них – р. Пахра – 135 км, Битца, протяженностью 24 км, Купелинка – до 10 км; все они входят в бассейн р. Москвы (Московская область..., 1976). Основной источник питания – талые воды; в летний период преобладает дождевое питание, зимой – грунтовое. Бессточные объекты, в частности пруды

³¹ Meteorological service Meteoblue. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.meteoblue.com> (дата обращения: 15.06.2025).

³² Архив погоды в Горках Ленинских. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 26.09.2023).

Таболовский, Пуговичинский, Тарычѳвский, а также Битцевское озеро, расположены в черте города. Для перечисленных водных объектов, свойственен застойный режим, который способствует в отдельных случаях эвтрофикации вод, то есть их цветению. Гидрографические объекты играют опосредованную роль и при планировке города – например, их наличие является определяющим фактором при размещении рекреационных зон.

При анализе физико-географических особенностей необходимо также учитывать почвенный и растительный покров. Почвы объекта исследования дерново-подзолистые, суглинистого, среднесуглинистого и супесчаного механического состава, мощностью 0,5-0,8 м, с гумусовым горизонтом от 0,05 до 0,2 м. В поймах рек Пахры, Битцы и Купелинки преобладают аллювиальные почвы, богатые органическими веществами. Материнской породой являются покровные суглинки, преимущественно Московского оледенения и аллювиальные песчаные отложения (Московская область..., 1976). Но, в пределах города доминируют так называемые урбанозѳмы, то есть физически и химически преобразованные почвы³³, представленные экранозѳмами (запечатанные почвы) преимущественно с высоким содержанием строительных отходов, представленных щебнем, бетоном и т.д.

Растительность выполняет несколько функций, главные из которых – газопоглодительная, влагоудерживающая и средообразующая, именно эти функции способствуют снижению загрязнения воздушной и почвенной сред, поддержанию экологического каркаса. Здесь важно знать такие параметры, как общая площадь лесов, окружающих населѳнный пункт, виды породообразующих деревьев и степень озелененности территории города. Общая площадь лесов Ленинского муниципального района по данным экологического паспорта Московского региона по состоянию на 1 января 2021 г. составляет 5 тыс. 647 га³⁴. В породном составе деревьев преобладают лиственные леса, имеющие в своём

³³ Экологическая паспортизация Московской области. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecopassmo.mosreg.ru/> (дата обращения: 09.02.2023).

³⁴ Экологическая паспортизация Московской области. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecopassmo.mosreg.ru/> (дата обращения: 09.02.2023).

составе древесные породы липы, дуба, ясеня и клёна, которые свойственны ландшафтной зоне смешанных и широколиственных лесов (Московская область..., 1976). Среди хвойной части выделяются только две породы – сосна обыкновенная и ель, причём первая резко преобладает в черте города. Близкая к естественному состоянию, растительность сохранилась только в лесопарках и, частично, в городских парках и в пределах дачной, усадебной застройки, что составляет по проведенным расчетам около 2-4 км² или 15-18% от площади города.

Немаловажное значение относительно геоэкологической ситуации имеет и животный мир. Поскольку, в последние несколько лет наметилась тенденция к сокращению численности и видового разнообразия фауны³⁵. Среди представителей млекопитающих наблюдаются серая и чёрная крысы, мышь обыкновенная, белка, лисица; из птиц особенно выделяются сизый голубь, ворона, воробей, синица, скворец и галка (Московская область..., 1976). Перечисленная фауна, в большинстве своём, характерна для лесопарковых и парковых зон города.

В целом, необходимо отметить, что природная составляющая города Видное существенно преобразована, прежде всего, благодаря антропогенной трансформации рельефа застройкой, существенному преобладанию искусственных покрытий, формированию микроклимата в пределах окраин города, сокращению и преобразованию природной растительности и т.п. (Министерство экологии..., 2023).

3.2. Социально-экономические особенности г. Видное

При характеристике территории с геоэкологических позиций и оценке планировочной структуры важно уделить особое внимание социально-экономическим факторам, определяющим современную специализацию

³⁵ Администрация городского поселения Видное Ленинского муниципального района Московской области. [Официальный сайт]. –URL: http://vidnoe.adm-vidnoe.ru/?show=o_g_vidnoe (дата обращения: 20.12.2022).

(профиль) населённого пункта. К ним относятся численность и плотность населения, деятельность промышленных предприятий и объектов теплоэнергетики, транспортная инфраструктура, градостроительные объекты – жилая застройка, типы функционального использования городской территории. В связи с этим, целесообразно рассмотреть каждый из социально-экономических факторов более детально.

Во-первых, следует уделить внимание таким аспектам урбанизации, как изменение площади городской территории и численности населения, так как от этих параметров, во многом, зависят характер действия факторов экологической опасности. Чем больше площадь застройки и численность населения, тем сильнее антропогенное воздействие на природную подсистему города, и тем чаще будут подвергаться антропогенной нагрузке, как природные компоненты, так и социум. В связи с этим, будет целесообразным рассмотреть динамику площади города и численности его населения за современный этап развития - последние 10 лет, поскольку именно в этот временной промежуток наблюдается тенденция активной застройки территории и, соответственно, увеличения количества населения. С этой целью было проведено сравнение площадей города и численности населения. Расчёт площади территории г. Видное был выполнен в специализированной программе – QGIS на основе открытых источников спутниковых снимков за соответствующий период.

Анализ данных, приведённых на графике (рисунок 3.2), отчётливо свидетельствует о том, что, начиная с 2013 г:

- площадь застроенной части населённого пункта постепенно увеличивается с 16 км² до значения 2013 года - 18 км², т.е. на 9%;
- растёт и численность населения города, достигая максимума в 2023-м году;
- к 2023 году численность населения г. Видное увеличилась на 57,8% по сравнению с данными на 2013 г.;
- площадь жилой зоны города и численность его населения увеличиваются особенно быстро в последние 3 года, что говорит об увеличении темпов застройки территории города.

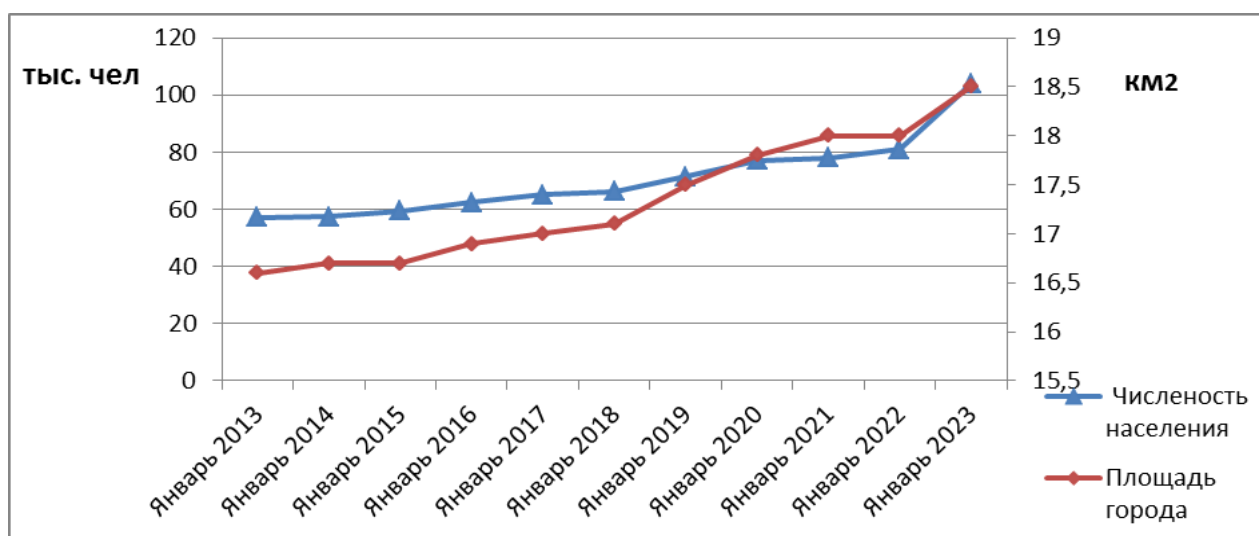


Рисунок 3.2. Соотношение динамики площади и численности населения в период с 2013 по 2023 гг. Составлено автором по данным Мосстата – Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области³⁶

Общая численность населения на 2025 год составила 108,6 тыс. человек. В структуре населения преобладают женщины – 43465 чел. (55%); и доминируют возрастная группа взрослых от 30 до 60 лет, составляющая 43%, пожилых, старше 60 – 22,5 % и долгожителей – 1092 (1,4%) от общей численности населения. Молодежь 18 до 29 лет составляет 9345 (11,9 %), а дети до 6 лет – 7784 чел. (9,9 %) от общей численности населения.

В сравнении со средними общероссийскими показателями, отметим, что структура населения по половозрастным группам города Видное и страны в целом существенно не отличаются - также характерно старение населения и преобладание женщин в его структуре.

Общее количество занятого населения составляет 46,5 тыс. чел (59,6%), а безработного – 4,5 тыс. чел (около 6%) по данным³⁷.

Во-вторых, промышленные предприятия, являясь градообразующим фактором, относятся к одному из главных источников развития социально-экономического развития города и одновременно являются объектами

³⁶ 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).

³⁷ 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).

негативного воздействия на окружающую среду (ОНВОС). Они оказывают прямое воздействие на состояние качества воздушной среды, водных объектов, почв и т.д. Очевидно, что здесь, главным образом, преобладают химическое воздействие, на окружающую среду.

В городе Видное расположены несколько потенциальных источников загрязнения атмосферного воздуха, включающих промышленные предприятия: ОАО «ГИПСОБЕТОН»; ОАО «МОСКОКС»; АО «МГПЗ»³⁸.

В таблице 3.2 дана характеристика предприятий с точки зрения отраслей и негативного воздействия.

Таблица 3.2. Характеристика основных промышленных предприятий г. Видное (составлено автором по данным из открытых источников)

Название предприятия	Расположение в городе	Основная отрасль	Загрязняющие вещества
ОАО «МОСКОКС»	В восточной части города, в 1,5 км от центра	Металлургия	оксид углерода (CO), диоксид азота (NO ₂) и серы (SO ₂)
ОАО «ГИПСОБЕТОН»	В юго-восточной части города, в 2-3 км от центра	Строительная	Pm _{2.5} и Pm ₁₀ (строительная пыль)
АО «МГПЗ»	В восточной части города, в 1 км от центра	Химическая	формальдегид (CH ₂ O) и фенол (C ₆ H ₆ O)

Рассматриваемые предприятия располагаются восточнее относительно территорий города, то есть при их планировке учитывались среднегодовые направления ветров. Поскольку направление ветров в основном западных румбов, то степень загрязнения центральной части города от возможных выбросов предприятий сводится практически к минимуму.

Также в черте города расположены объекты теплоэнергетики, представленные 15 котельными "Видновского ПТО ГХ".

Главными производственными отраслями является строительная промышленность, основным профилем которой является выпуск гипса различных

³⁸ Акционерное общество «Московский коксогазовый завод». [Официальный сайт]. – URL: <https://mechel-energo.ru/power-division/predpriyatiya/moscow-regional-branch-of-ooo-mechel-energo/> (дата обращения: 15.01.2023).

марок, строительных материалов и металлических профилей; химическая промышленность, которая специализируется на производстве кокса, ароматических углеводородов, каменноугольной смолы и технических газовых смесей на основе азота и гелия³⁹. В структуре выбросов перечисленных предприятий преобладают взвешенные частицы размера 2,5 и 10 мкм – $Pm_{2,5}$ и Pm_{10} (сажа и строительная пыль), оксид углерода (CO), диоксид азота (NO_2) и серы (SO_2), аммиак (NH_3), формальдегид (CH_2O) и фенол (C_6H_6O). Также стоит отметить, что на границе санитарно-защитных зон (ССЗ) данных предприятий ежемесячно осуществляется мониторинг выбросов перечисленных загрязнителей (Проект генерального плана..., 2021). Валовые объемы выбросов загрязнителей от этих предприятий составляют: 43,7; 3949,0; 37,7 и 126 тонн/год соответственно.

В-третьих, транспорт является одним из главных внутренних источников загрязнения среды, включая химические и физические факторы экологической опасности. Отработанные газы двигателей автомобильного транспорта включают такие загрязняющие вещества, как монооксид углерода – CO, ароматические углеводороды – C_nH_m , диоксид азота – NO_2 и др. В структуре общественного транспорта г. Видное доминирует личный автотранспорт – около 60%, преобладает общественный транспорт, включающий троллейбусы, маршрутные такси, автобусы и электропоезда, на долю которого приходится порядка 40% (Постановление «О прогнозе..., 2020»). Особенное место занимают троллейбусы и электропоезда, поскольку этот вид транспорта считается относительно экологически чистым в плане негативного воздействия на воздух. Важной особенностью с точки зрения загрязнения атмосферы является динамика автотрафика, который напрямую зависит как от времени суток, так и от сезонов года. На основании картографических сервисов, наибольшая загруженность наблюдается в будние дни в утренние часы - с 7:00 до 9:00 и вечерние с 18:00 до 20:00 – до 55-60 авт./мин. Относительно сезонного распределения максимум наблюдается обычно в осенне-зимние месяцы - с конца ноября по январь.

³⁹ Акционерное общество «Московский коксогазовый завод». [Официальный сайт]. – URL: https://mechel-energo.ru/power_division/predpriyatiya/moscow_regional_branch_of_ooo_mechel_energo/ (дата обращения: 15.01.2023).

3.3. Специфика развития планировочной структуры г. Видное

Город Видное в административном плане является центром Ленинского городского округа Московской области и одним из городов-спутников Москвы. Отличительной его особенностью является то, что он в большей степени тяготеет к Москве и активно расширяется в последние десятилетия, вовлекая территории промзоны, бывших сельскохозяйственных угодий, что негативно воздействует на проектируемые жилые районы и близлежащие объекты культурного наследия, в том числе ООПТ. Общая площадь города на 2025 год составляет 18 км², а непосредственно застроенной части (собственно жилой зоны города) около 16 км². Необходимо отметить, что город и Ленинский городской округ являются административно объединёнными, начиная с 2019 г. Населённый пункт располагается в 3 км южнее МКАД - Московской кольцевой автомобильной дороги, на левом берегу реки Битца, которая, в свою очередь, является левым притоком р. Пахры. Северной границей городского округа служит МКАД, а также округ Лыткарино и Дзержинский – северо-восточнее; на востоке район граничит с Люберецким и Раменским районами по реке Москве. К югу примыкает городской округ Домодедово, граничащий по р. Пахре; и, наконец, на западе территория Ленинского городского округа граничит с городским округом Подольск, а также с территорией Новой Москвы. Основными транспортными магистралями, которые соединяют населённый пункт с Москвой, являются Федеральная трасса М4 «Дон» и Павелецкое направление железной дороги со станцией Расторгуево⁴⁰.

Территория Ленинского городского округа включает в себя порядка 55 типов населённых пунктов, среди которых: 1 город - Видное, 7 рабочих посёлков, 9 посёлков, 5 сёл и 33 деревни. В административно-территориальном делении г. Видное выделяются 8 микрорайонов: Расторгуево, 1-й, 2-й, 3-й, 3-А, 4-й, 5-й, 6-й микрорайоны и территория промзоны (рисунок 3.3.1). Характеристика микрорайонов более подробно отражена в таблице 3.3.1

⁴⁰ Администрация городского поселения Видное Ленинского муниципального района Московской области. [Официальный сайт]. –URL: http://vidnoe.adm-vidnoe.ru/?show=o_g_vidnoe (дата обращения: 20.12.2022).

Таблица 3.3.1. Параметры микрорайонов г. Видное на 01.01.2025 г.
Составлено на основе открытых данных: (Жилой фонд..., 2025; Генплан..., 2023)

Название микрорайонов	Площадь, км ²	Численность населения, чел	Площадь зеленых зон, км ²	Этапы застройки микрорайонов
Расторгуево	4,9	4500	3,2	Начальный (1)
1-й	1,2	10 000	0,81	Постсоветский (3), Современный (4)
2-й	0,8	8600	0,2	Современный (4)
3-й	0,6	4800	0,42	Советский (2), Постсоветский (3)
3-А	0,5	5100	0,26	Начальный (1)
4-й	1,3	18 000	0,35	Советский (2)
5-й	0,42	20 000	0,31	Постсоветский (3)
6-й	1,5	30 000	0,1	Современный (4)
Промзона	4,1	1000 (работающих)	0,91	Начальный (1)

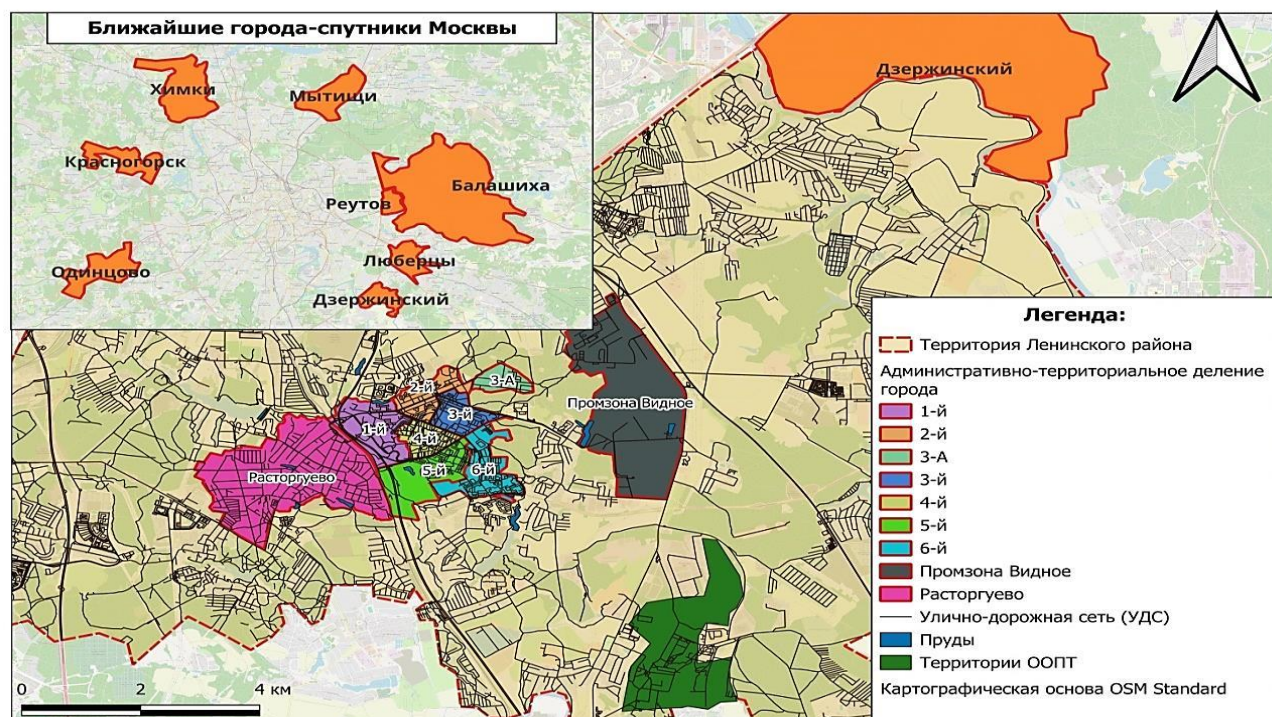


Рисунок 3.3.1. Административно-территориальное устройство г. Видное и его место среди городов-спутников Москвы (составлено автором в QGIS по открытым данным)

Далее, важным представляется рассмотреть основные исторические этапы развития города более подробно.

В развитии микрорайонов города Видное выделяются 4 этапа (Чудинова, Афонин, 2017):

- начальный (дачный) этап, заложение рабочего посёлка (с 1935 по 1959 гг.);
- советский этап, основание города (1959-1990 гг.);
- постсоветский этап, активное развитие социальной сферы – (1990-2000 гг.);
- современный этап, продолжение роста города – (2000 - н. в).

Характеризуя начальный (дачный) этап становления города, стоит отметить, что Видное – достаточно молодой город, который имеет послевоенную историю, а именно в 1935 году был разработан Генеральный план по развитию города Москвы, предусматривающий строительство пригородов. Отметим, что изначально, на месте Расторгуево были усадьбы и дачи. Далее, было принято решение о строительстве коксогазового завода, в целях обеспечения столицы дешевым топливом на основе угля, а также заводов Гипсобетон и Мосметаллконструкции для производства строительных материалов. Эти предприятия явились градообразующими, поскольку именно они послужили основной осью формирования портрета будущего города. Изначально, месторасположение для его строительства выбрано в Ленинском районе, вблизи Каширского шоссе и г. Москвы. Далее, в 1949-м году был основан рабочий посёлок коксогазового завода, представляющий собой строения барачного типа на месте микрорайонов центральной части города (3-А, 4-й). То есть, развитие города шло в двух направлениях – со стороны Расторгуево и рабочего поселка. На втором этапе, через 10 лет территория вошла в состав Ленинского района, и, наконец, в 1965-м г Видное присвоен статус города областного подчинения, который являлся административным центром района до 2019 г. На этот период пришлась массовая застройка основной части города пятиэтажными зданиями и активное озеленение придомовых территорий. Также, относительно этого периода, а именно десятилетия 1960-1980-х гг. стоит отметить то, что город переживал период активного экономического роста и развития строительства и инфраструктуры. Стали доминировать уже 10-12-ти этажные здания, а наравне с жилищным строительством, активно развивалось производственная сфера, а также начала формироваться дачная застройка. Начиная с 2000 года, в городе

было построено троллейбусное депо, что оказало благоприятное воздействие на внутригородское транспортное сообщение и на экологическую обстановку. Началось интенсивное развитие транспортной и социальной инфраструктуры, включающей торговые центры, образовательные и медицинские учреждения, продолжение жилой застройки. Площадь города увеличилась, примерно в 2,5-3 раза по сравнению с советским периодом (Московская область..., 1976; Внесение изменений..., 2023) (таблица 3.3.2, рисунок 3.3.2).

Таблица 3.3.2. Характеристика этапов развития г Видное (составлено автором по официальным данным⁴¹)

Этап	Площадь города, км ²	Численность населения тыс. чел	Плотность населения тыс. чел/км ²
1935-1959	3,2	10	3,1
1959-1990	9,3	55,8	5,9
1990-2000	10,4	56,7	5,4
2000-2010	15	57	5,6
2010-н.в.	18	108,6	5,9

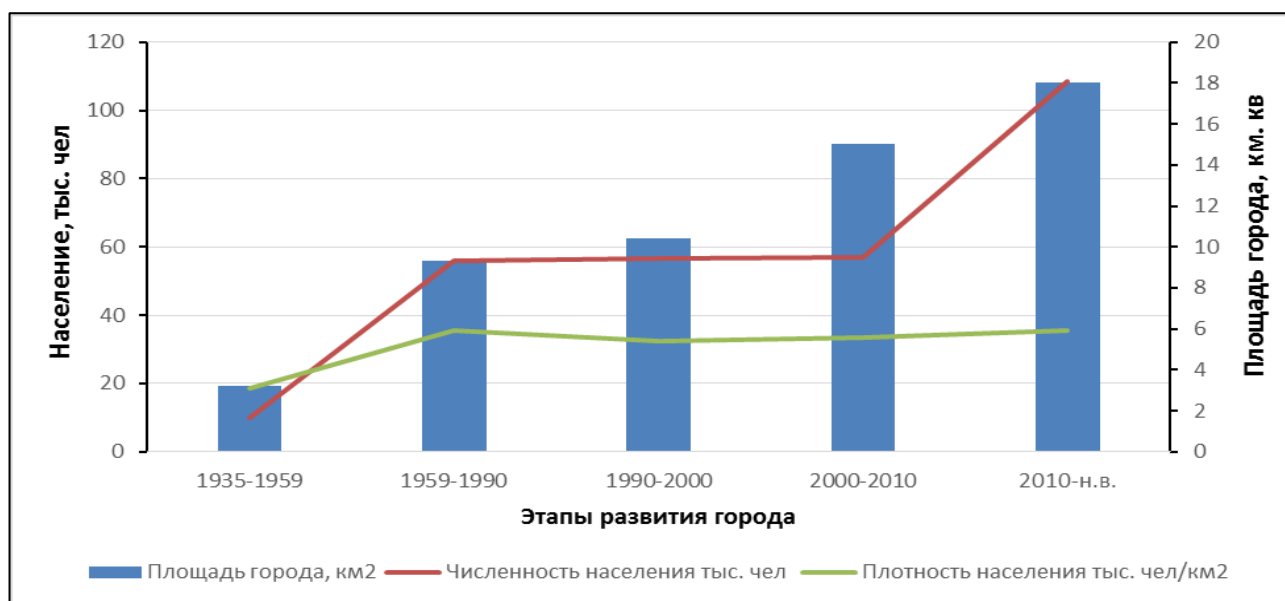


Рисунок 3.3.2. Динамика показателей, характеризующих этапы развития города Видное (составлено автором по открытым данным, см. сноску 37)

Как видно из рисунка 2.2.2 характерной особенностью развития города Видное является сохранение в течение последних 65 лет (с 1959 г.) плотности

⁴¹Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mosstat.gks.ru/folder/64504> (дата обращения: 21.12.2022).

населения города, то есть территория города Видное увеличивалась пропорционально возрастающей численности населения.

В 2019 году был принят закон «№ 172/2019-ОЗ «Об организации местного самоуправления на территории Ленинского муниципального района», в соответствии с которым, Ленинский район получил статус городского округа (Закон..., 2019). В последние 10 лет и по настоящее время, для территории городского округа характерна массовая жилая застройка многоэтажными жилыми зданиями (от 15 и более этажей), значительное различие по типам застройки (имеется как дачная, так и жилая застройка). Важным моментом является то, что с 1 июля 2012 года в ходе проекта по расширению Москвы западная часть района, 56% территории было присоединена к Новой Москве. На рисунке 3.3.3 обозначена динамика границ города с момента основания.

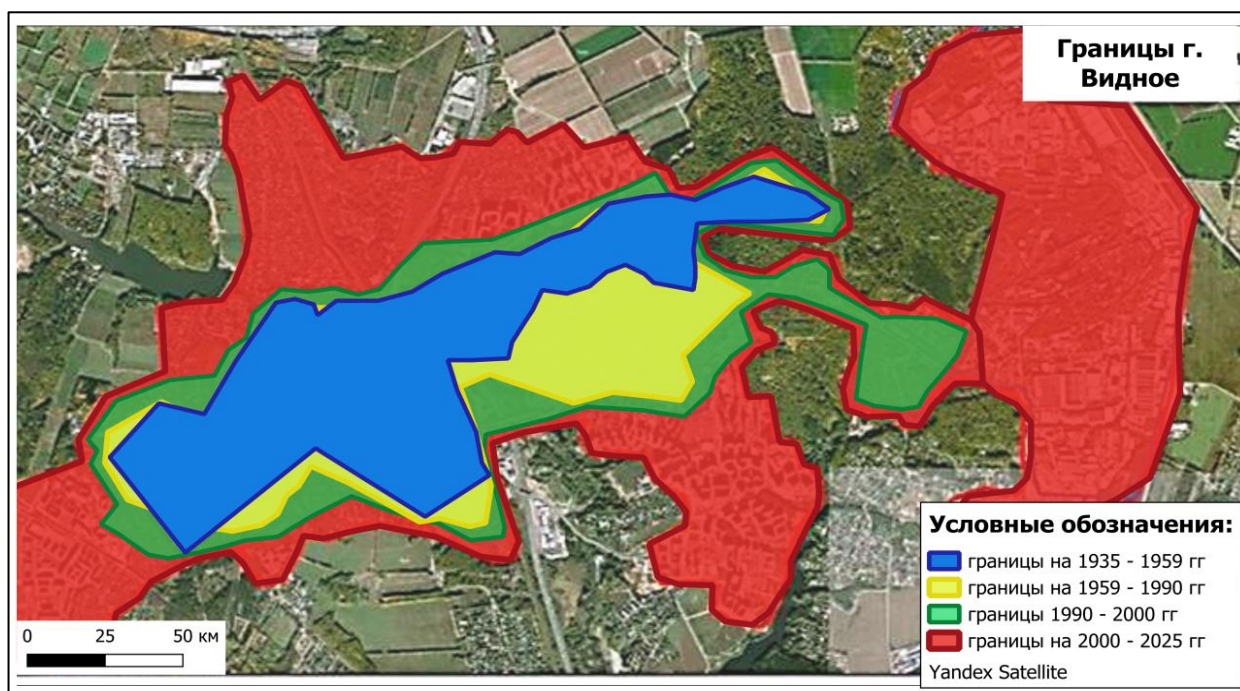


Рисунок 3.3.3. Динамика границ города Видное с момента основания (1935 г) по 2025 г. Составлено автором в QGIS по данным портала retromap.ru⁴²

Во взаимосвязи с историческими этапами происходила эволюция планировочной структуры города – сочетание составляющих компонентов

⁴² Старые карты России и зарубежья. [Электронный ресурс]. – URL: <https://retromap.ru/> (дата обращения: 23.01.2025).

городской инфраструктуры, а именно, градообразующей и градообслуживающей, социальной, коммунальной и транспортной. С момента основания по советский период преобладал её градообразующий компонент – деятельность промышленных предприятий. Затем он постепенно замещался градообслуживающим и социальным компонентами в связи с дальнейшим развитием города. На современном этапе доминирует инфраструктурный и градостроительный компонент. Общий узор планировочной структуры г. Видное по многим признакам решётчато-сетевой: имеется совокупность микрорайонов, связанных осями (главными улицами) с несколько смещённым административным центром и градообразующим предприятием Москоксгаз. Такая планировочная структура в целом сохранила очертания с момента основания, но, в последние несколько лет наметилась тенденция асимметричности развития, а именно, разрастание города в юго-восточном и северном направлении за счёт массовой многоэтажной застройки окраины – до 20-22% от площади.

Не менее значимым для геоэкологической оценки является учет специфики функционального использования территории г. Видное, которое включает классификацию видов использования территории, типов застройки, промышленно-энергетического сектора, улично-дорожной сети, рекреационных объектов и т.п. Типы функционального использования территории показаны на карте генплана (рисунок 3.3.4). В соответствии с Генпланом города Видное, выделяются следующие функциональные зоны:

1. жилая зона, включающая много и средне-этажную многоквартирную застройку, малоэтажную (дачную) и индивидуальную (частную);
2. общественно-деловая;
3. производственная зона, представленная промышленными и коммунально-складскими объектами;
4. зоны сельскохозяйственного использования;
5. зоны рекреационного использования и специального назначения;
6. зона транспортной инфраструктуры.

Следует остановиться более подробно на характеристике жилой, промышленной, рекреационной и транспортной зонах, так как от их специфики зависит геоэкологическая ситуация города. Из-за исторических особенностей развития города, жилая (селитебная) зона в городе представлена весьма неравномерно, а именно, существенная её площадь занята средне (5-10) и многоэтажной (более 10-15 этажей) застройкой и составляет по подсчетам, проведенным автором в ГИС – 6 км² (33% от общей площади города) и сосредоточена в основной части города к востоку от трассы «Дон. Западнее равномерно распределена частная малоэтажная (дачная и усадебная, 1-3 этажей) застройка, доля которой относительно высока и составляет около 4 км² (25%) от площади города. Производственная зона, включающая непосредственно промышленные предприятия, расположена восточнее городской части, на расстоянии около 1,5-2 км; наряду с предприятиями, фрагментарно распределены коммунально-складские объекты. Общая доля составляет порядка 4 км² или 24% от общей площади. Зона рекреационного значения, включающая Видновский лесопарк, городской парк культуры и отдыха, Тимоховский парк, скверы, спортивно-рекреационные объекты, водные объекты имеет также фрагментарное распределение в черте города, на её долю приходится 2,3 км² (около 12%). Необходимо отметить, что большая часть Видновского лесопарка расположена восточнее города, в непосредственной близости от промзоны. Зона транспортной инфраструктуры имеет сетчатую структуру, представлена магистралями (федеральная трасса М4 «Дон»), городскими улицами и ж/д путями (Павелецкое направление). Её доля относительно невелика и составляет 1,2 км² (около 5%) (таблица 3.3.5).

Таблица 3.3.5. Характеристика функциональных зон в целом по городу Видное (составлено автором с использованием ГИС и Генплана..., 2023)

Функциональная зона	Площадь	Краткая характеристика
Жилая (селитебная) зона с многоэтажной застройкой	6 км ² 33,3% от общей площади города	Средне (5-10 этажей) и многоэтажная (более 10-15 этажей) застройкой. Представлена, преимущественно в основной части города к востоку от трассы «Дон»

Жилая (селитебная) с малоэтажной застройкой	Составляет 4,5 км ² (25% от площади города)	Расположена равномерно, в западной части города. Представлена дачной и усадебной застройкой (1-3 этажей),
Производственная зона	4 км ² или 24,4% от площади города	Восточнее города, на расстоянии около 1,5-2 км; представлена предприятиями и фрагментарно распределенными коммунально-складскими объектами.
Зона транспортной инфраструктуры	Составляет 1,2 км ² (около 5% от общей площади)	Имеет сетчатую структуру, представлена магистралями (федеральная трасса М4 «Дон»), городскими улицами и ж/д путями (Павелецкое направление).
Зона рекреационного использования	2,3 км ² (12,3% от общей площади города).	Имеет фрагментарное распределение в черте города; включает парки и лесопарки: Видновский лесопарк, городской парк культуры и отдыха, Тимоховский парк, также скверы.

Необходимо подробно остановиться также на пространственной характеристике распределения функциональных зон по каждому микрорайону. В таблице 3.3.6 приведены данные по площадям функциональных зон (в % от площади микрорайонов и общей). По соотношению малоэтажной, средне и многоэтажной застройки особенно выделяются микрорайоны Расторгуево, 2-й; 3-й, 5-й и 6-й. Малоэтажная застройка преобладает в Расторгуево (59,2%), 3-м (88,3) и 3-А (54%) микрорайонах. Средне и многоэтажная застройка характерна для микрорайонов № 1; 2; 5 и 6 и варьируется от 18,3 до 50% от площади их территории соответственно. Зона рекреационного использования наиболее представлена в 1-м и 5-м микрорайонах и составляет 31,7 и 87,5% от их площади. Зона транспортной инфраструктуры соответствует в основном 1-му и 5-му микрорайонам и представлена трассой М4 «Дон» и Павелецким направлением, что в процентном эквиваленте составляет 22,5 и 52,5%. Производственная зона расположена, в основном, на восточной окраине г. Видное, соответствует промзоне и, частично, в 6-м микрорайоне (20%).

Таблица 3.3.6. Характеристика функциональных зон по микрорайонам города Видное (составлено автором с использованием QGIS по данным (Генплан..., 2023))

Микрорайон	Доля функциональных зон в общей площади микрорайона, %				
	*1 (1А/1Б)	2	3	4	5

Расторгуево	0	59,2	0	**0	5,9	5,1
1-й	18,3	13,3	0	0	31,7	22,5
2-й	91,3	0	0	0	3,8	0
3-й	0	88,3	0	0	0	0
3-А	22	54	0	0	0	0
4-й	0	35,4	0	0	0	0
5-й	50	0	0	0	87,5	52,5
6-й	42,7	0	20	0	0	0
Промзона	0	0	100	0	0	0
Площадь в % от общей площади города	33,3	25	24,4	0	12,3	5

Примечание: *цифрами обозначены функциональные зоны: 1) жилая зона (в том числе 1А - много и средне этажная и 1Б малоэтажная застройка); 2) производственная зона, представленная промышленными и коммунально-складскими объектами; 3) зоны сельскохозяйственного использования; 4) зоны рекреационного использования и специального назначения; 5) зона транспортной инфраструктуры. **Зона с.-х использования расположена за пределами границ микрорайонов города.

В структуре улично-дорожной сети преобладают в основном двух полосные асфальтированные автомобильные дороги, являющиеся главными улицами, и однополосные, которые проходят вблизи парков и придомовых территорий, а также внутриквартальные проезды. Западнее города, примерно в километре от жилой зоны проходит четырёх полосная автомагистраль М4 «Дон». Существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха от автомобильного транспорта вносят магистрали – М4 «Дон» и, частично, Каширское ш. Размер зоны превышения ПДК по ширине составляет более 50 в первом случае и около 30 м во втором, соответственно. Дороги местного значения играют меньшую роль в загрязнении воздушной среды, ширина зоны превышения ПДК – в пределах 20-25 м (Проект генерального..., 2021).

Таким образом, планировочная структура города выражена преимущественно жилой зоной со средне и многоэтажной застройкой (около 33 % от общей площади города). Особую роль играют транспортные зоны, поскольку это связующее звено и рекреационные, т.к. выступают в роли экологического каркаса территории.

Таким образом, в последние десятилетия город Видное, как урбосистема испытывает существенное техногенное воздействие за счёт увеличения площади жилой застройки и транспортной сети, сокращения доли зелёных зон, воздействия

источников загрязнения – в первую очередь, автомобильного транспорта, объектов коммунальной сферы и, частично, промышленных предприятий (при неблагоприятных метеорологических условиях).

Выводы к главе 3

1. При характеристике и анализе физико-географических, социально-экономических условий г. Видное и особенностей его развития, было установлено следующее:

– физико-географическими особенностями, благоприятно сказывающимися на геоэкологической ситуации, являются расположение города Видное на возвышенности, с высотами 150-175 м, западнее относительно промышленной зоны (из-за преобладания западных и юго-западных ветров – до 52% в год); достаточно широкое распространение сохранившихся зеленых зон (до 45%), с преобладанием пород липы, дуба, березы. В центральной и западной части города площади зеленых зон составляют по проведенным подсчетам 15-18% от общей площади;

– наличие отдельных отрицательных форм рельефа являются возможными факторами экологического неблагополучия, что характерно, в основном для юго-восточной городской окраины.

2. В ходе анализа социально-экономических условий г. Видное выделены следующие важные в геоэкологическом отношении особенности:

– источниками потенциального воздействия на атмосферный воздух является деятельность промышленных предприятий (как потенциальный источник загрязнения при аварийных ситуациях и периодах НМУ) и автотранспорт (в периоды наибольшей загруженности улично-дорожной сети);

рост численности населения города, составляет около 57-58% за последнее десятилетие, связан с увеличением доли массовой застройки многоэтажными домами и доли искусственных покрытий – до 52-55% от площади города, что характерно для юго-восточной окраины г. Видное.

3. В развитии города выделяются 4 основных этапа, закономерно сменяющих друг друга – начальный (дачный); советский; постсоветский и современный. Последний из них характеризуется интенсивной многоэтажной застройкой, существенным увеличением площади городской территории – в 2,5 раза за 10 лет, активным развитием транспортной сети, что трансформирует город и его планировочную структуру, примерно на 25-30% площади территории.
4. Отличительной особенностью города является сохранение тенденции практически неизменной плотности населения за последние 65 лет, что связано с пропорциональным увеличением численности населения и расширения территории города.

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

4.1. Сбор исходных данных по городу Видное

4.1.1. Данные по природным особенностям и техногенному воздействию на г. Видное

Природные (физико-географические) особенности г. Видное подробно рассмотрены в параграфе 3.1 главы 3. В ходе сбора и анализа данных по природным условиям выявлены такие природные особенности города, как расположение на Теплостанской возвышенности (с абсолютными высотами 150-176 м в среднем), южнее относительно г. Москвы и западнее промышленной зоны (в 2-х км). Преобладание западных и юго-западных ветров (около 52% в год) и достаточно высокая площадь сохранившихся зеленых зон в границах центральной и западной части города (около 45%).

Исходными данными послужили картографические и фондовые материалы, натурные наблюдения, спутниковые снимки и цифровая модель рельефа.

Для оценки геоэкологической ситуации проведен анализ распределения объектов негативного воздействия (ОНВОС). Характеристики объектов негативного воздействия (ОНВОС) промышленной и жилой зоны г. Видное (по данным Росприроднадзора) более подробно представлены в приложениях 1 и 2. Пространственный анализ расположения ОНВОС показал их неравномерное распределение по территории города Видное. Наибольшее число приходится на промзону (порядка 40), 8 объектов относится ко 2-му и 2 к 1-му классам опасности соответственно и 6-й микрорайон (9 объектов), 2 из которых имеют 2-й класс опасности. Минимальное количество объектов негативного воздействия характерно для микрорайонов 3-А, 2-го, 3-го и 4-го (от 1 до 3-х).

Объекты негативного воздействия по валовым объемам выбросов в атмосферный воздух распределяются по территории г. Видное следующим образом:

- на территории промзоны преобладают ОНВОС с суммарными значениями выбросов от 326 до 4266 и от 34 до 326 кг/год, в основном 2 и 1 категории, в их число входят основные предприятия «Москокс», «Мосмек» и «Гипсобетон»;
- на территориях 1-го, а также для 2-го и 6-го микрорайонов размещены объекты, в основном 2 и частично 3 категории, с суммарными объемами выбросов 54,5 и 144-425 кг/год, представленные, главным образом, котельными и коммунальными объектами;
- остальной территории города свойственны объекты с существенно меньшими объемами выбросов, порядка 1,5-7,5 и 7,5-54,5 кг/год, преимущественно 3 и 4 категории, сюда входят торговые центры, складские помещения, автозаправочные станции и т.д.

Данные анализа приведены в таблице 4.1.1 и на рисунке 4.1.1.

Таблица 4.1.1. Суммарное количество отходов за год от ОНВОС в пределах микрорайонов г. Видное (составлено автором по данным Росприроднадзора⁴³)

Название микрорайона	Площадь, км ²	Количество ОНВОС	Категория	Суммарный объем выбросов, кг/год
Расторгуево	4,9	8	2, 4	6,9
1-й	1,2	4	2, 3 и 4	21,2
2-й	0,8	2	2, 3 и 4	14,8
3-й	0,6	4	3	7,54
3-А	0,5	1	3	0
4-й	1,3	2	3	0,07
5-й	0,42	5	3, 4	5,49
6-й	1,5	9	2, 3 и 4	210,5
Территория промзоны	4,1	39	1, 2, 3 и 4	4918,3

⁴³ Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024).

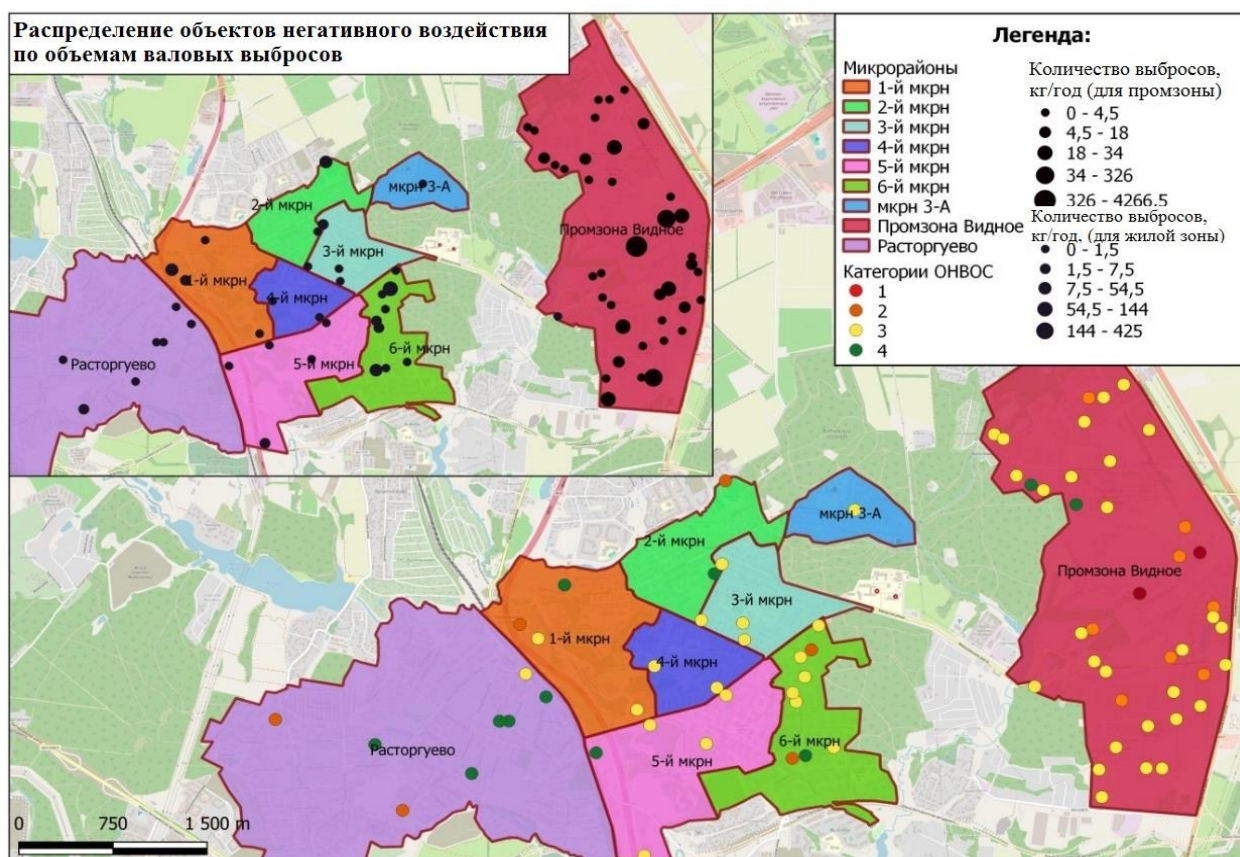


Рисунок 4.1.1. Распределение ОНВОС по категориям и величине валовых выбросов в пределах г. Видное (составлено автором в QGIS)

В ходе анализа распределения количества выбросов на единицы площади территории и численности населения обнаружено, что в первом случае, территориями с наиболее высоким техногенным воздействием, обусловленным деятельностью предприятий (главным образом, заводов ООО «Москокс», «Мосмек» и «Гипсобетон») и объектов теплоэнергетики (котельных), являются территория промзоны, 6-й и 2-й микрорайоны. На единицу площади приходится соответственно от почти 1200 (для промзоны), что весьма существенно и от 189 до 21 кг/км² в год выбросов веществ для 6-го и 2-го микрорайонов города. Наиболее благополучными в этом отношении, являются микрорайоны 3-й; 4-й; 5-й, а также Расторгуево и, особенно, микрорайон 3-А с меньшей нагрузкой (относительно средних значений по городу), обусловленной выбросами в пределах 1,4-12 и 0,13 кг/км² в год.

4.1.2. Исходные данные по социально-экономическим особенностям и специфике развития планировочной структуры г. Видное

Социально-экономические особенности и специфика развития планировочной структуры г. Видное более подробно проанализированы в параграфах 3.2 и 3.3 главы 3. Исходными материалами явились официальные статистические данные, спутниковые снимки и Генплан города.

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

Среди социально-экономических особенностей города стоит выделить наличие крупных промышленных предприятий (ОАО «Москокс», ОАО «Гипсобетон», ООО «АСТ Системы» и др.); резкий рост численности населения за последнее десятилетие с 60 до 108 тыс. чел (на 58%) вследствие массовой многоэтажной застройки, а также преобладание личного автотранспорта (до 60%) и высокая загруженность дорог.

Выявленные факторы негативно влияют на геоэкологическую ситуацию и ее динамику в целом, что характерно для южной и юго-восточной периферии города и составляет 20-25% от площади города.

4.2. Оценка текущего состояния г. Видное

4.2.1. Оценка геоэкологического состояния г. Видное

Для оценки объемов выбросов в атмосферу по микрорайонам города рассчитывается количество выбросов за год на единицу площади и душу населения (таблица 4.2.1).

Таблица 4.2.1. Расчетные данные по количеству выбросов за год на ед. площади и душу населения (составлено автором по данным Мосстата⁴⁴ и Росприроднадзора⁴⁵)

Название микрорайона	Площадь, км ²	Численность населения, чел	Суммарный объем выбросов, кг/год	Количество выбросов	
				кг/км ² в год	кг/чел в год
Расторгуево	4,9	4500	6,9	1,4	2
1-й микрорайон	1,2	10 000	21,2	17,1	2
2-й микрорайон	0,8	8600	14,8	21,2	2
3-й микрорайон	0,6	4800	7,54	11,8	2
3-А микрорайон	0,5	5100	0	0	0
4-й микрорайон	1,3	18 000	0,07	0,13	0
5-й микрорайон	0,42	20 000	5,49	4,16	0
6-й микрорайон	1,5	30 000	210,5	189,7	7
Территория промзоны	4,1	1000*	4918,3	1199,6	4000,9

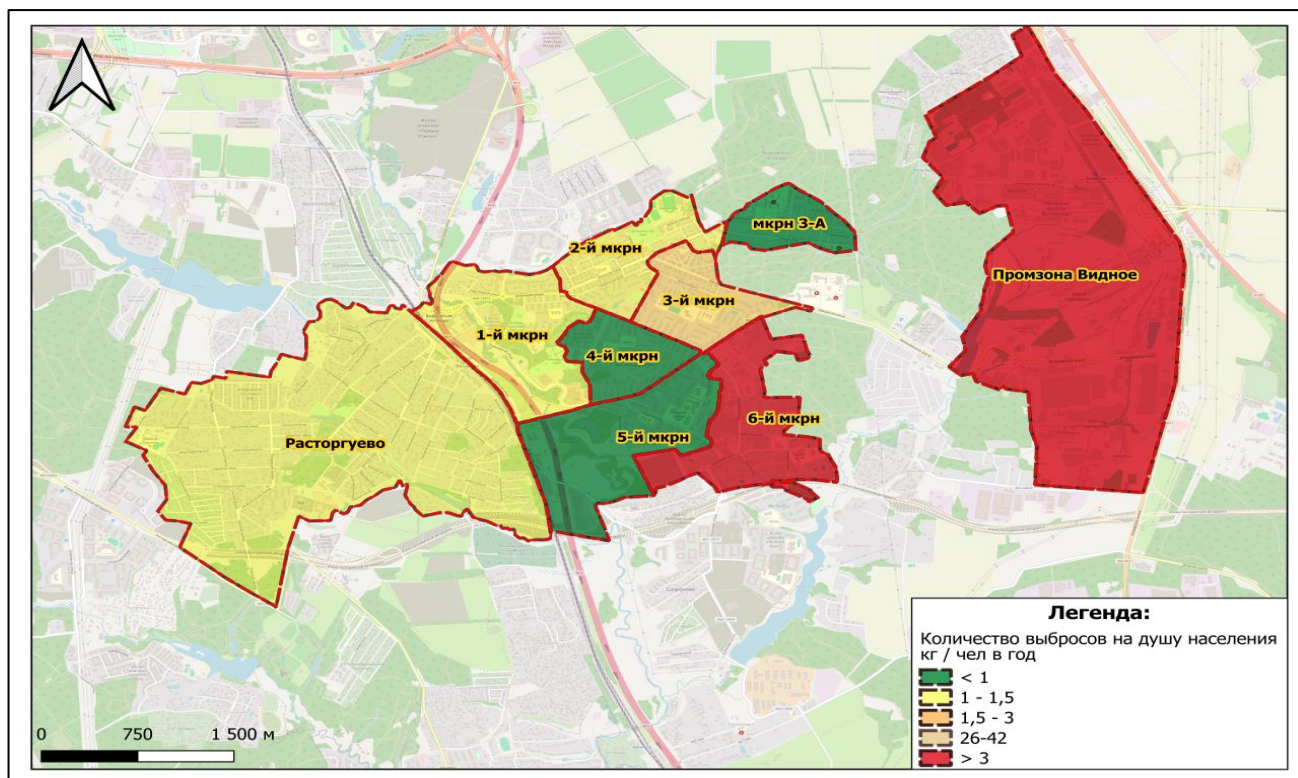
Примечание: *1000 чел. – примерная численность работающих в пределах промзоны

В ходе расчетов установлено, что максимальные значения показателей характерны для 6-го микрорайона и, особенно, территории промзоны (4,9 кг/чел в год). Это, связано с высокими объёмами валовых выбросов веществ, что отчетливо выражено на территории промзоны, и с большей численностью жителей 6-го микрорайона – порядка 30 тыс. чел. Также стоит отметить, что для большей части города, значения показателей распределены более равномерно, преобладающее значение равно 0,002 кг/чел в год, что, вероятнее всего, обусловлено низкой относительно города численностью населения этих микрорайонов – в пределах 10-15 тыс. чел. По этим показателям, город в среднем

⁴⁴ 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).

⁴⁵ Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024).

имеет относительно высокую техногенную нагрузку – $180,6 \text{ кг/км}^2$ выбросов за год и в пересчёте на душу населения $1,6 \text{ кг/чел}$ за год (рисунок 4.2.1).



Другой показатель, косвенно характеризующий геоэкологическую ситуацию городской территории, это накопление отходов. Анализ этого показателя, позволил установить, что для всех объектов характерны низкие (относительно нормативов) значения образования отходов – порядка 100-140 кг/год в пределах микрорайонов и высокие - около 400 кг/год для объектов промзоны. Отдельно выделяется 5 источников (1 из которых в пределах промышленной зоны) с максимальными объемами образуемых отходов, по-видимому, промышленного происхождения, в пределах 30-40 и 51-156 кг/год соответственно. По количеству отходов, образуемых на душу населения, выделяются 1-й и 2-й микрорайоны со значениями 210 и 520 кг/чел в год соответственно, что превышает установленные нормы накопления ТКО (СП 42.13330.2016). На территориях остальных микрорайонов показатели имеют минимальные значения (рисунок 4.2.1.1). В среднем, город по этим показателям

имеет сравнительно низкую нагрузку – в пересчёте на душу населения 180 кг/чел в год. Такие результаты обусловлены, в первую очередь, наличием источников отходов, отличающихся более высокими объемами образования на небольшой относительно города площади территории – около 1,3 км².

Ниже, в таблице 4.2.1.1 приведены расчетные данные по количеству образуемых отходов за год на единицу площади территории микрорайонов (кг/км²), а также на душу населения (кг/чел).

Таблица 4.2.1.1. Расчетные данные по накоплению отходов за год на ед. площади и душу населения (составлено по данным Мосстата⁴⁶ и Росприроднадзора⁴⁷)

Название микрорайона	Площадь, км ²	Численность населения, чел	Суммарное количество, кг/год	Накопление		Свод правил. СП 42.13330.2016
				кг/км ² в год	кг/чел в год	
Расторгуево	4,9	4500	100	100	110	280-300 кг/чел в год
1-й	1,2	10 000	52300	410*	520	
2-й	0,8	8600	18200	260	210	
3-й	0,6	4800	100	110	110	
3-А	0,5	5100	0	100	110	
4-й	1,3	18 000	100	100	110	
5-й	0,42	20 000	100	100	110	
6-й	1,5	30 000	0	0	0	

Примечание: * - выделены значения, превышающие нормативы

⁴⁶Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mosstat.gks.ru/folder/64504> (дата обращения: 21.12.2022).

⁴⁷Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024).

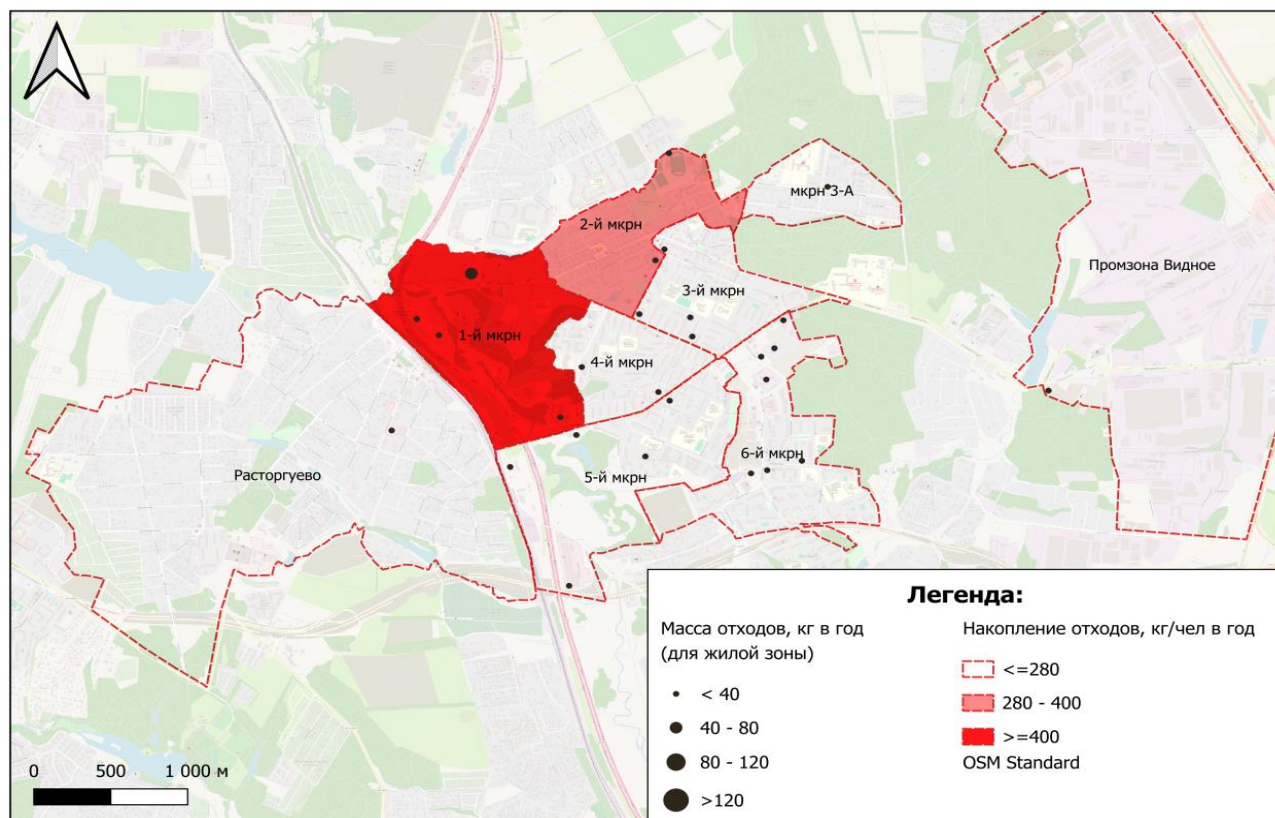


Рисунок 4.2.1.1. Оценка микрорайонов г. Видное по величине накопления отходов на душу населения (составлено автором в QGIS)

Еще одним из наиболее важных показателей при геоэкологической оценке городских территорий является интегральный показатель загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) химическими загрязнителями, т.к. в условиях города атмосферное загрязнение, во многом, определяется расположением объектов негативного воздействия, особенностями автомобильного трафика, состоянием зелёных зон и т.д. Также является одной из главных текущих геоэкологических проблем ближайших городов-спутников Москвы (Мовчан, Кочуров, 2022). Для его анализа оценивалось состояние атмосферного воздуха по следующим параметрам: оксид и диоксид углерода (CO и CO_2), диоксид азота (NO_2), углеводороды по метану (CH_4), формальдегид (CH_2O), летучие органические соединения по ароматическим соединениям (ЛОС). Значительная доля этих соединений входит в число приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха городов, согласно (Федеральный закон..., 2002), а также по ряду из них на основании ранее проведенных исследований неоднократно выявлены локальные

превышения ПДК, чем и обусловлен их выбор. Измерения концентраций загрязняющих веществ осуществлялись при помощи инструментальных методов, сертифицированным газоанализатором ГАНК-4 (А), (Р), (АР) - газоанализатор переносной (сертификат №24421-09) на выявление концентрации оксида углерода – СО, летучих органических веществ (ЛОС – по ароматическим углеводородам), формальдегиду (СН₂О), общему содержанию углеводородов (по метану – СН₄) и диоксиду азота (NO₂).

Данные инструментальных измерений автора по оценке загрязнения воздуха г. Видное, осредненные за летний сезон 2023 года, приведены в приложении 3.

Количественные данные инструментальных измерений этих веществ и расчет индекса загрязнения атмосферы по микрорайонам города представлены в таблице 4.2.1.2.

Таблица 4.2.1.2. Данные по основным загрязнителям и состоянию атмосферного воздуха г. Видное (составлено по осредненным данным инструментальных измерений)

Микрорайон	Концентрация загрязняющих веществ мг/м ³ (в скобках указано ПДК, согласно (Предельно допустимые концентрации..., 2019))				ИЗА (РД 52.24.643-2002)
	Диоксид азота (0,2)	Формальдегид (0,05)	Оксид углерода (5)	Летучие органические соединения (0,5)	
Расторгуево	0,05	0,002	0,3	0,020	1,34
1-й	0,04	0,008	0,01	0,011	1,25
2-й	0,03	0,001	0,03	0,017	1,36
3-й	0,01	0,01	0,3	0,051	1,21
3-А	0,04	0,002	0,1	0,015	1
4-й	0,2*	0,001	0,03	0,018	0,81
5-й	0,05	0,001	0,001	0,018	1,16
6-й	0,05	0,005	0,5	0,021	1,63
Промзона	0,2	0,04	0,9	0,32	1,9

Примечание: * - выделены значения, превышающие нормативы

Выбор местоположения точек и определение их количества для проведения исследований основано на дифференциации городской территории по

административным образованиям (микрорайонам) и функциональному значению с учётом фоновых (эталонных) мест, близости к промышленной зоне, транспортной инфраструктуре, жилым зданиям и объектам рекреации. Сами точки закладывались таким образом, чтобы они, во-первых, равномерно покрывали большинство жилых кварталов города и, во-вторых, была возможность сравнить параметры не только между собой, но и с относительно нетронутой территорией, на примере Видновского лесопарка – эталонной территорией. Расстояние между ними составляет около 500-700 м, что является наиболее оптимальным по меркам средних городов, площадью порядка 15-20 км².

Таким образом, было заложено в общей сложности 21 точки (две из которых располагаются на территории промышленной зоны и одна в пределах рекреационной зоны – Видновского лесопарка), представленных на карте ниже (рисунок 4.2.1.2).

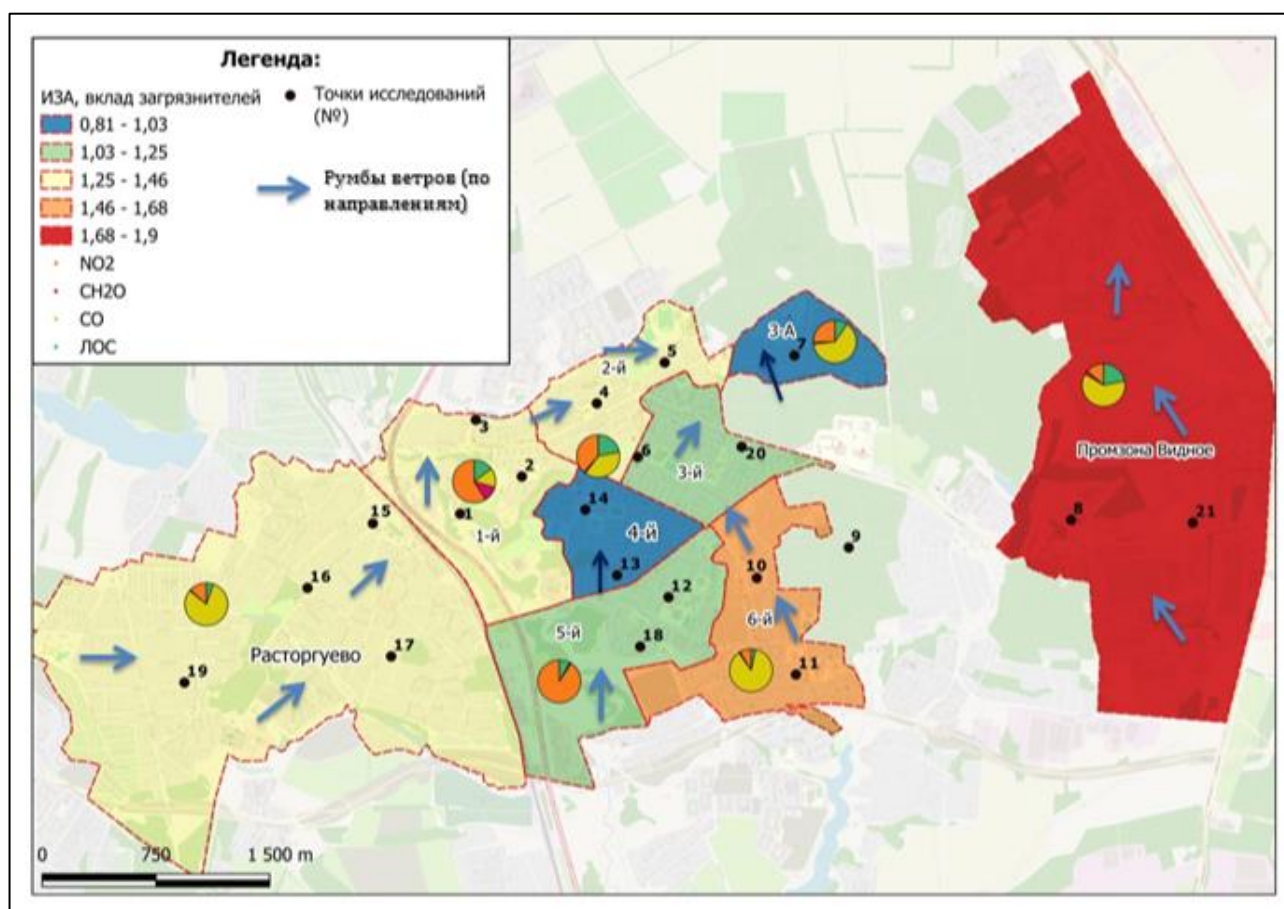


Рисунок 4.2.1.2. Оценка состояния атмосферного воздуха и доля основных загрязнителей в микрорайонах г. Видное (составлено автором в QGIS)

По результатам проведённых исследований по определению концентрации загрязнителей в летний и осенний периоды, а также статистической обработки данных было подтверждено, что в число основных загрязняющих веществ входит оксид углерода, диоксид азота, формальдегид, летучие органические соединения, представленные ароматическими углеводородами. Содержание этих загрязнителей различается в различных микрорайонах города. Максимальная их концентрация наблюдается в центре и в окраинных районах города – точки под № 8, 10, 11, 18 и 21, которые соответствуют промзоне, микрорайонам 5 и 6. Минимум концентрации соответствует территории Видновского лесопарка (№9), а также точкам под № 1; 3; 4; 5-7, входящим в микрорайоны Расторгуево, 1-й, 2-й, 3-А. По результатам интегральной оценки загрязнения атмосферного воздуха по показателю ИЗА установлено, что относительно высокие (по сравнению со средними значениями в городе) значения ИЗА характерны для территории промышленной зоны (до 1,9) и 6-го микрорайона (1,5-1,7), но, в целом, этот показатель для города достаточно низкий, средние значения составляют 1,3-1,5.

Полученные данные в ходе проведения инструментальных измерений загрязнения атмосферного воздуха достаточно хорошо коррелируются с подсчитанным автомобильным трафиком – порядка 0,65 по коэффициенту корреляции (рисунок 4.2.1.3).

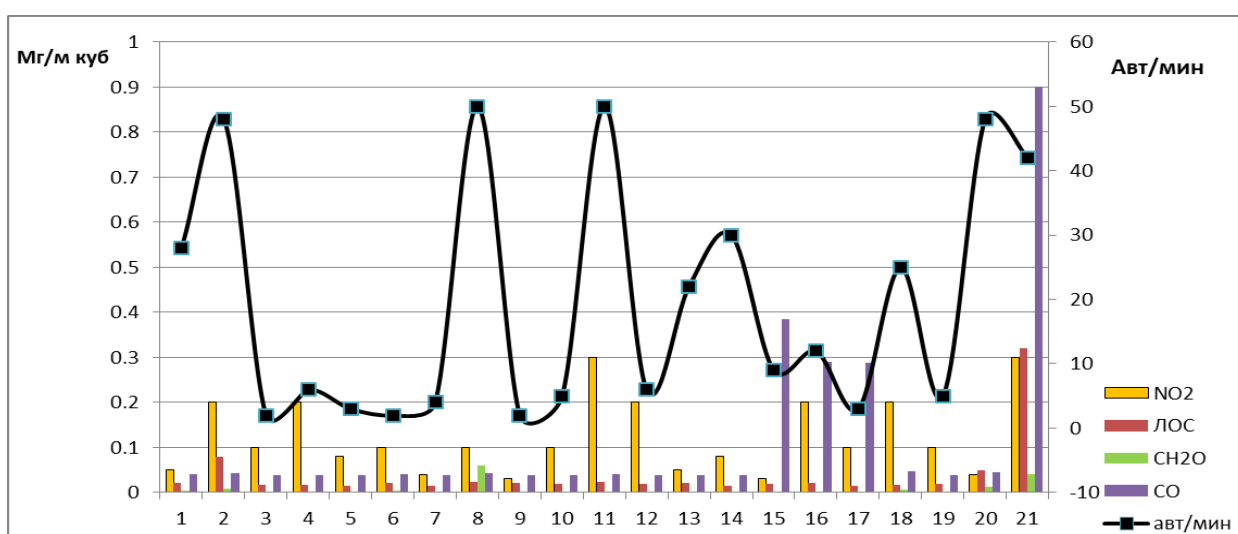


Рисунок 4.2.1.3. Усредненные концентрации загрязнителей воздуха за август-сентябрь 2023 г. и интенсивность автомобильного трафика (составлено автором по результатам инструментальных измерений)

Локальные превышения концентраций, вероятно, связаны с тем, что исследуемые микрорайоны находятся в непосредственной близости от автомобильных дорог с интенсивным движением – до 50 авт./мин, а некоторые из селитебных зон в недостаточной степени озеленены и находятся рядом с заправками (точки под № 10, 11, 12 и 18). Отдельным пунктом отметим, что вблизи дорог (на остановках и перекрёстках) концентрация загрязнителей в условиях антициклональной погоды по данным проведённых измерений доходит в некоторых случаях до десятых долей мг/м³ по СН₂О и ЛОС, и почти до 0,8 по NO₂, что подчёркивает значимость этих загрязнителей. Но, тем не менее, необходимо отметить, что превышений ПДК по большинству исследуемых показателей в селитебных зонах выявлено не было, за исключением NO₂ (Предельно допустимые концентрации..., 2019). Что касается результатов измерений содержания оксида углерода (СО), то значения во всех случаях были равны 0,1-0,5 мг/м³, что указывает на относительно низкую, концентрацию этого загрязняющего вещества.

Таким образом, основной вклад в загрязнение атмосферы города Видное вносят такие соединения, как диоксид азота (2 класс опасности), оксид углерода (4 класс опасности) и частично летучие органические вещества (4 класс опасности). Также по NO₂ были выявлены незначительные превышения ПДК. Такие метеопараметры, как повышенная скорость ветра примерно до 2,5 – 3 м/с при порывах до 10-12 м/с, преобладание ветров западных и юго-западных направлений, и перепады температуры (не связанные с инверсией) несколько смягчают негативное воздействие химических факторов риска, связанных с загрязнением воздуха.

4.2.2. Оценка планировочной структуры г. Видное⁴⁸

Особый интерес при оценке состояния планировочной структуры представляет показатель обеспеченности территории зелеными зонами, выраженный в отношении площади растительности к суммарной площади

⁴⁸ Материалы, использованные в параграфе, частично опираются на статью диссертанта (Кочуров, Мовчан, 2023)

микрорайона и, наряду с этим, доступность до зеленых зон (в метрах). Поскольку зеленые зоны являются основным средоформирующим компонентом городов, то есть их экологическим каркасом, в том числе благоприятно сказывающимся и на комфортности проживания населения.

По результатам оценки установлено, что значения обеспеченности зелеными зонами распределены территории г. Видное неравномерно, а именно, минимальные и близкие к ним значения характерны для 6-го микрорайона и территории промышленной зоны – порядка 6 и 2%, а также для 2-го микрорайона – от 23,7, что ниже установленных значений в нормативах (СП 42.13330.2016). Наиболее обеспеченными зелеными зонами являются микрорайоны Расторгуево, 3-й, 3-А, 4-й со значениями в пределах 27-70% (рисунок 4.2.2).

Более детально, данные по оценке и площадным характеристикам приведены также в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2. Расчетные данные по обеспеченности зелеными зонами г. Видное (составлено автором по данным Мосстата⁴⁹ и Жилого фонда⁵⁰)

Название микрорайона	Площадь, км ²	Площадь зеленых зон, м ²	Обеспеченность зелеными зонами (в %)	Свод правил. СП. 42.13330.2016
Расторгуево	4,9	3400	69,4	Не менее 25% от площади территории
1-й	1,2	700	58,3	
2-й	0,8	190	23,7*	
3-й	0,6	420	70	
3-А	0,5	260	52	
4-й	1,3	350	27	
5-й	0,42	310	73,8	
6-й	1,5	100	6,6	
Промзона	4,1	90	2,1	

Примечание: * - выделены значения, превышающие нормативы

⁴⁹ 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).

⁵⁰ Жилой фонд и многоквартирные дома в Видном. Сайт ГОС ЖКХ [Электронный ресурс]. – URL: <https://gosjkh.ru/houses/moskovskaya-oblast/vidnoe> (дата обращения 02.03.2024).

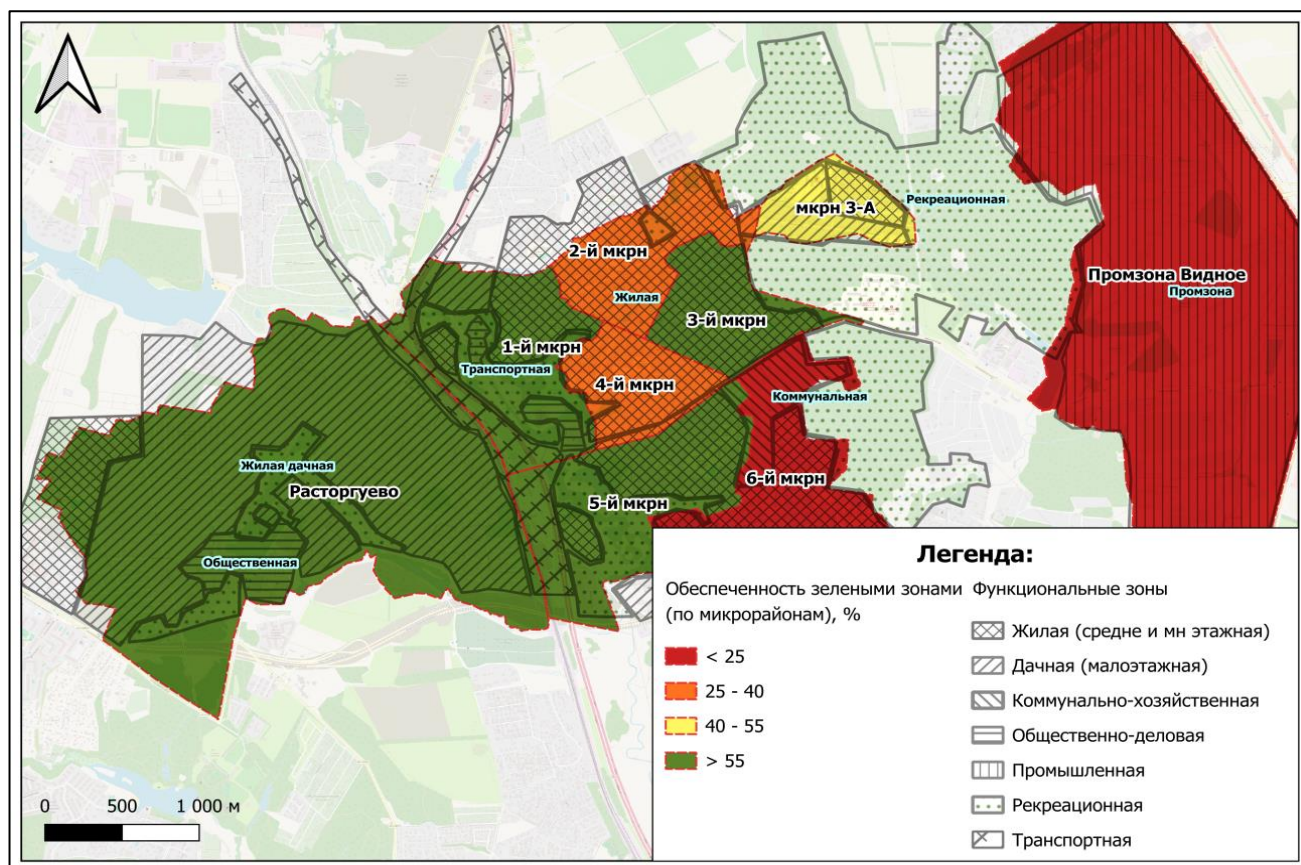


Рисунок 4.2.2. Оценка микрорайонов и функциональных зон города Видное по обеспеченности зелеными зонами (составлено автором в QGIS)

Далее, для оценки сбалансированности планировочной структуры с использованием значений площадей планировочных элементов и микрорайонов был рассчитан коэффициент застройки территории, отражающий соотношение площадей искусственных типов наземного покрова (улично-дорожная сеть, застройка) и общей площади микрорайона. Этот показатель характеризует степень сбалансированности текущего состояния планировочной структуры, т.е. чем выше его значение, тем в большей степени преобладают искусственные компоненты и, следовательно, менее сбалансирована планировочная структура.

При анализе показателя, в первую очередь, стоит более подробно рассмотреть выделенные диапазоны. Первая градация коэффициента (<0,25) соответствует в основном лесопарковым зонам с минимальными долями застройки и улично-дорожной сети; вторая (0,25-0,35) и, отчасти, третья (0,35-0,52) характерна, главным образом, для дачной застройки и с/х территорий. Что касается 4 и 5 градаций значений (0,52-0,75) и (>0,75), то они представлены

смешанной застройкой, в том числе общественно-деловой и зоной многоэтажной застройки. Они соответствуют коммунально-хозяйственной зоне с минимальной площадью растительности. Значение коэффициента застройки для всей исследуемой территории составляет порядка 0,45-0,55 ед., что можно охарактеризовать степень застройки исследуемой территории, как чуть выше нормативной (СП 42.13330.2016). Это означает, что в целом, достаточно велика доля зелёных зон, особенно в центральной (исторической) части города и открытых пространств на восточной и южной окраине, что заметно компенсирует градостроительную нагрузку и определяет именно эти значения.

В ходе расчётов показателя было установлено, что наибольшее его значение приходится на районы, представленные преимущественно средне и многоэтажной застройкой. Менее застроенными и, соответственно, более стабильными являются территории дачной застройки (западная часть) и смешанной застройки в центре города. Восточная окраина города отличается высокими различиями значений – от 0,4 до 0,5 и от 0,5 до 0,9 ед. В то время как западная часть существенно менее освоена со значениями коэффициента застройки преимущественно от 0,2 до 0,3. Это, по всей видимости, объясняется особенностями и историей освоения города, а именно, восточная часть (за трассой М4 «Дон») приурочена к промзоне; здесь также имеет место быть активная застройка многоэтажными строениями южной окраины, с одной стороны. Наряду с этим, также имеются лесопарки и фрагменты частной застройки. Западная часть представлена преимущественно частной дачной и усадебной застройкой, а также сельскохозяйственными угодьями и зелёными зонами, что снижает вклад застройки. Количественные данные представлены ниже в таблице 4.2.2.1 и на рисунке 4.2.2.1.

Таблица 4.2.2.1. Расчетные данные по показателю застройки г. Видное (составлено автором по фондовым и картографическим данным)

Название микрорайона	Площадь, км ²	Площадь искусственных компонентов, км ²		Коэффициент застройки (безразмерные ед.)	Свод правил. СП 42.13330.2016
		Зданий	Улично-дорожной сети		

Расторгуево	4,9	0,04	0,3	0,07	Не более 0,4
1-й	1,2	0,38	0,11	0,4	
2-й	0,8	0,45	0,15	*0,75	
3-й	0,6	0,02	0,2	0,36	
3-А	0,5	0,03	0,08	0,22	
4-й	1,3	0,36	0,32	0,52	
5-й	0,42	0,23	0,02	0,6	
6-й	1,5	0,59	0,52	0,75	
Промзона	4,1	2	1,9	0,96	

Примечание: * - выделены значения, превышающие нормативы

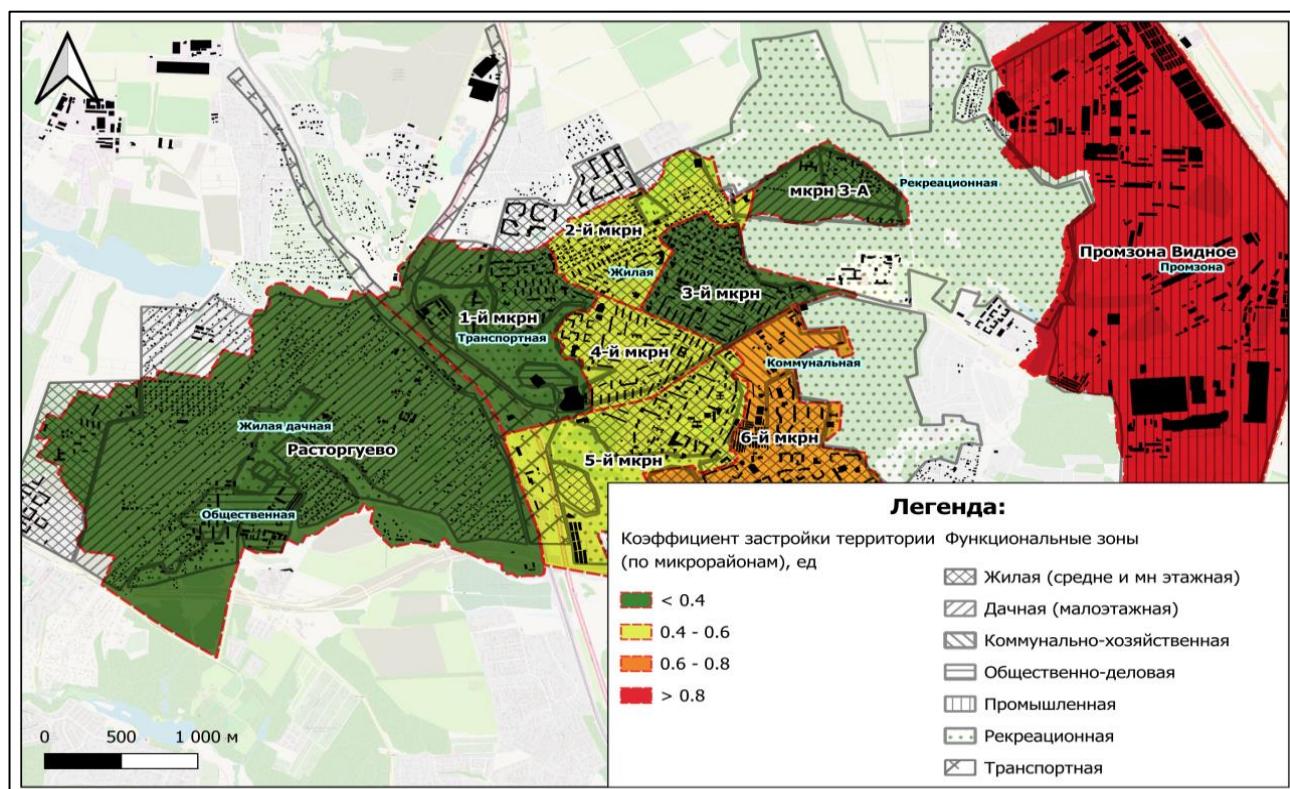


Рисунок 4.2.2.1. Оценка микрорайонов и функциональных зон города Видное по коэффициенту застройки (составлено автором в QGIS)

Следовательно, состояние планировочной структуры города в соответствии с проведенной оценкой является относительно сбалансированным, значение коэффициента составляет 0,45, что обусловлено, во многом, значительным преобладанием рекреационных зон – около 30-40% от площади территории. Тем не менее, отдельные микрорайоны менее сбалансированы, а именно, 2-й; 4-й; 5-й и 6-й, которые входят в основном в коммунально-хозяйственную зону и жилую (с многоэтажной застройкой). Это, во многом, обусловлено дефицитом зеленых зон и преобладанием искусственных типов наземного покрова.

Дополнительным показателем, косвенно отражающим сбалансированность элементов планировочной структуры, является фрактальная размерность. С помощью этого показателя оценивается степень неоднородности городской планировки. Оценка плотности застройки и улично-дорожной сети планировочной структуры г. Видное осуществлялась с использованием фрактального анализа по методу сетки (Гущина и др., 2016), который проводился для дополнительной оценки транспортной инфраструктуры. В основу оценки густоты улично-дорожной сети легли материалы генплана города, поскольку это официальные открытые данные, и они более четко отражают элементы планировочной структуры.

Выполненные расчёты показали, что по вычисленному показателю зонами с достаточно высокой степенью освоённости г. Видное являются микрорайоны северо-западной и северной окраин города (1-й микрорайон и Расторгуево) со значениями $Df_{удс}$ в пределах от 1,6 до 1,76. Это свидетельствует об избыточности улично-дорожной сети на конкретных участках и, вероятно, о высокой интенсивности воздействия на природную составляющую города, а также о неравномерном распределении транспортной сети в этой части города. Распределение транспортной инфраструктуры в основной части города (к востоку от трассы М4 Дон) имеет также мозаичный характер с колебанием значений фрактальной размерности в диапазонах от 1,16 до 1,41, что является преобладающими значениями. В среднем, по городу показатель фрактальной размерности равен 1,4, что является наиболее оптимальным с точки зрения степени развитости УДС и антропогенного воздействия на город. Относительно фрактальной размерности жилой застройки, стоит отметить, что максимальные значения характерны северной и северо-западной окраинам. Показания варьируются от 1,49 до 1,57 в пределах восточной части города и от 1,67 до 1,7 в западной. Это также, по-видимому, обусловлено преобладанием неравномерно размещённой застройки.

Для большей части территории города характерен более равномерный диапазон значений фрактальной размерности, а именно, в пределах от 1,2 до 1,3.

Среднее же значение показателя D_f равняется 1,21, что ближе к оптимальному (рисунок 4.2.2.2).

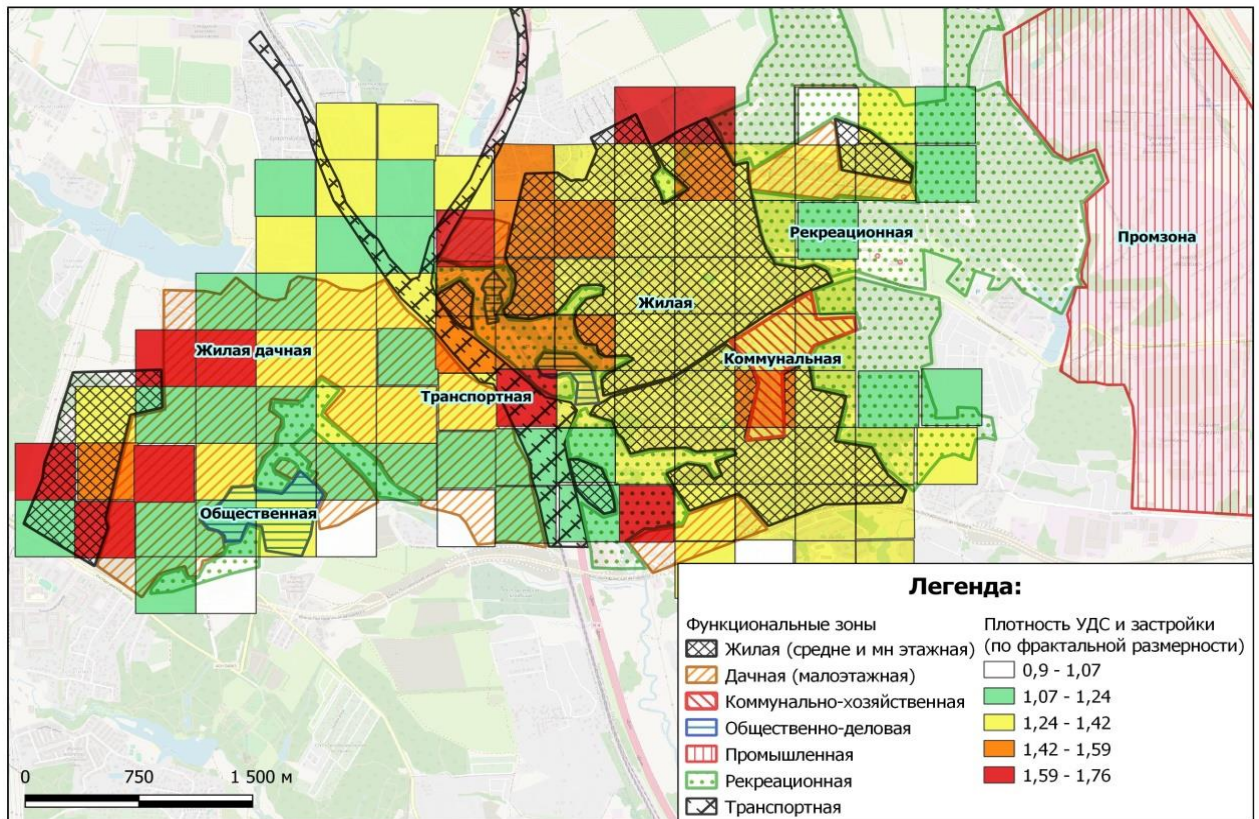


Рисунок 4.2.2.2. Распределение плотности элементов планировочной структуры в границах г. Видное на 2023 год (составлено автором в QGIS)

По всей вероятности, такая закономерность обусловлена сложной конфигурацией улично-дорожной сети (УДС) в пределах съездов на трассу М4 и неравномерным её распределением в новых микрорайонах. Преобладающие значения в пределах 1,4 связаны с достаточно интенсивным развитием центральной части города и также с особенностями городской планировки, 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), 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. Наиболее вероятными причинами такого распределения значений фрактальной размерности

застройки является очаговый характер размещения жилых строений, достаточно больших по площади и сложных в конфигурации, отмеченный ранее. Это обуславливает весьма высокие показания Df. Равномерный диапазон достаточно низких и средних значений восточной части города связан с преобладанием равномерной застройки, что отражает среднюю степень освоенности и, таким образом, низкую антропогенную нагрузку на г. Видное. Низкие значения (в пределах 1-1,2), которые составляют около 30% и соответствуют в основном лесопарковым зонам, территории дачной застройки и др. малоосвоенным пространствам.

4.3. Оценка динамики города Видное⁵¹

4.3.1. Оценка динамики геоэкологического состояния г. Видное

Ввиду отсутствия в открытом доступе ретроспективных данных по показателям, рассчитанным в предыдущем параграфе, оценка динамики геоэкологической ситуации г. Видное основывалась на данных дистанционного зондирования Земли и глобальных баз данных. Использовались следующие показатели: динамика наземного покрова, динамика продуктивности земель, динамика деградации земель в границах города. Для оценивания использованы космические снимки спутника Landsat-8, разрешения 30м/пиксель и современные средства геоинформационного моделирования, реализуемые при помощи плагина Trends.Earth (функции land cover и land productivity).

На первом этапе оценки, территория города была дифференцирована по типам наземного покрова «по умолчанию» на основании базовой классификации в Trends.Earth (КБО ООН, 2015). А именно, при помощи автоматической классификации и последующей дешифровки материалов ДЗЗ и их дальнейшей обработки в геоинформационных системах подготовлена карта наземного покрова (рисунок 4.3.1).

⁵¹ Материалы, использованные в параграфе, частично опираются на статью диссертанта (Мовчан, Лобковский, 2025)

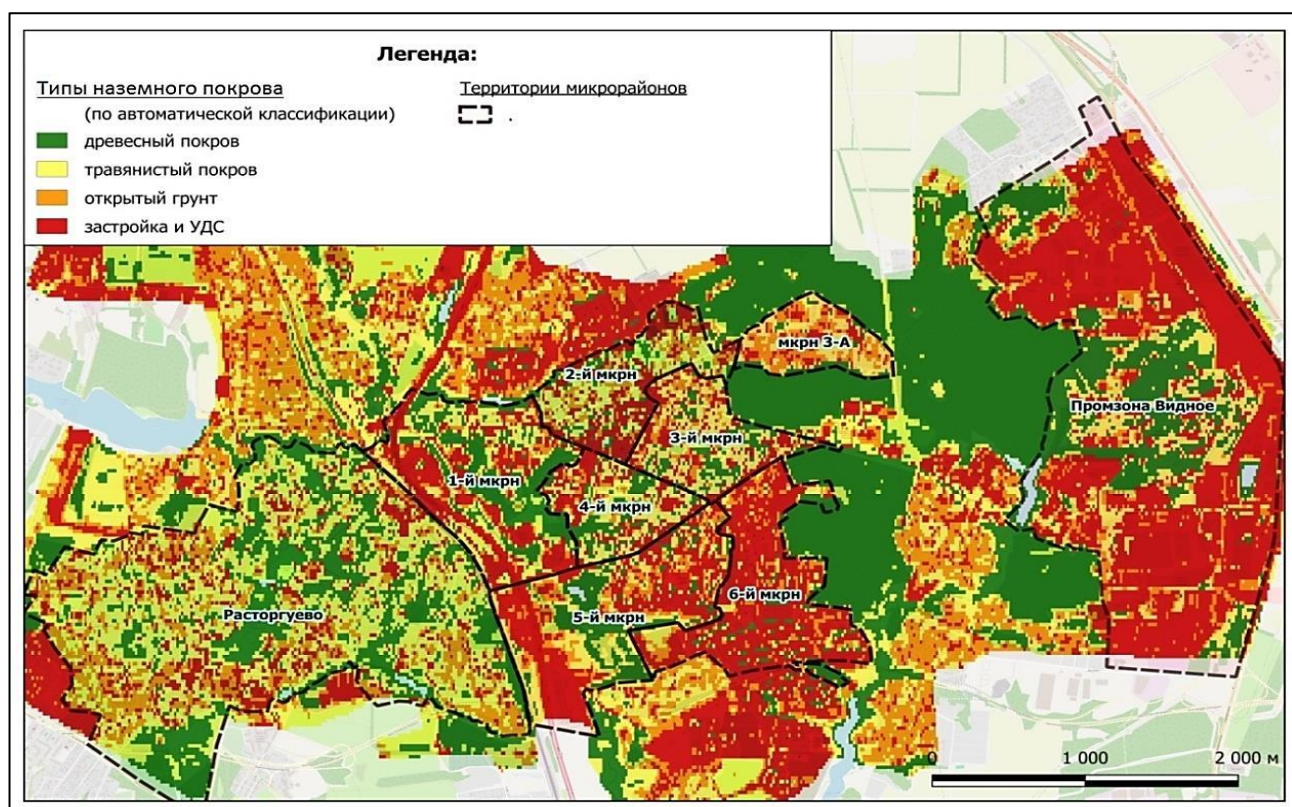


Рисунок 4.3.1. Типы наземного покрова в пределах г. Видное по данным на 2023 год (составлено автором в SAGA)

Далее, по каждому значению, соответствующему определенному типу наземного покрова, а именно древесная растительность, травянистый и кустарниковый покров, открытые территории и искусственные покрытия была оценена доля в процентах от площади исследуемой территории в программе SAGA⁵². Установлено, что, достаточно высокая доля в общей структуре земель, приходится на зелёные зоны (древесная растительность), в том числе элементы придомового озеленения, городские парки, на долю которых, по подсчетам, выполненным средствами ГИС, приходится, в сумме 5,3 км² (около 34%). В большей степени они выражены в пределах 1-го; 3-го; 4-го микрорайонов в микрорайоне Расторгуево. Их доля от площади микрорайонов составляет примерно 55; 35; 25 и 67% соответственно. Открытые, лишённые растительности пространства и земли с преобладанием травянисто-кустарниковой растительности, представлены, главным образом, проектируемыми

⁵² SAGA. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html> (дата обращения: 20.01.2024).

микрорайонами, сельскохозяйственными угодьями и территориями дачно-усадебной застройки. Доля открытых земель составляет около 4,5% от всей площади городской территории, а с травянистым покровом порядка 3,8 км² (25%). Достаточно высокая доля земель с травянистым покровом наблюдается на территории микрорайона Расторгуево – 1,2 км² (24,5%). Далее следуют застроенные территории, представляющие собой участки, занятые жилыми строениями, улично-дорожной сетью, парковками и иными инженерными сооружениями. Эти земли составляют 5,5 км² (порядка 36% от площади городской территории); причем, максимум приходится на 6-й микрорайон – 1 км² (около 73%) и территорию промзоны – 2,7 км² (66 %), (таблица 4.3.1).

Таблица 4.3.1. Расчетные данные по площадям типов наземного покрова на 2023 год (составлено автором)

Микрорайон	Площадь, км ²	Площадь типов наземного покрова (км ²)			
		Древесный покров	Травянистый покров	Открытый грунт	Застройка и УДС
Расторгуево	4,9	3,3	1,2	0,1	0,3
1-й	1,2	0,66	0,2	0,04	0,3
2-й	0,8	0,2	0,43	0,07	0,1
3-й	0,6	0,21	0,3	0,01	0,08
4-й	0,5	0,12	0,23	0,04	0,11
5-й	1,3	0,35	0,2	0,08	0,67
3-А	0,42	0,18	0,06	0,04	0,14
6-й	1,5	0,09	0,1	0,21	1,1
промзона	4,1	0,2	1,1	0,1	2,7
Город	*16,1	5,3	3,8	0,7	5,5

Примечание: *Площадь в границах городской территории (кроме прилегающих рекреационных зон)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшую площадь территории в городе занимают земли с древесным и травянисто-кустарниковым покровом, представленные парками, лесопарками, скверами и газонами. В процентном отношении это составляет около 50% в сумме. Второе место занимают искусственные покрытия (асфальт, бетон и др.), отчётливо прослеживающиеся в юго-восточном направлении. Относительно высокая доля зелёных зон в городе связана с широким распространением парков и озеленённых и благоустроенных дворов. Микрорайон Расторгуево, 1-й и микрорайон 3-А

города озеленены в большей степени, порядка 70% от их площади, что, отчасти, совпадает с ранее полученными результатами исследований автора (Мовчан, 2022). Средний же показатель озелененности (включая древесный и травянистый покров) по населённому пункту составляет около 50%, что подтверждает ранее полученные результаты и характеризует город, как достаточно сбалансированный по данному показателю.

Также это указывает на достаточно хорошее состояние зеленых зон большей части города, и высокую степень сохранности естественного наземного покрова, особенно в форме парков-скверов и лесопарков, но в то же время, новые микрорайоны (6-й; 2-й; частично 5-й и территория промышленной зоны), испытывают существенный недостаток в озеленении и преобладании искусственных покрытий.

Анализ показателя динамики наземного покрова позволил выделить несколько наиболее крупных зон, подверженных существенной деградации земель: западная часть микрорайона Расторгуево; северная окраина 1-го и 2-го микрорайонов; большая часть 6-го микрорайона (юг) и северо-восток промзоны. Наряду с этим, в черте микрорайонов распределены значительно меньшие по площади – около 0,004 км² зоны деградации земель, имеющие пятнистое распространение. Значительная часть территории города соответствует категории «стабильно», а ареалов с тенденцией к улучшению состояния земель практически обнаружено (рисунок 4.3.1.1).

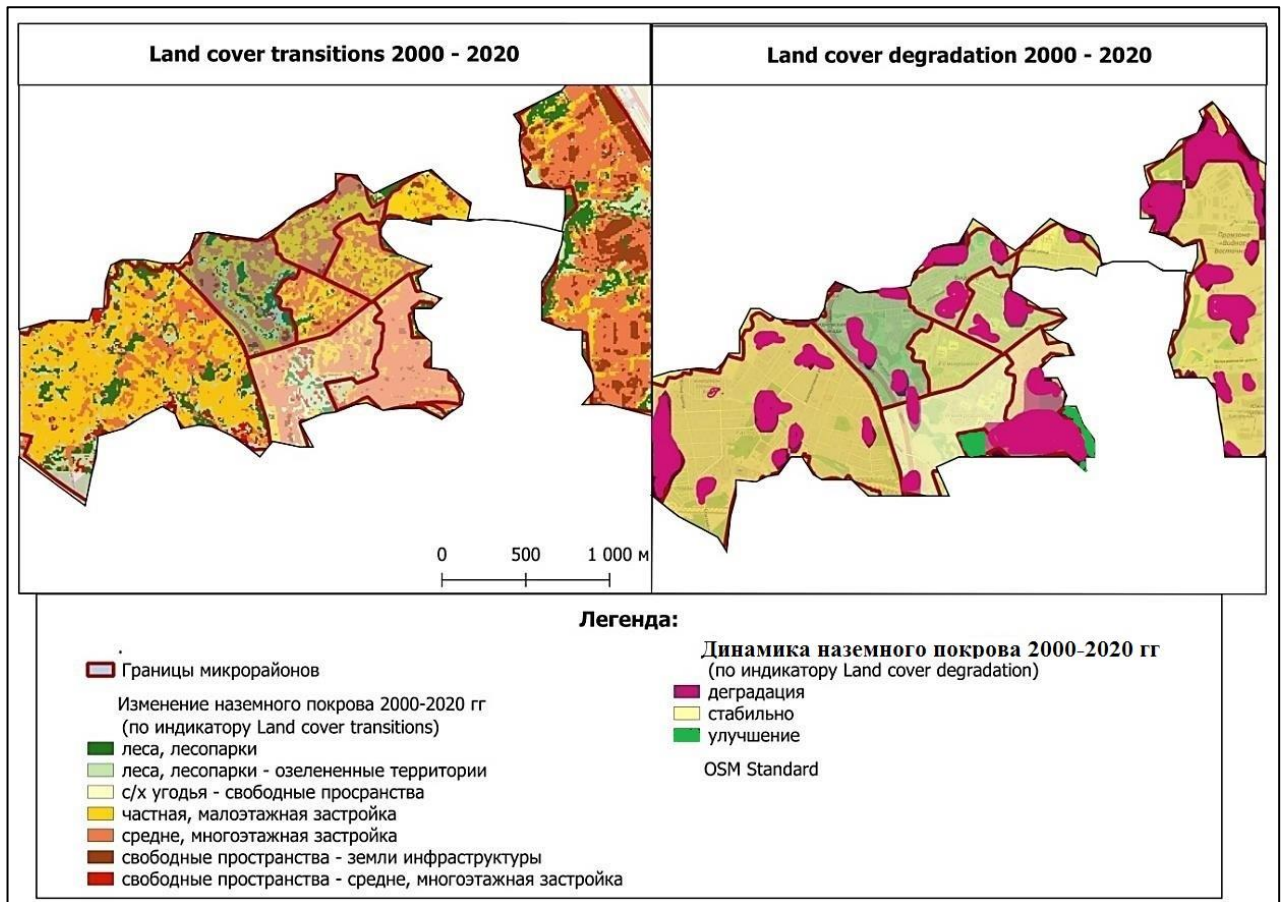


Рисунок 4.3.1.1. Динамика наземного покрова территории г. Видное за базовый 20-ти летний период (составлено автором в QGIS)

Для верификации результатов было проведено сравнение с исходными снимками спутников Landsat 4-5 и 8-9 на соответствующие периоды (рисунок 4.3.1.2). Характеристики используемых космических снимков спутника семейства Landsat (по данным сайта Copernicus) на территорию г. Видное приведены в приложении 4.



Рисунок 4.3.1.2. Космические снимки Landsat на г. Видное за июль 2020 (справа) и 2000 гг. (слева)

Далее, были маркированы предполагаемые ареалы, подверженные деградации земель на основе результатов ГИС-моделирования. При сопоставлении снимков за периоды с результатами оценки деградации земель, по результатам регрессионного анализа было обнаружено, что зоны деградации достаточно хорошо – со стандартной ошибкой 0,05, соотносятся с застроенными территориями, что отчетливо видно из приведенных ниже снимков, наглядно подтверждает полученные результаты и отражает реальную динамику изменения наземного покрова в черте города. Результаты подтверждаются дополнительным статистическим анализом данных, представленных в таблице 4.3.1.1.

Таблица 4.3.1.1. Результаты статистического анализа материалов ГИС-моделирования и ДЗЗ (составлено автором)

Регрессионный анализ				
Множественный R	0,99	* $\sum S$ по ГИС-моделированию	$\sum S$ по материалам ДЗЗ	Разница
R-квадрат	0,98	2,92	2,97	0,04 (1,57%)
Нормированный R-квадрат	0,97			
<i>Стандартная ошибка</i>	<i>0,05</i>			
Наблюдения	15			

Примечание: * $\sum S$ – Сумма площадей участков, подверженных деградации наземного покрова (в км²)

Для дальнейшего количественного анализа и оценки составлена таблица 4.3.1.2, содержащая значения каждой из групп состояния земель и доли, в % от общей площади района, города.

Таблица 4.3.1.2. Соотношение площадей деградированных, стабильных и улучшенных земель г. Видное с 2000 по 2020 гг. (составлено автором)

Динамика земель с 2000 по 2020 гг. (площадь)								
Название микрорайонов	Общая площадь, км ²	Деградация км ² , (%)		Стабильно км ² , (%)		Улучшение км ² , (%)		**Индекс НБДЗ, %
Расторгуево	4,9	0,46	9,4	4,4	90,6	-	-	-
1-й	1,2	0,1	8,3	1,1	91,6	-	-	-
2-й	0,8	0,06	8,2	0,73	91,2	-	-	-
3-й	0,6	0,05	9,3	0,54	90,6	-	-	-
4-й	0,5	0	0	0,5	100	-	-	-
5-й	1,3	0,097	7,46	1,203	92,5	-	-	-

Динамика земель с 2000 по 2020 гг. (площадь)								
Название микрорайонов	Общая площадь, км ²	Деградация км ² , (%)		Стабильно км ² , (%)		Улучшение км ² , (%)		**Индекс НБДЗ, %
3-А	0,42	0,004	0,9	0,41	97,6	-	-	-
6-й	1,5	0,65	25,3	0,85	56,6	0,04	2,6	22,6
промзона	4,1	1,04	43,3	3,06	74,6	-	-	-
Город	*16,1	2,4	16,2	12,8	83,8	0,04	0,26	15,9

Примечание: *Площадь в границах городской территории (кроме прилегающих рекреационных зон)

**индекс НБДЗ - разница между площадями деградированных и улучшенных земель, в %

Таким образом, группа «стабильно» резко преобладает в общей площади, как на уровне микрорайонов, так и города в целом, что, вероятнее всего, связано со стагнацией развития большей, особенно центральной части города и более интенсивным развитием городской периферии. Еще одной характерной закономерностью является то, что наиболее активно, деградация земель выражена в пределах территории промышленной зоны (1,04 км²), 6-го микрорайона (0,65 км²) и частично (юго-западная часть) в микрорайоне Расторгуево (0,46 км²), что в процентном эквиваленте составляет порядка 43; 25 и 9 % от площадей соответствующих территорий. Остальные территории, особенно, 4-й и 1-й микрорайоны и 3-А, подвержены в существенно меньшей степени процессам деградации земель, в пределах 0-0,004 км² (до 0,9%).

Таким образом, суммарно по городу, площадь деградированных земель составляет порядка 2,4 км² (или 16,2%), а сбалансированных (стабильных) – около 13 км² (83,8%). Можно сделать вывод, что состояние земель в целом стабильно, с тенденцией к слабо выраженной деградации, характерной, главным образом, для окраин города. Значения индекса нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), то есть разницы между деградированными и улучшенными землями составляет около 16% по городу. Особенно выделяется 6-й микрорайон по этому показателю – 22,6%, что обусловлено наличием небольшого ареала земель, имеющих тенденцию к улучшению и частично относящихся, по-видимому, к музею-заповеднику «Горки-Ленинские». Во всех остальных случаях, индекс НБДЗ принимает значения «0», что связано с отсутствием ареалов земель,

подверженных деградации и указывает на достаточно стабильное состояние наземного покрова.

Далее проведена оценка состояния растительности, которая производилась при помощи вычисления серий индекса NDVI, отражающего продуктивность земель при последующем совмещении слоя с микрорайонами для более детальной визуализации состояния растительности; дальнейшей векторизации слоя NDVI для вычисления площадей растительного покрова и расчета средствами ГИС-технологий площади растительности на уровне микрорайонов и обеспеченности территорий микрорайонов зелеными зонами в % как дополнение.

При визуальной дешифровке и предварительной оценке состояния растительности города Видное было установлено, что участки со значениями индекса NDVI более 0,76 соответствуют древесной растительности; травянисто-кустарниковый покров принимает значения от 0,51 до 0,76; открытая почва или асфальт имеют 0,27-0,51 ед.; -0,03-0,27 – застроенные территории; 0,03-0,27 – покрытие крыш зданий (рисунок 4.3.1.3).

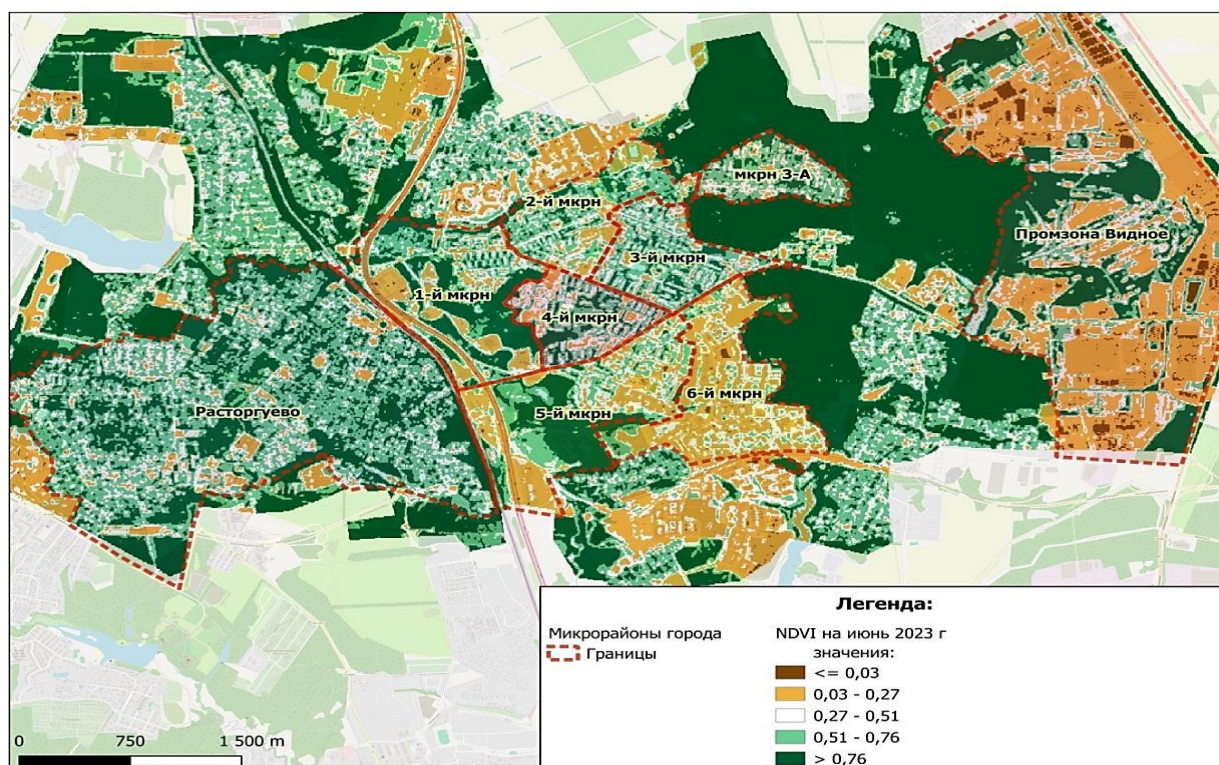


Рисунок 4.3.1.3. Состояние растительности по показателю NDVI (на июнь 2023 г.) в пределах г. Видное (составлено автором в QGIS)

Важным с точки зрения оценки динамики территории города является показатель динамики продуктивности земель, рассчитанный на основе обработки средне сезонных композитов значений нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) в период с 2001 по 2020 гг. за сезоны активной вегетации – с мая по август (функция «land productivity»). Стоит отметить, что по этому показателю в обоих случаях наблюдается неравномерное распределение площадей земель. Тенденция к уменьшению продуктивности особенно отчетливо наблюдается в 6-м; 2-м; 3-м микрорайонах и на территории промзоны, что выражено в значительном приросте застроенных территорий и сокращении древесной и травянисто-кустарниковой растительности. Между тем, микрорайон Расторгуево имеет несколько положительный тренд («улучшение») показателя продуктивности, в особенности его центральная часть. Большая часть территории города, по-прежнему относится к группе «стабильно» (рисунок 4.3.1.4).

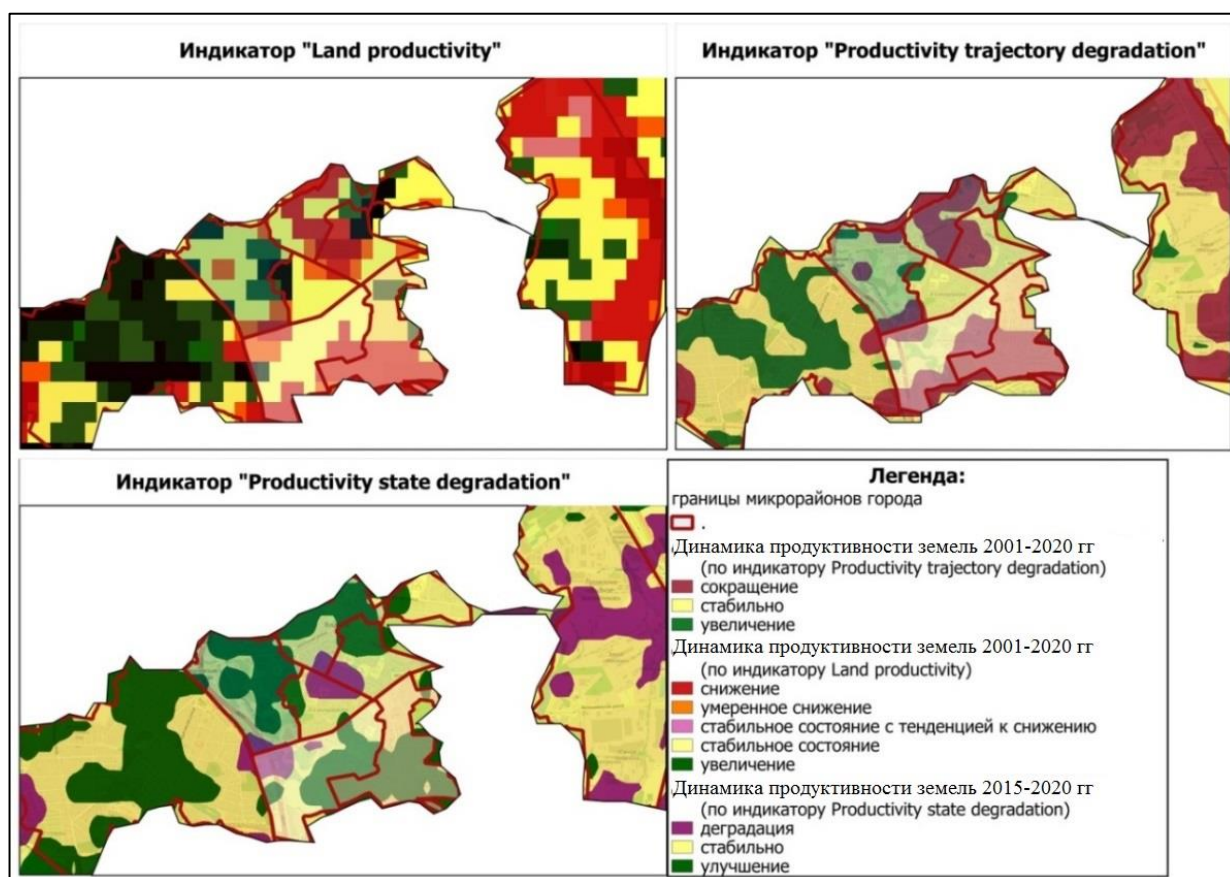


Рисунок 4.3.1.4. Динамика состояния продуктивности земель г. Видное за 2001-2020 гг. по 3-м индикаторам (составлено автором в QGIS)

В ходе оценки установлено, что наиболее интенсивно, снижение значения данного показателя («деградация») наблюдается в пределах промзоны – 2,1 км² (или 51,4% от площади промзоны) и 6-го микрорайона – 0,65 (около 43% от площади микрорайона). Более стабильное состояние свойственно микрорайонам Расторгуево – 2,8 км²; 1-му –1,08, и 5-му – около 1,1, что в долях от площадей микрорайонов составляет 57,7; 90 и 78,4% соответственно. Некоторый рост продуктивности отмечается на отдельных участках микрорайона Расторгуево и, частично, промзоны (в непосредственной близости к санитарно-защитной зоне). Значения по занимаемой площади составляют 1,9 и 1,04 км² (39,8 и 25,3%) соответственно.

Таким образом, суммарно, снижение продуктивности земель составляет 3,6 км² (24% от общей площади города); стабильное состояние 7,7 (50,7% от общей площади); а увеличение – порядка 3,1 (20,7% от площади города). В этой связи, показатель продуктивности земель, в целом по городу Видное является сбалансированным с тенденцией к выраженной деградации, особенно в юго-восточной части (6-й микрорайон) и территории промзоны и незначительным приростом, характерным, в большей степени, для микрорайона Расторгуево. Баланс продуктивности земель, то есть разница между площадями увеличения и уменьшения продуктивности, выраженная в %, принимает отрицательные значения в микрорайонах 2; 3; 5; 6, а также в пределах промзоны. Причем, 6-й микрорайон отличается минимальным значением баланса (-43,2%). Такие низкие показания связаны со значительным преобладанием площадей с выраженным уменьшением продуктивности, что, отчасти, обусловлено увеличением доли застройки и улично-дорожной сети. Положительные значения характерны для Расторгуево (максимальное значение – 37,3%), для 1-го и 4-го микрорайонов. Эти территории отличаются существенным преобладанием площадей увеличения продуктивности относительно ареалов с ее уменьшением. В среднем по городу Видное, этот показатель равен -3,3%, что можно охарактеризовать как слабо выраженное снижение продуктивности с 2001 по 2020 гг. Результаты подсчета

площадей земель с различными трендами продуктивности более подробно отражены в таблице 4.3.1.3.

Таблица 4.3.1.3. Соотношение площадей земель с различными тенденциями продуктивности г. Видное за 2001-2020 гг. (составлено автором)

Продуктивность земель с 2001 по 2020 гг. (площадь)								
Микрорайоны	Общая, км ²	Уменьшение км ² , (%)		Стабильно км ² , (%)		Увеличение км ² , (%)		**Баланс (%)
Расторгуево	4,9	0,12	2,4	2,83	57,7	1,9	39,8	37,3
1-й	1,2	0,03	2,5	1,08	90	0,092	7,6	5,2
2-й	0,8	0,28	35	0,414	51,7	0,006	0,75	-34,2
3-й	0,6	0,13	21,6	0,47	78,3	0	0	-21,6
4-й	0,5	0	0	0,45	91	0,045	9	9
5-й	1,3	0,26	20	1,02	78,4	0,021	1,6	-18,4
3-А	0,42	0,12	28,6	0	0	0	0	-28,6
6-й	1,5	0,65	43,3	0,49	32,6	0,002	0,13	-43,2
промзона	4,1	2,1	51,4	0,95	23,2	1,04	25,3	-26,1
Город	*16,1	3,6	24	7,71	50,7	3,1	20,7	-3,3

Примечание: *Площадь в границах городской территории (кроме прилегающих рекреационных зон)

**Баланс - разница между площадью с увеличением и уменьшением продуктивности, %

На графике ниже показан общий тренд изменения показателя продуктивности земель в период с 2001 по 2020 гг., по средним значениям NDVI (рисунок 4.3.1.5). Отчетливо фиксируется общая тенденция снижения продуктивности – интегрированных значений NDVI, примерно с 5230 до 5050 единиц. Она особенно выражена в период с 2014 по 2020 гг., что обусловлено, по-видимому, активным приростом застроенных территорий.

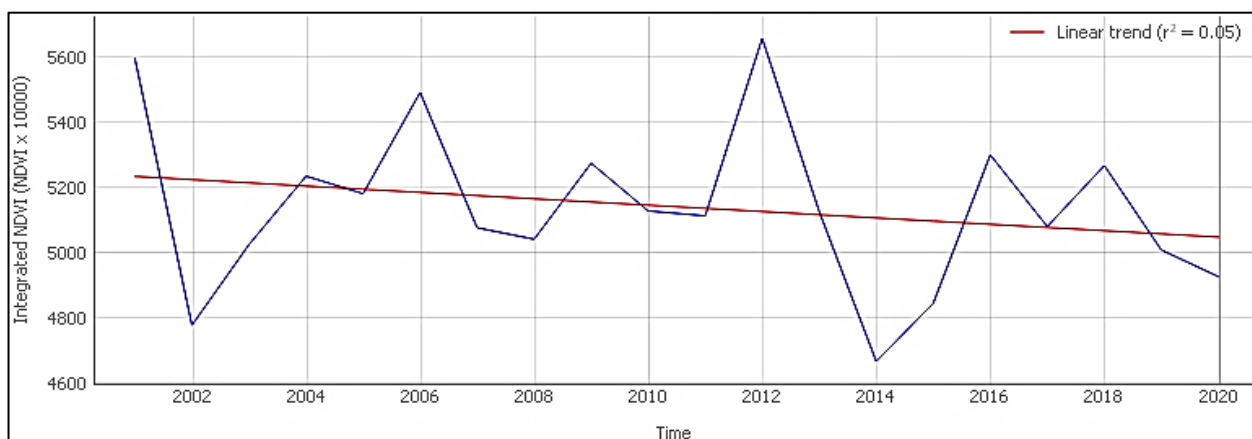


Рисунок 4.3.1.5. Тенденция изменения продуктивности земель в пределах г. Видное с 2001 по 2020 гг. (составлено автором)

4.3.2. Оценка динамики планировочной структуры г. Видное

Сравнительный анализ и оценка динамики развития города и городского землепользования (различных типов переходов элементов планировочной структуры за определенный промежуток времени), с использованием разновременных космических снимков Landsat и глобальных баз данных с помощью средств модуля Trends.Earth (опция «urban change area») позволили выделить 4 периода изменения планировочной структуры, отражающих динамику застройки территории города: с 2000 г; с 2005 г; с 2010 г и, наконец, с 2015. По каждому из этих периодов автоматически проведены вычисления площадей, в км². Результаты представлены на рисунке 4.3.2. Данные по изменению площадей территории, то есть разницы между площадью застройки отдельных функциональных зон с 2000 г. по настоящее время приведены в таблице 4.3.2 с присвоением градаций «ухудшение» и «стабильно».

Таблица 4.3.2. Динамика функциональных зон г. Видное в период с 2000 по 2020 гг. (составлено автором)

Функциональные зоны	Площадь застроенных территорий, км ²				*Баланс, км ² (%)	Градации
	2000г	2005г	2010г	2015		
Промышленная	2,5	2,6	2,87	3,07	0,57 (18,5)	ухудшение
Транспортная	0,64	0,64	0,66	0,66	0,2 (30,3)	ухудшение
Коммунально-хозяйственная	0,28	0,28	0,28	0,28	0	стабильно
Общественно-деловая	0,2	0,28	0,3	0,3	0,1 (33,3)	стабильно
Жилая (средне и многоэтажная)	0,36	0,61	0,75	1,73	1,37 (79,2)	ухудшение
Малоэтажная (дачная)	1,93	2,16	0,021	2,18	0,25 (11,5)	ухудшение
Рекреационная	0,12	0,1	0,1	0,1	0	стабильно

Примечание: *Баланс – разница площадей застройки относительно 2000 г, км² (%); 2000 – базовый год.

В градацию «ухудшение» входит территория промзоны, транспортная зона, жилая зона со средне и многоэтажной застройкой и малоэтажная (дачная) застройка. Стабильное состояние (отсутствие прироста застроенных территорий в период после 2000 года), характерно для коммунально-хозяйственной, общественно-деловой и рекреационной зоны с балансом площадей – 0%.

Суммарно, для планировочной структуры всего города «ухудшение» составляет 10%, «стабильно» – порядка 3,8%.

В ходе анализа каждого из периодов, установлено, что период с 2000 по 2005 гг. (отмечено зеленым) отличается наиболее стабильным развитием планировочной структуры, а именно, сохранностью застройки центральной части города, развитием промышленной зоны. Начиная с 2005 и по 2010 гг. (желтый и оранжевые цвета) отмечается активная точечная застройка в пределах жилой зоны (5-й и 6-й микрорайоны), тенденция к расширению жилой застройки на периферии – порядка 2-3 км² по проведенным вычислениям площади средствами ГИС. В период с 2010-2015 гг. и до н. в (красный) отчетливо наблюдается существенный прирост – около 4-5 км² за 5 лет застроенных территорий с окраин города. Эта закономерность особенно выражена в зоне средне и многоэтажной застройки (6-й и северная часть 1-го микрорайона) и прослеживается в настоящее время. Результаты представлены на рисунке 4.3.2.

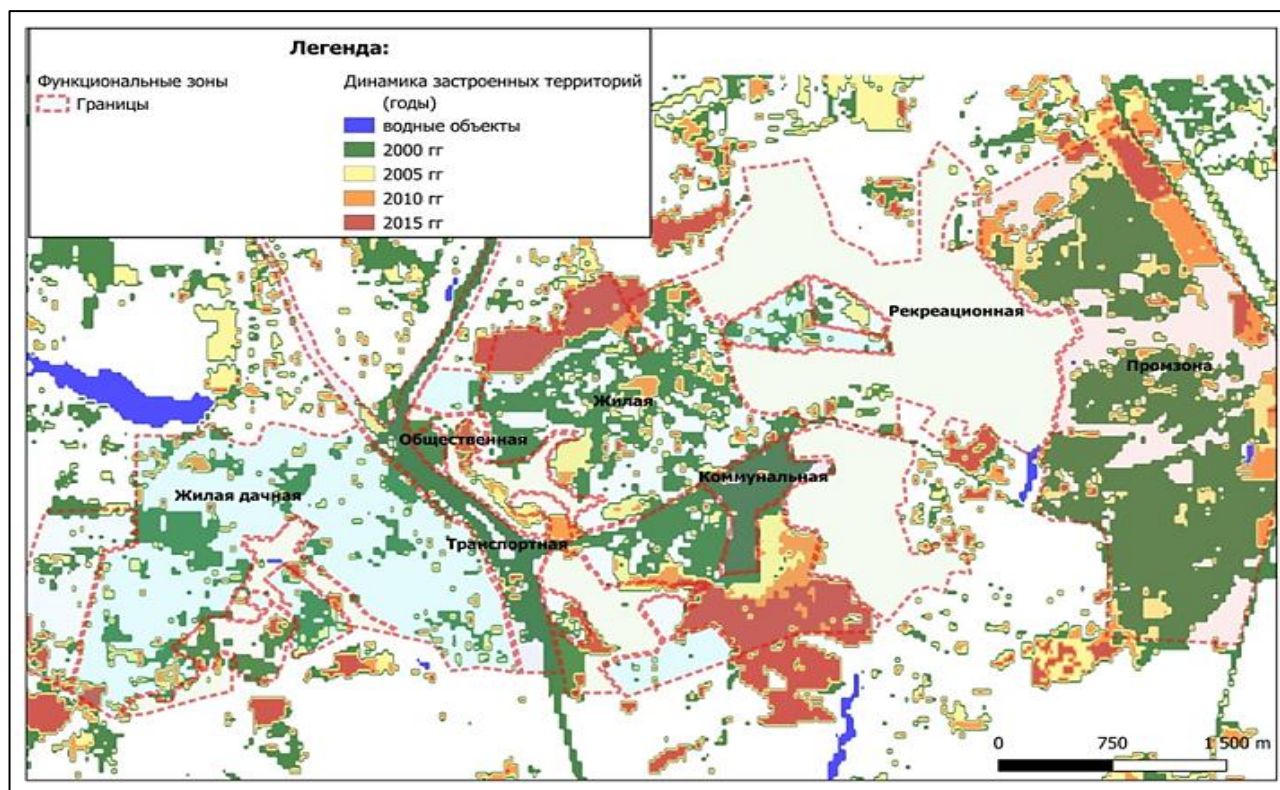


Рисунок 4.3.2. Динамика застройки с 2000 по 2015 гг. в пределах функциональных зон г. Видное (составлено автором в QGIS)

Результаты оценки динамики планировочной структуры свидетельствуют о приросте застроенных территорий с окраин города в период с 2013 по 2023 гг., порядка 3-3,5 км². Отчетливо наблюдается практически повсеместная тенденция сокращения свободных (открытых) пространств, которая составляет около 7,8 км², а также, незначительное сокращение древесного покрова, примерно на 0,8-1,2 км², которое приурочено, главным образом, к территориям парков и лесопарков. Участки, не подверженные каким-либо изменениям в структуре наземного покрова занимают значительно меньшие площади, порядка 1,5-2 км².

Далее был проведен анализ динамики наземного покрова за последние 10 лет по модифицированной матрице, результаты которого приведены в таблице 4.3.2.1.

Таблица 4.3.2.1. Данные анализа динамики городского землепользования г. Видное с 2013 по 2023 гг. (составлено автором)

Название микрорайонов	Площадь, км ²	Тенденции городских земель (площадь)					
		Ухудшение		Стабильно		Улучшение	
		км ²	%	км ²	%	км ²	%
Расторгуево	4,9	0,4	8,16	3,2	65,3	1,3	26,5
1-й	1,2	0,1	8,3	0,8	66,6	0,3	25
2-й	0,8	0,04	5	0,6	0,75	0,16	20
3-й	0,6	0,045	7,5	0,05	8,7	0,5	83,7
4-й	0,5	0,01	2	0,35	70	0,14	28
5-й	1,3	0,1	7,7	1,2	92,02	0,004	0,3
3-А	0,42	0,005	1,2	0,38	91,5	0,03	7,2
6-й	1,5	0,78	52	0,7	46,6	0,02	1,3
промзона	4,1	0,9	21,9	3,1	77,3	0,01	0,25
Город	**16,1	2,4	16	10,4	67,7	2,4	16,1

Примечание: **площадь в границах городской территории (кроме прилегающих рекреационных зон)

На основе анализа результатов оценки динамики наземного покрова по модифицированной матрице была построена карта тенденций его изменения («деградация», «стабильно» и «улучшение») в пределах г. Видное за период с 2013 по 2023 гг. (рисунок 4.3.2.1). В ходе проведенного анализа было установлено, что при отнесении динамики наземного покрова к ухудшению (деградации) преобладают переходы, связанные с сокращением растительности,

ростом доли застроенных территорий и открытых пространств (территорий под застройку). При тренде «стабильно» существенных изменений наземного покрова не происходит. Тенденция «улучшение» означает прирост и/или улучшение качественного состояния растительности.

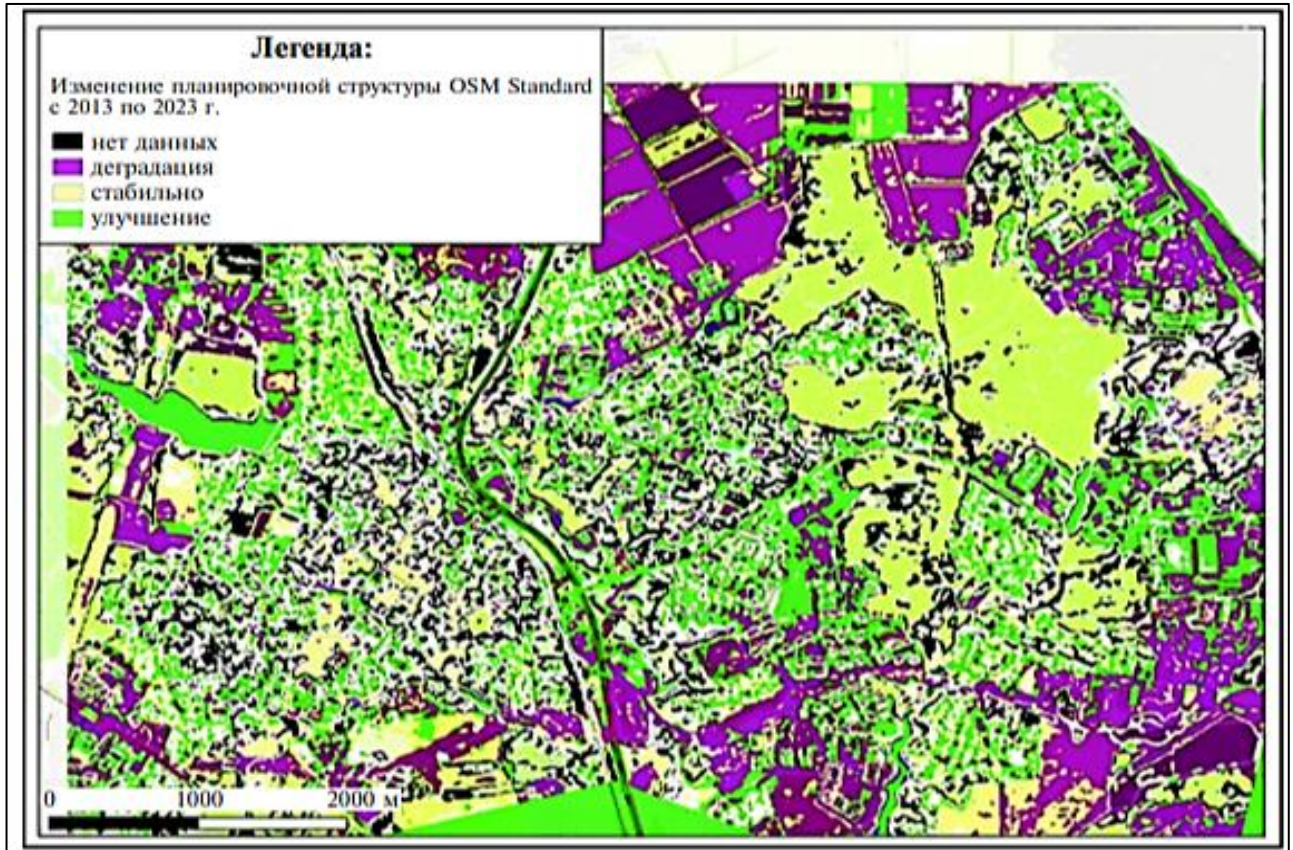


Рисунок 4.3.2.1. Динамика городского землепользования г. Видное за 10-ти летний период на основе модифицированной матрицы (составлено автором в QGIS)

На основе проведенных расчетов установлено, что половина территории г. Видное относится к тренду «стабильно», что в площадном эквиваленте составляет примерно 10,4 км² или 67%. В наибольшей степени эта тенденция свойственна микрорайонам 5-му; 3-А и 4-му и прмзоне, что в процентном эквиваленте составляет 92; 91,5; 70 и 77%. Затем следуют участки с деградацией наземного покрова, которые имеют окраинное распространение и занимают 2,4 км² (16%). Земли с такой тенденцией свойственны территории 6-го микрорайона (52% от его площади). Территории, имеющие тенденцию к улучшению состояния земель, занимают почти такую же площадь – 2,46 км² (16,1% от площади города) и

распространены они в основном в западной и центральной частях г. Видное – микрорайоны Расторгуево, 1-й, 3-й и 4-й с процентными значениями площадей 26,5; 25; 28 и 83,7%.

Выявлены также некоторые расхождения в площадях земель по сравнению с оценкой по базовой матрице, которые, вероятно, могут быть объяснены различиями в пространственном разрешении космических снимков и методикой расчета площадей земель, подверженных различным тенденциям.

Таким образом, территория города Видное достаточно динамично меняется в период с 2000 г. по настоящее время. Особенно это касается жилой зоны со средне и многоэтажной застройкой и, частично, промышленной. А именно, в её границах отмечается прирост застроенных территорий до 2,3-2,5 км² соответственно, приходящийся в основном на 2010-2015 гг. и характерный для городской окраины. Такие закономерности обуславливаются, главным образом, неравномерным развитием г. Видное, а именно, массовой застройкой окраины; следовательно, значительным сокращением зеленых зон и сельскохозяйственных угодий. В ходе анализа изменения планировочной структуры и верификации материалов при помощи наложения карты генплана установлено, что участки, попадающие в градацию «стабильно» представляют собой лесопарки, в том числе территорию санитарно-защитной зоны, рекреационные зоны либо неиспользуемые земли, выделенные под застройку. Участками с тенденцией к «улучшению» растительного покрова, вероятно, являются территориями придомового озеленения и городскими парками.

4.3.3. Анализ взаимосвязи показателей геоэкологического состояния и планировочной структуры г. Видное

Немаловажным также представляется показать взаимосвязь, между некоторыми парами показателей геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры. А именно, между загрязнением атмосферного воздуха и обеспеченностью зелеными зонами; застройкой территории и обеспеченностью

зелеными зонами и т.п. Для этой задачи был применен корреляционный анализ показателей, результаты которого отражены на диаграммах ниже.

На основании анализа связи между загрязнением атмосферного воздуха и обеспеченностью зелеными зонами, установлено, что, в целом наблюдается слабо прослеживаемая отрицательная взаимосвязь, составляющая порядка $-0,26$, (рисунок 4.3.3), что указывает на слабую отрицательную корреляцию между обеспеченностью зелеными зонами и загрязнением воздуха.

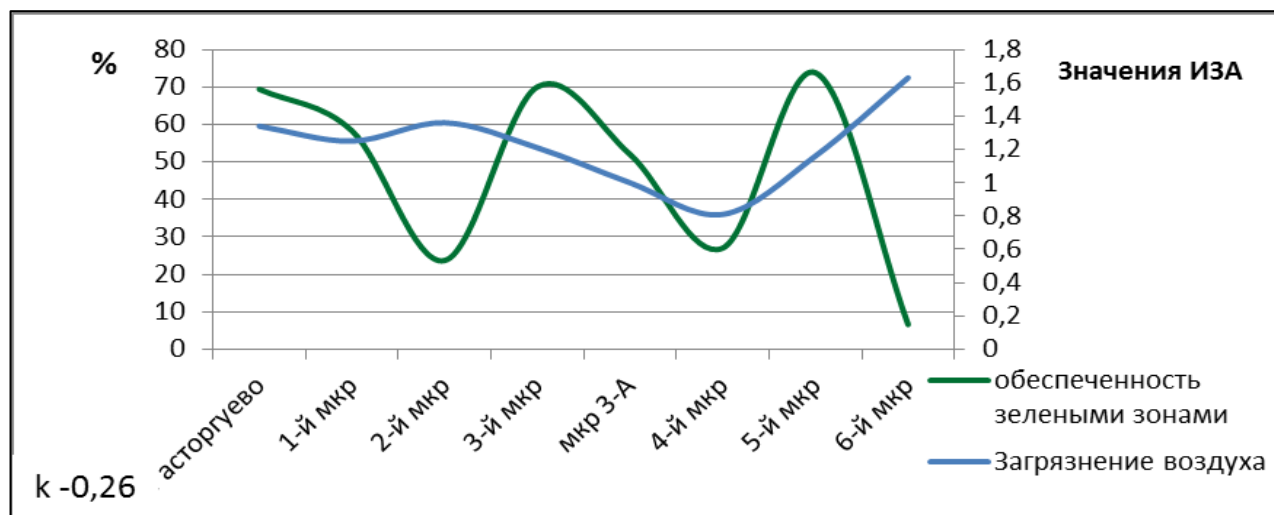


Рисунок 4.3.3. Соотношение загрязнения атмосферного воздуха города и обеспеченности зелеными зонами (составлено автором)

Анализ взаимосвязи между двумя другими показателями, а именно, накоплением отходов и загрязнением атмосферного воздуха показал, что связь практически не прослеживается и имеет коэффициент $0,03$, что обусловлено, по всей видимости, отсутствием влияния отходов на загрязнение атмосферного воздуха, неравномерностью их образования и наличием более значимых источников загрязнения атмосферного воздуха, в число которых входит автотранспорт, объекты теплоэнергетики и пр. Результаты проведенного анализа более наглядно приведены на графике, (рисунок 4.3.3.1).

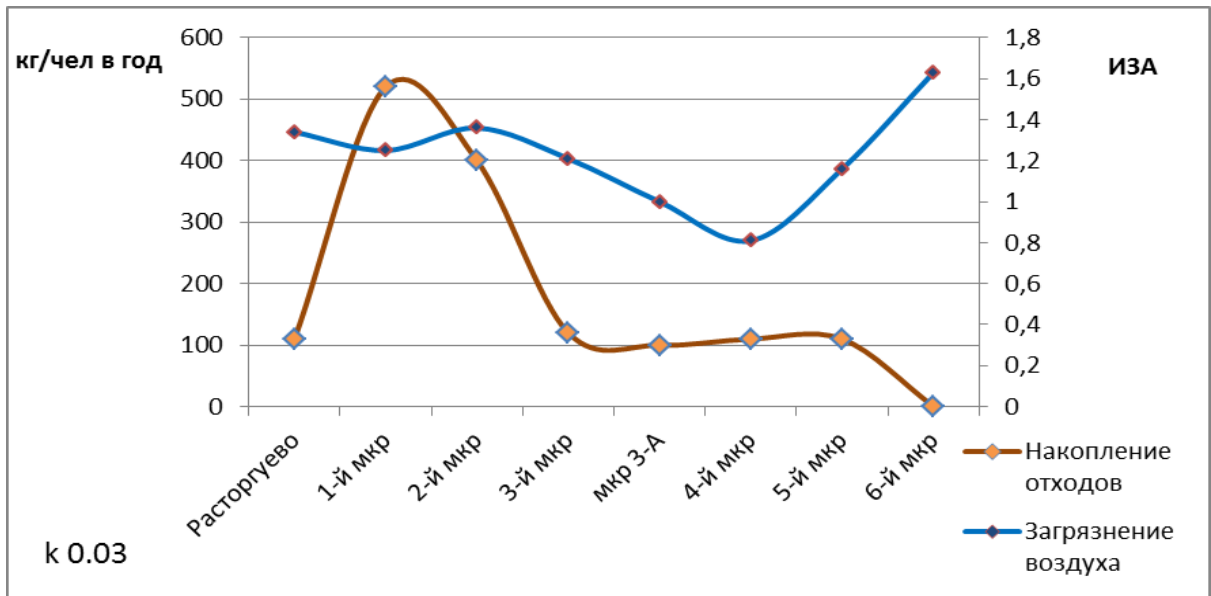


Рисунок 4.3.3.1. Соотношение накопления отходов и загрязнения атмосферного воздуха города (составлено автором)

И, наконец, анализ связи между показателями состояния планировочной структуры - обеспеченностью зелеными зонами и застройкой территории, выраженной, в данном случае, в коэффициенте застройки, показал, что эта пара имеет отрицательный коэффициент, составляющий (-0,52), что указывает на весьма сильную отрицательную корреляцию между обеспеченностью зелеными зонами и степенью освоенности территории, (рисунок 4.3.3.2). Проведенный статистический анализ подтверждает достоверность результатов оценки данных показателей.

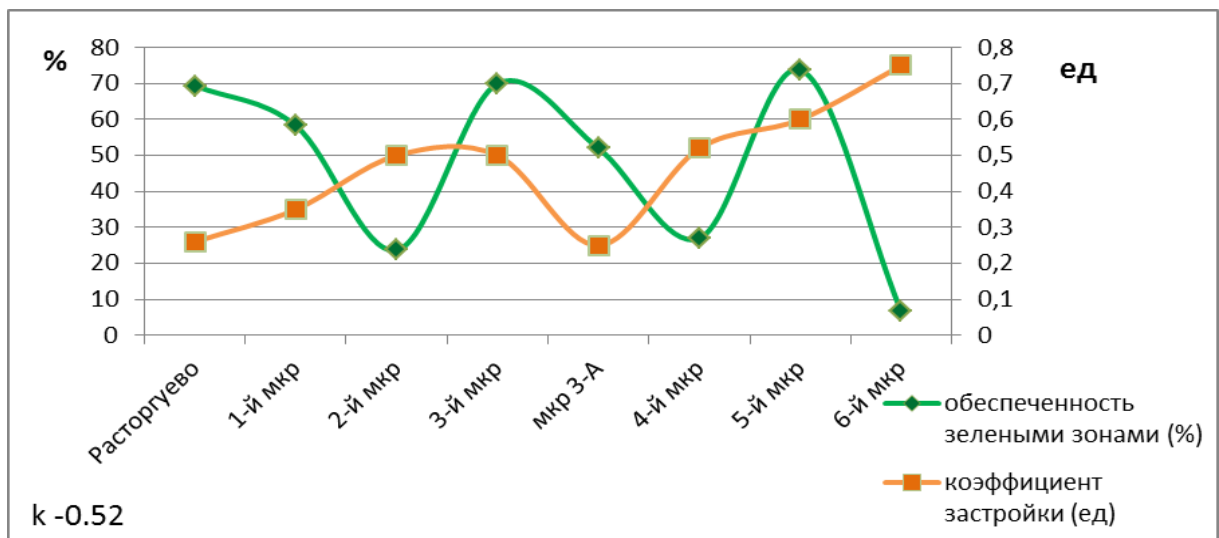


Рисунок 4.3.3.2 – Соотношение обеспеченности зелеными зонами и застройки (составлено автором)

Таким образом, проведенный статистический анализ показал, что наиболее тесно связанными являются показатели количества выбросов и загрязнения воздуха, имеющими положительную связь, которая составляет порядка 0,84. А также, такие показатели, как обеспеченность зелеными зонами и коэффициент застройки территории с достаточно сильной отрицательной связью, составляющей -0,52.

4.4. Зонирование территории г. Видное по геоэкологической ситуации и ее динамики

Геоэкологическое зонирование основывалось на сопоставлении показателей геоэкологического состояния с тенденциями его изменения и динамикой планировочной структуры. Такой подход позволяет предположить, что если в будущем техногенное воздействие и динамика продолжатся на нынешнем уровне, то изменения произойдут адекватно тем, которые наблюдаются в настоящее время. Непосредственно сама геоэкологическая оценка проводилась на 2-х уровнях:

- муниципальном (то есть на уровне города), подразумевающим дифференциацию территории по административным единицам - микрорайонам;
- местном (локальном) на уровне отдельных микрорайонов города.

Первый уровень, в данном случае, позволяет в границах города выявить микрорайоны, с наибольшей остротой геоэкологической ситуации и выработать для них общие рекомендации по устойчивому развитию, благоустройству и охране окружающей среды для города в целом, которые могут быть использованы при территориальном планировании на уровне муниципалитета. Для геоэкологической оценки планировочной структуры на уровне города и представления количественных результатов была разработана таблица-матрица, включающая информацию о микрорайонах, используемых показателях и схемы их оценивания (таблица 4.4). Она послужила основой для дальнейшего

зонирования территории города. Таким образом, по результатам геоэкологической оценки в пределах административных границ города Видное выделены зоны и ареалы (от 3-5 в каждом микрорайоне), различающиеся остротой геоэкологической ситуации, динамикой наземного покрова, продуктивностью земель и особенностями рельефа.

В таблицах 4.4 и 4.4.1 ниже показано сравнение исходных значений показателей с безразмерными коэффициентами, а также представлен итоговый результат оценки в виде комбинации показателей.

Таблица 4.4. Расчет значений показателей геоэкологической ситуации (составлено автором по эмпирическим данным)

Микрорайон	Показатели оценки геоэкологической ситуации («исходные значения / безразмерные ед.»)								Оценка остроты геоэкологической ситуации
	Индекс загрязнения атмосферного воздуха (А)		Накопление отходов на душу населения (От)		Обеспеченность зелеными зонами (Оз)**		Коэффициент застройки (Кз)		
	Значение	Безразмерные единицы	Значение	Безразмерные единицы	Значение	Безразмерные единицы	Значение	Безразмерные единицы	
Расторгуево	1,3	0,2*	110	0,2	69,4	0,2	0,07	0,2	Благоприятная
№1	1,25	0,2	520***	0,8	58,3	0,2	0,4	0,64	Удовлетворительная
№2	1,36	0,2	210	0,2	23,7	0,8	0,75	0,8	Напряженная
№3	1,2	0,2	110	0,2	70	0,2	0,36	0,64	Относительно-благоприятная
№3-А	1	0,2	110	0,2	52	0,2	0,22	0,2	Благоприятная
№4	0,8	0,2	110	0,2	27	0,64	0,52	0,8	Удовлетворительная
№5	1,1	0,2	110	0,2	73,8	0,2	0,6	0,8	Удовлетворительная
№6	1,6	0,37	0	0,2	6,6	0,8	0,75	0,8	Напряженная
Промзона	1,9	0,37	более 520	1	2,1	0,8	0,96	1	Критическая

Примечание:

*Безразмерные коэффициенты;

**показатель обеспеченность зелеными зонами инвертирован (обращен);

***цветом отмечены превышения показателей относительно нормативов.

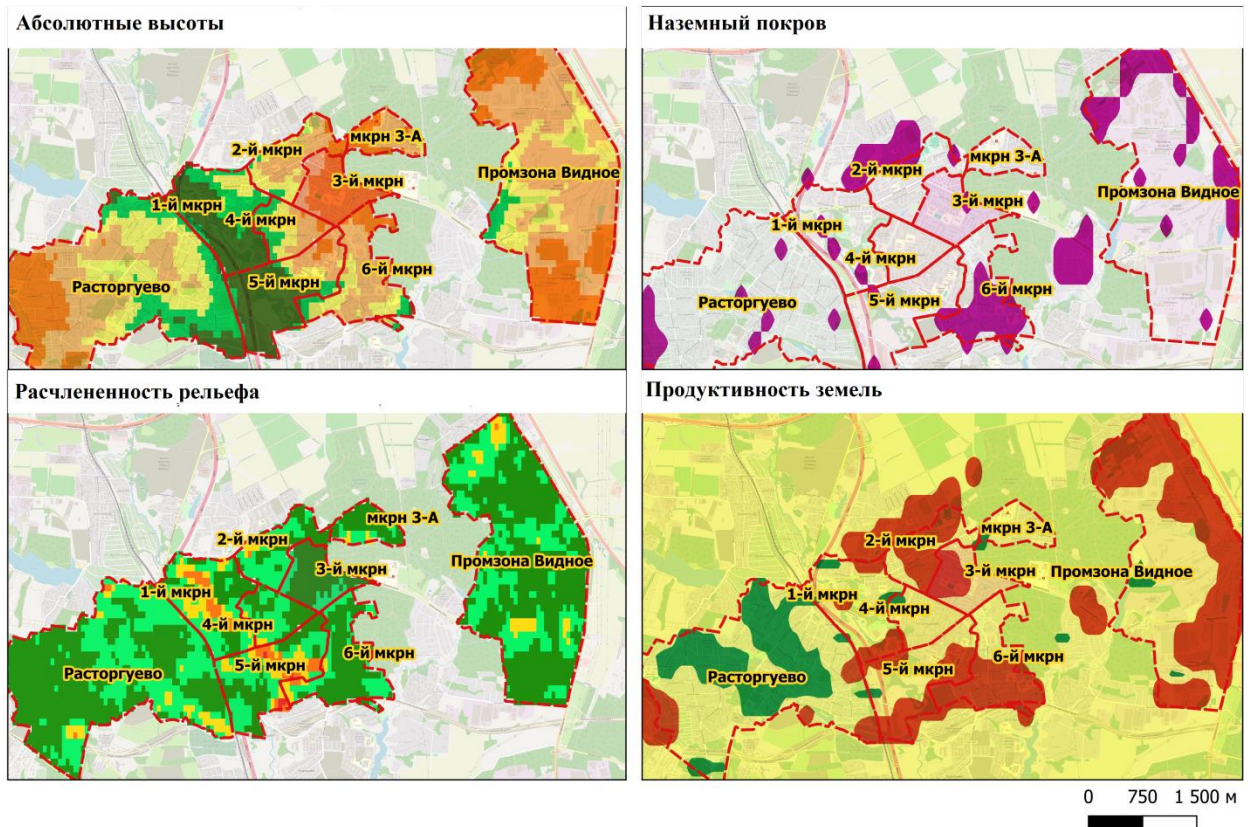
Таблица 4.4.1. Расчет значений показателей динамики геоэкологической ситуации города (составлено автором по эмпирическим данным)

Градация	Показатели оценки динамики		
Присвоенное (df)**	*Динамика продуктивности земель (6)	Динамика наземного покрова (7)	Динамика городского землепользования (8)
1,7	**(-)	(-)	(-)
1,5	(0)	(0)	(0)
1,2	(+)	(+)	(+)

Примечание:

*приведенные знаки и цветовая заливка показывают: ухудшение (-); стабильное состояние (0), и улучшение (+); **Градация дана на основе использования шкалы фрактальной размерности.

В основу последующего зонирования также легли материалы анализа рельефа территории города по значениям абсолютных высот, расчлененности, тенденций наземного покрова и продуктивности земель. В ходе проведенного анализа выделено несколько зон, сочетающих различные тенденции изменения территории и различающиеся по абсолютным высотам и положению в рельефе (рисунок 4.4). Таким образом, в западной и южной частях 1-го и 5-го микрорайонов выделены зоны, приуроченные к понижениям (менее 145 м, с диапазонами расчлененности 13-26 м), с отрицательной либо положительной тенденцией наземного покрова и продуктивности. Площадь составляет около 1,34 км² (7,4 % от площади города). Центральная часть Расторгуево, а также западная и южная окраины 2-го, 4-го и 6-го микрорайонов характеризуются средними высотами, относительно города в целом – от 155 до 160 м, расчлененностью 6-13 м, сочетанием, преимущественно, положительных, отрицательных и стабильных тенденций. Площадь этих зон составляет суммарно порядка 5,2 км² (29%). Еще один, наиболее распространенный тип зон, характерный, в основном для западной периферии Расторгуево, 3-го и микрорайона 3-А, восточной части 4-го, а также северной части 6-го, характеризуется сравнительно большими (от 165 и более м) высотами, низкой расчлененностью (менее 6 м) и преобладанием стабильной динамики наземного покрова. В площадном эквиваленте это составляет около 6,5 км² (36%).



Легенда:

территория города	Расчлененность, рельефа	Динамика наземного покрова с 2000 по 2020 гг
границы микрорайонов	≤ 6	деградация
Абсолютные высоты (м)	6 - 13	стабильно
Канал 1 (Серый)	13 - 20	улучшение
≤ 145	21 - 26	Динамика продуктивности земель
145 - 155	> 26	сокращение
155 - 160		стабильно
160 - 165		увеличение
> 165		

Рисунок 4.4. Исходные данные для геоэкологического зонирования города (составлено автором в QGIS)

В таблице 4.4.2 представлена краткая характеристика микрорайонов с точки зрения их расположения относительно города, рельефа территории, геоэкологических и планировочных особенностей, играющих ключевую роль при последующем выделении более укрупненных единиц - ареалов геоэкологической ситуации в пределах жилых микрорайонов, отличающихся наибольшей остротой геоэкологической ситуации.

Таблица 4.4.2. Геоэкологическая специфика и особенности планировочной структуры микрорайонов г. Видное
(составлено автором)

Микрорайон	Географическая специфика	Особенности геоэкологической ситуации	Особенности динамики геоэкологической ситуации	
			Рельеф, динамика наземного покрова и продуктивности земель, преобладающие ветры	Динамика планировочной структуры
Расторгуево	Расположен в западной части города, площадь составляет 4,9 км ²	Благоприятная геоэкологическая ситуация	Значительная часть со стабильной динамикой; 2 ареала, приуроченных к локальным возвышениям с высотами 155-165 м, с ухудшением и улучшением динамики состояния наземного покрова; преобладание западных и юго-западных ветров	Преобладание частного сектора (1-2 этажа) и лесопарков; ареалов с ухудшением практически нет. Выход к магистрали М4 «Дон»
1-й	Расположение в северной части города, площади составляют 1,2 и 0,8	Удовлетворительная геоэкологическая ситуация	2 ареала с ухудшением наземного покрова и улучшением динамики растительности, приуроченных к понижению в районе поймы р. Битца с высотами менее 145 м; преобладание южных и западных ветров	Преобладание смешанной застройки (5-10 этажей), наличие парков и др. озелененных территорий, выход к магистрали М4 «Дон»
2-й		Напряженная геоэкологическая ситуация	Преобладание динамики ухудшение состояния растительности и наземного покрова; одноименный ареал в пределах однородного рельефа с высотами 160-165 м; преобладание западных ветров	Доминирование многоэтажной застройки (15 и более этажей)
3-й	Занимает северо-восточную часть города; площадью 0,6 км ²	Относительно-благоприятная геоэкологическая ситуация	Ареалы со стабильной динамикой геоэкологической ситуации, с максимальными высотами – более 165 м; преобладание юго-западных ветров	Смешанная застройка (5-10 этажей), преобладание парков
микрорайон 3-А	Расположение в восточной части	Благоприятная геоэкологическая ситуация	Преобладает полностью стабильная динамика в пределах однородного	Преобладание частного сектора (1-2 этажа) и лесопарков

Микрорайон	Географическая специфика	Особенности геоэкологической ситуации	Особенности динамики геоэкологической ситуации	
			Рельеф, динамика наземного покрова и продуктивности земель, преобладающие ветры	Динамика планировочной структуры
	(площадь – 0,5 км ²)		рельефа, 160-165 м; преобладание южных ветров	
4-й	Занимает полностью центр города (площадь 1,3 км ²)	Удовлетворительная геоэкологическая ситуация	Динамика стабильно и улучшение, одноименный ареал, приуроченный к возвышениям, с высотами 155-160 м; преобладание южных и юго-западных ветров	Преобладание смешанной застройки (5-10 этажей)
5-й	Расположен в южной части города, площадь составляет 0,42	Удовлетворительная геоэкологическая ситуация	Ареалы с динамикой ухудшение, стабильно и улучшение, приуроченные к локальным понижениям (145 м и менее) и возвышениям (160 и более м); преобладание южных ветров	Преобладание смешанной застройки (5-10 этажей, в отдельности многоэтажной до 12-15), расположение вблизи магистрали
6-й	Вытянут в юго-восточном направлении, площадь – 1,5	Напряженная геоэкологическая ситуация	2 ареала с динамикой стабильно, ухудшение, приуроченные к понижению в районе поймы р. Купелинка, с высотами 155-160 м; преобладание южных и, отчасти, юго-восточных ветров	Преобладание многоэтажной застройки (15-20 и более этажей); высокая степень застроенности
Территория промзоны	Соответствует территории промзоны, восточнее города (площадь 4,1 км ²)	Критическая геоэкологическая ситуация	Наличие 2 ареалов – с динамикой стабильно и ухудшение, приуроченные к локальным возвышениям (165 м и более) и понижениям (145-150 м); преобладание южных ветров	Преобладание производственных объектов, высокая степень застроенности

Таким образом, оценка на муниципальном (городском) уровне в административных границах города позволила выделить в общей сложности 17 геоэкологических зон на основании анализа особенностей рельефа (абсолютных высот) и оценки динамики геоэкологической ситуации, по показателям динамики наземного покрова и продуктивности земель и последующего соотнесения со значениями показателей геоэкологической ситуации. По результатам проведенной оценки с использованием средств ГИС-технологий проведено зонирование (дифференциация) г. Видное по остроте геоэкологической ситуации, ее динамики и состоянию планировочной структуры и выделение ареалов в жилой зоне. Результаты представлены на карте (рисунок 4.4.1).

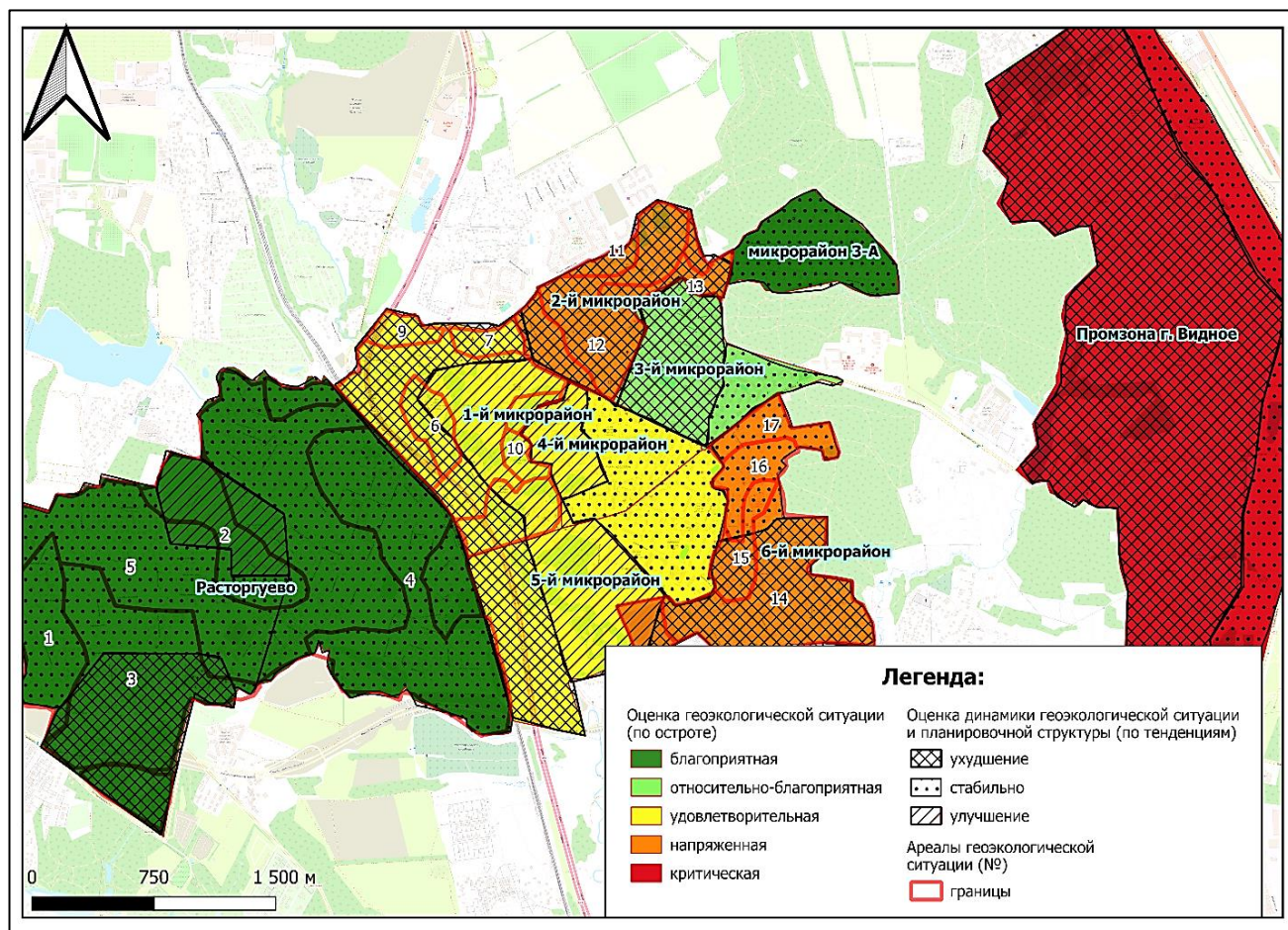


Рисунок 4.4.1. Геоэкологическая оценка планировочной структуры г. Видное (составлено автором в QGIS)

Примечание: различие геоэкологической ситуации западной и восточной частей обусловлено преобладанием средне и многоэтажной застройки в восточной части (превышение по одному из показателей – по коэффициенту застройки, см. табл. 4.4.)

Представляется важным охарактеризовать выделенные зоны в пределах г. Видное с точки зрения их геоэкологических и планировочных особенностей. В микрорайоне Расторгуево выделены: частный сектор и усадебная застройка до 2000 г с преобладанием лесопарков, улучшением наземного покрова и ростом его продуктивности (номер 1 на рисунке 4.4.1); собственно, частный сектор со стабильной тенденцией изменения наземного покрова и продуктивности (номер 2); частная застройка до 2000 года с фрагментами многоэтажной 2010-2015 гг., благоприятной геоэкологической ситуацией, с деградацией наземного покрова (номер 3).

Микрорайон 1-й подразделяется на зоны преимущественно мало и средне этажной застройки до 2000 года, с удовлетворительной ситуацией, со стабильной тенденцией наземного покрова (номер 4); средне и многоэтажной застройки 2005-2010 гг. с деградацией наземного покрова и снижения продуктивности земель (номер 5).

Микрорайон 2 соответствует зоне многоэтажной застройки с напряженной геоэкологической ситуацией, выраженной деградацией продуктивности земель и наземного покрова (номер 6).

В пределах 3-го микрорайона выделены зоны смешанной застройки до 2000 г, с преобладанием парков, удовлетворительной ситуацией, стабильной тенденцией наземного покрова и его продуктивностью (номер 7) и смешанной застройки 2005-2010 гг., с деградацией и продуктивности земель (номер 8).

Микрорайон 3-А полностью входит в одноименную зону частной застройки с благоприятной ситуацией, со стабильными трендами изменения наземного покрова и продуктивности земель, (номер 9).

Микрорайон 4-й соответствует зоне смешанной застройки до 2000 и 2005-2010 гг., с удовлетворительной ситуацией, со стабильной тенденцией наземного покрова и продуктивности земель (номер 10) и малоэтажной, усадебной застройки до 2000 гг. с преобладанием парков, с тенденцией к улучшению наземного покрова и его продуктивности (номер 11).

Микрорайоны 5 и 6 подразделены на 2 зоны: преимущественно среднеэтажной застройки 2005-2010 гг. с удовлетворительной ситуацией, со стабильным трендом наземного покрова и продуктивности земель (номера 12 и 13); а также, многоэтажной застройки 2010-2015, в том числе коммунально-хозяйственных объектов, напряженной ситуацией, с деградацией земель и их продуктивности (номера 14 и 15).

В границах промзоны, относящейся к территории города, выделены 2 зоны: производственных объектов с прилегающей санитарно-защитной зоны и прилегающей многоэтажной застройки 2010-2015, со стабильной тенденцией изменения наземного покрова и его продуктивности (номер 16); современных коммунально-складских объектов с выраженной деградацией земель и снижением их продуктивности (номер 17).

Краткие характеристики особенностей зон геоэкологической ситуации по городу Видное приведены в таблице 4.4.3.

Таблица 4.4.3. Характеристика геоэкологических и планировочных особенностей выделенных зон на территории г. Видное (составлено автором)

Микрорайон	№ зоны	Геоэкологическая ситуация (по показателям)				Динамика геоэкологической ситуации			Краткая характеристика
		I*	II	III	IV	V	VI	VII	
Расторгуево	1	**							Частный сектор и усадебная застройка до 2000 г с преобладанием лесопарков, наличие тенденций «улучшение» наземного покрова и увеличения его продуктивности.
	2								Частный сектор, наличие тенденции «стабильно» изменения наземного покрова и его продуктивности
	3								Частная застройка до 2000 г с фрагментами многоэтажной 2010-2015 гг., и тенденцией деградации наземного покрова
1-й	4								Преимущественно мало и средне этажная застройка до 2000 г с тенденцией наземного покрова «стабильно»
	5								Средне и многоэтажная застройка 2005-2010 гг. с деградацией наземного покрова и снижением продуктивности
2-й	6								Многоэтажная застройка с деградацией наземного покрова и снижением его продуктивности
3-й	7								Смешанная застройка до 2000 г, с преобладанием парков, с тенденцией наземного покрова и его продуктивности «стабильно»
	8								Смешанная застройка 2005-2010 гг., с деградацией земель и снижением их продуктивности
3-А	9								Частная застройка с трендами изменения наземного покрова и продуктивности «стабильно»
4-й	10								Смешанная застройка до 2000 г и 2005-2010 гг., с тенденцией «стабильно» наземного покрова и его продуктивности
	11								Малозэтажная, усадебная застройка до 2000 гг. с

Микрорайон	№ зоны	Геоэкологическая ситуация (по показателям)				Динамика геоэкологической ситуации			Краткая характеристика
		I*	II	III	IV	V	VI	VII	
									преобладанием парков, с тенденцией «улучшение» наземного покрова и его продуктивности
5-й	12								Преимущественно средне этажная застройка 2005-2010 гг. с трендом «стабильно» наземного покрова и его продуктивности
	13								Преимущественно много этажная застройка 2010-2015 гг. со стабильным трендом наземного покрова и его продуктивности
6-й	14								Многоэтажная застройка 2010-2015 и тенденция ухудшения наземного покрова
	15								Преобладание коммунально-хозяйственных объектов с деградацией земель и снижением их продуктивности
Промзона	16								Производственные объекты с элементами санитарно-защитной зоны и прилегающей многоэтажной застройки 2010-2015 со стабильной тенденцией изменения наземного покрова и его продуктивности
	17								Современные коммунально-складские объекты с деградацией земель и снижением их продуктивности

Примечание: *I. Индекс загрязнения атмосферного воздуха; II. Накопление отходов; III. Обеспеченность зелеными зонами; IV. Коэффициент застройки территории; V. Динамика продуктивности земель; VI. Динамика наземного покрова; VII – Динамика городского землепользования

**цветом обозначены: острота геоэкологической ситуации по показателям (зеленый цвет – благоприятная; светло-зеленый – относительно благоприятная; желтый – удовлетворительная; оранжевый – напряженная; красный - критическая) и ее динамика (зеленый цвет – динамика «улучшение»; желтый – стабильное состояние; красный – динамика ухудшения)

Проведенная геоэкологическая оценка показала, что в целом, наиболее острыми в экологическом отношении микрорайонами, являются 2-й, 6-й микрорайоны и территория вблизи промышленной зоны, попадающих в градации с напряженной и критической (промзона) геоэкологической ситуацией с тенденциями «ухудшение» и «стабильно». Ключевые экологические проблемы, характерные для этих территориальных единиц – техногенная нагрузка, обусловленная накоплением твердых коммунальных отходов; дефицитом зеленых зон и деградацией наземного покрова, связанной, преимущественно, с застройкой территории. Также характерно низкое значение показателя обеспеченности зелеными зонами (доходит до 6%); значительное преобладание искусственных покрытий (высокий коэффициент застройки, составляющий 0,5 и более ед., или >50% площади) и существенный ее прирост в период с 2015 по 2020 гг. Благоприятными и удовлетворительными с точки зрения текущей ситуации являются микрорайоны Расторгуево, 3-А и 4-й. В их границах выделены зоны и ареалы, характеризующиеся тенденциями динамики территории в градациях «улучшение», «стабильно» и «ухудшение». Остальная территория г. Видное включает 1-й, 3-й и 5-й микрорайоны, которые характеризуются удовлетворительной и относительно-благоприятной геоэкологической ситуацией с тенденциями ухудшение; стабильно и ухудшение либо только улучшение и стабильно. В связи с этим, необходимо более подробно изучить данные микрорайоны.

4.5. Зонирование микрорайонов г. Видное по геоэкологической ситуации и ее динамики

Проведенная оценка на уровне города позволила выявить основные тенденции в динамике геоэкологической ситуации, выделить зоны и ареалы, охарактеризовать основные их особенности в границах города Видное, которые важно учитывать при градостроительном развитии и отражать в таких базовых стратегических документах территориального планирования, таких как генеральный план муниципального образования и других. Тем не менее, город,

как сложная урбосистема и его планировочная структура обладает иерархичностью, для каждого микрорайона и выделенной зоны, ареала характерны определенные сочетания экологических проблем различной степени остроты. В этой связи, возникает необходимость в проведении оценки на более детальном уровне – микрорайонном, который позволит дифференцировать существующие административно-территориальные единицы города по направленности динамики геоэкологической ситуации в сопоставлении с текущей. Это, в свою очередь, будет являться основой для разработки более конкретных рекомендаций для территорий (ареалов) внутри микрорайонов города, тем самым учитывая их экологическую и планировочную специфику.

Рассмотрим детально оценку динамики экологического состояния для наиболее проблемных в экологическом плане микрорайонов города Видное, а именно, Расторгуево, так как он, наряду с благоприятной ситуацией включает в себя ареалы с динамикой ухудшение, а также микрорайонов под № 1; 2 и 6, характеризующихся удовлетворительной, критической и напряженной геоэкологической ситуацией.

При характеристике ареалов особое внимание следует уделить значениям показателей динамики продуктивности земель, наземного покрова и планировочной структуры, а также итоговой оценке. Стоит учитывать расположение и площадь экологически неблагополучных ареалов (с преобладанием тенденции ухудшение).

Микрорайон Расторгуево. В пределах микрорайона Расторгуево по вышеприведенному алгоритму выделено 5 ареалов, различающихся тенденциями динамики геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры. Результаты оценки динамики для микрорайона Расторгуево г. Видное представлены в таблице 4.5 и на рисунке 4.5.

Таблица 4.5. Результаты оценки динамики геоэкологической ситуации микрорайона Расторгуево города Видное (составлено автором)

№ ареа ла	Площа дь, км ²	Значение показателей динамики			Итоговая оценка динамики	Формула оценки динамики геоэкологической
		Продуктивнос	Наземный	Планиров		

		ть земель (P)	покров (D)	очная структура (Pl)		ситуации
1	0,47	-	-	-	Ухудшение 1,7	P(-), D(-), Pl(-)
2	0,38	0	0	0	Стабильно 1,5	P(0) D(0) Pl(0)
3	0,8	0	0	+	Улучшение 1,2	P(0) D(0) Pl(+)
4	0,94	-	0	+	Ухудшение 1,7	P(-) D(0) Pl(+)
5	2,03	0	+	0	улучшение 1,2	P(0) D(+) Pl(0)

Примечание: улучшение (+); стабильно (0); ухудшение (-)

Отметим, что ареал №1 занимает окраинное положение, отличается снижением продуктивности, деградацией земель и тенденцией ухудшения в планировочной структуре; итоговая оценка – ухудшение. Его доля по проведенным расчетам в ГИС составляет 0,46 км² или примерно 10% от площади территории. Для 2-го ареала характерны в целом стабильная динамика продуктивности земель, фрагменты с трендами деградации наземного покрова и планировочной структуры; итоговая оценка – стабильно. В случае с ареалом №3 ситуация сходная, но, в отличие от остальных, преобладает тенденция улучшения состояния планировочной структуры. Для 4-го и 5-го ареалов характерна тенденция к улучшению, за исключением показателя продуктивность земель – в 4-м.

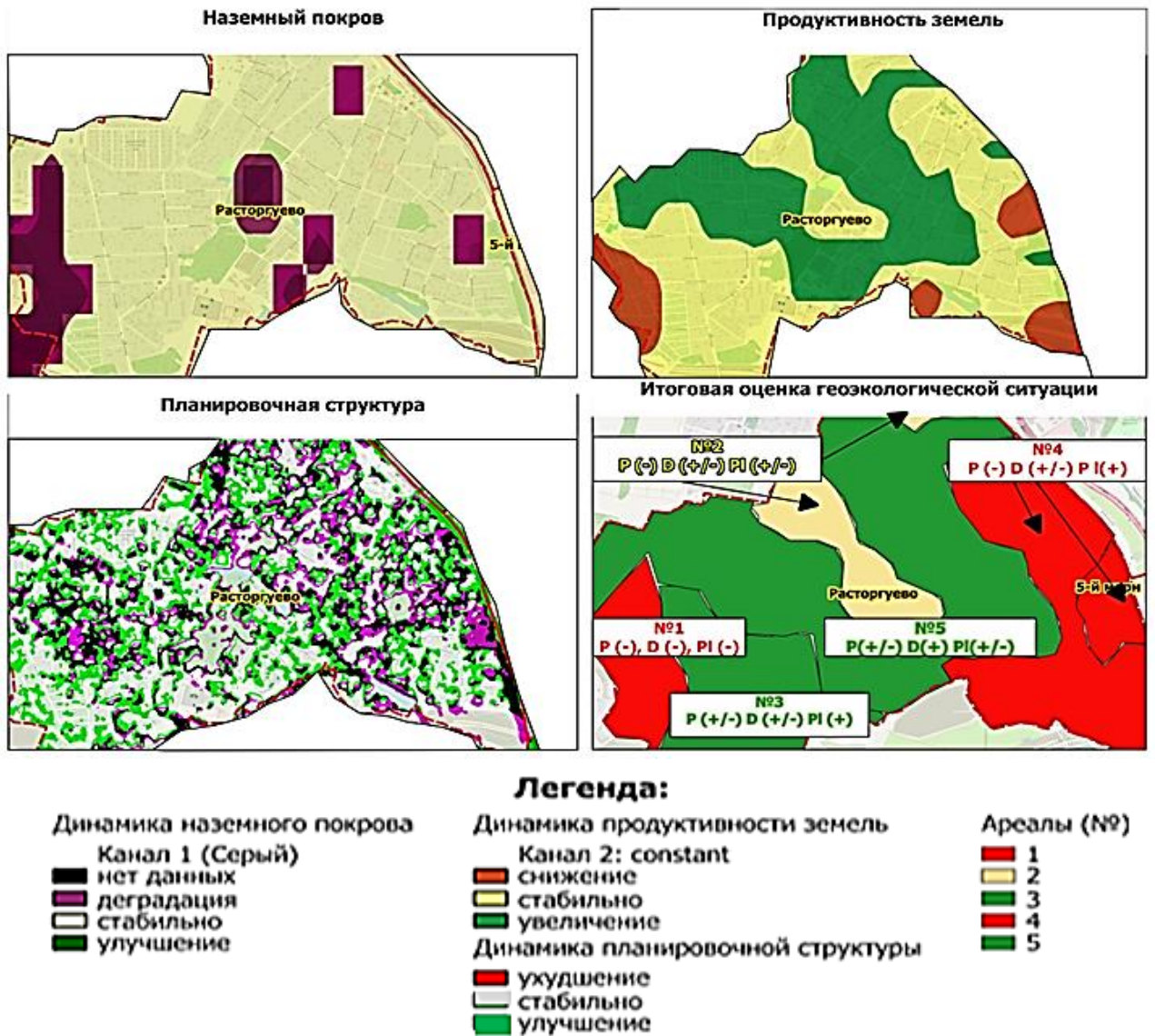


Рисунок 4.5. Оценка динамики геоэкологической ситуации микрорайона Расторгуево г. Видное (составлено автором в QGIS)

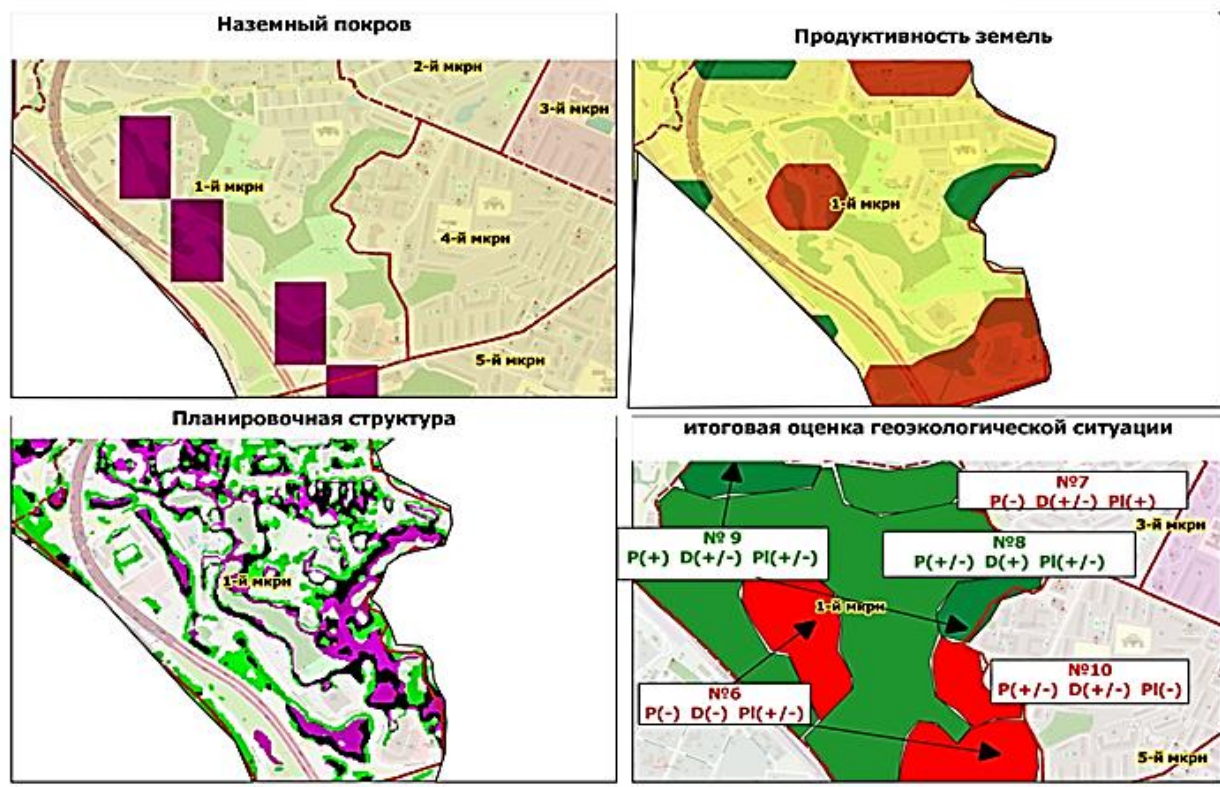
1-й микрорайон. В пределах 1-го микрорайона по результатам оценки выделено 5 ареалов (№6 – 10, нумерация выделенных ареалов по г. Видное сквозная). Количественные результаты проведенной оценки динамики геоэкологической ситуации для 1-го микрорайона г. Видное более подробно представлены в таблице 4.5.1 и отражены на рисунке 4.5.1.

Таблица 4.5.1. Результаты оценки динамики геоэкологической ситуации 1-го микрорайона города Видное (составлено автором)

№ арела	Площадь, км ²	Значение показателей динамики			Итоговая оценка динамики	Формула динамики геоэкологической ситуации
		Продуктивность земель (P)	Наземный покров (D)	Планировочная структура (PI)		

6	0,3	-	-	0	Ухудшение 1,7	P(-) D(-) PI(0)
7	0,06	-	0	+	Ухудшение 1,7	P(-) D(0) PI(+)
8	0,66	0	+	0	улучшение 1,2	P(0) D(+) PI(0)
9	0,1	+	0	0	Улучшение 1,2	P(+) D(0) PI(0)
10	0,05	0	0	-	Ухудшение 1,7	P(0) D(0) PI(-)

Примечание: улучшение (+); стабильно (0); ухудшение (-)



Легенда:

Динамика наземного покрова	Динамика продуктивности земель	Ареалы (№)
Канал 1 (Серый)	Канал 2: constant	6
нет данных	снижение	7
деградация	стабильно	8
стабильно	увеличение	9
улучшение	Динамика планировочной структуры	10
	ухудшение	
	стабильно	
	улучшение	

Рисунок 4.5.1. Оценка динамики геоэкологической ситуации для 1-го микрорайона г. Видное (составлено автором в QGIS)

Ареал №6 выделяется доминированием отрицательной динамики геоэкологической ситуации, тенденцию «ухудшение» определяют показатели продуктивность земель и изменение наземного покрова. Этот ареал имеет фрагментарное расположение, приурочен в целом к западной и юго-западной окраине, занимает 0,3 км², что в процентном эквиваленте равно примерно 25-26%

площади и является наиболее неблагоприятным с точки зрения динамики геоэкологической ситуации.

Ареал (№7) выделен на окраинной части 1-го микрорайона, отличается тенденцией улучшения, обусловленной положительными изменениями в планировочной структуре, и преобладанием ухудшения, связанной со снижением продуктивности земель. Большую же часть – около 0,66 км². (55%) занимает выдел 8, отличающийся стабильной динамикой по большинству показателей.

Ареалы 9 и 10 занимают окраинную территорию 1-го микрорайона. Для этих выделов характерна стабильная динамика с преобладанием положительных и, в другом случае, отрицательных тенденций.

2-й микрорайон. Во 2-м микрорайоне в ходе проведенной оценки было выделено 3 ареала геоэкологической ситуации. Оценка динамики геоэкологической ситуации для 2-го микрорайона г. Видное представлена в таблице 4.5.2 и на рисунке 4.5.2 ниже.

Таблица 4.5.2. Оценка динамики геоэкологической ситуации 2-го микрорайона города Видное (составлено автором)

№ ареала	Площадь, км ²	Значение показателей динамики			Итоговая оценка динамики	Формула оценки геоэкологической ситуации
		Продуктивность земель (P)	Наземный покров (D)	Планировочная структура (Pl)		
11	0,07	-	-	-	Ухудшение 1,7	P(-) D(-) Pl(-)
12	0,41	-	0	0	Ухудшение 1,7	P(-) D(0) Pl(0)
13	0,11	0	0	+	улучшение 1,2	P(0) D(0) Pl(+)

Примечание: улучшение (+); стабильно (0); ухудшение (-)

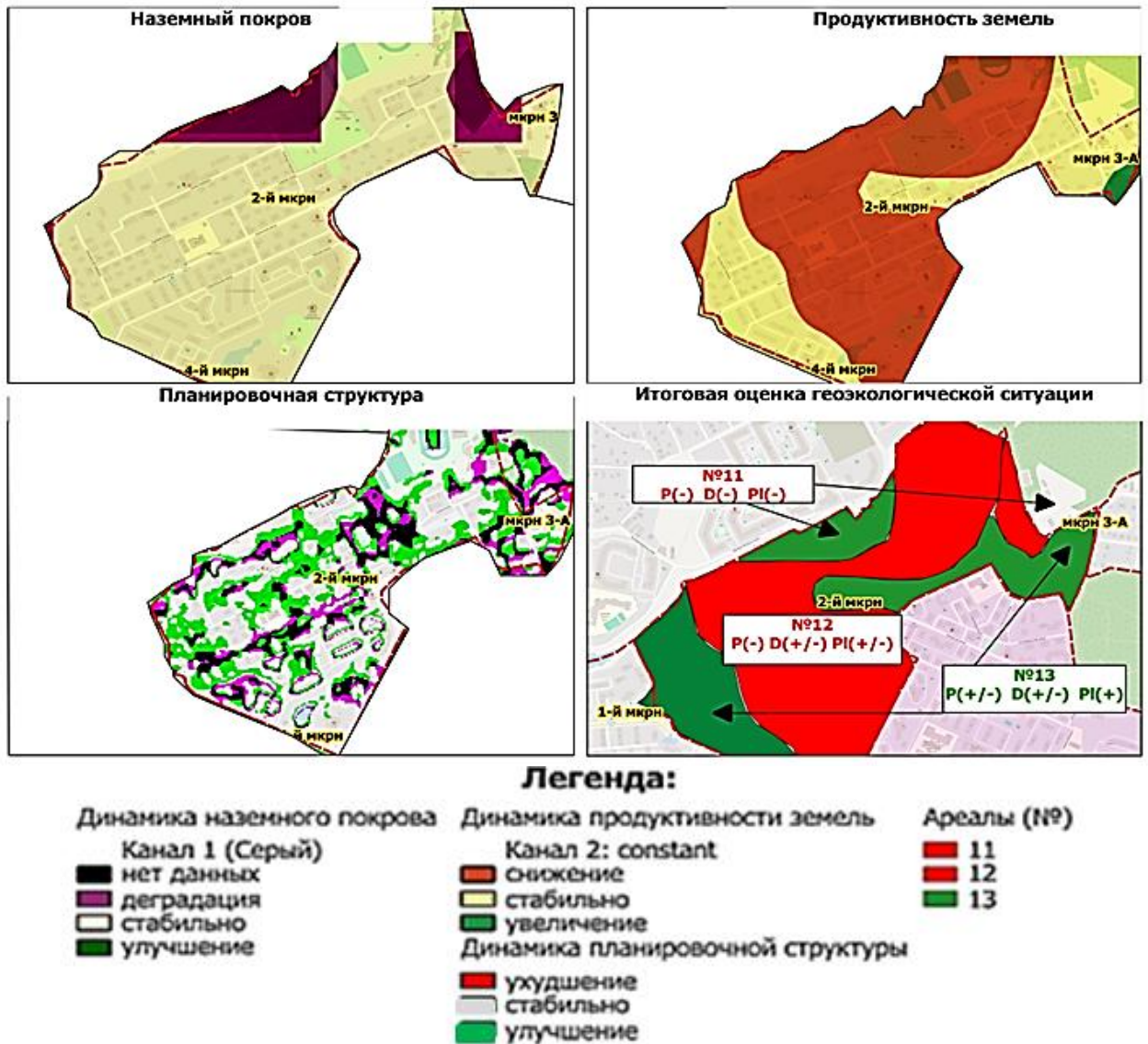


Рисунок 4.5.2. Оценка динамики геоэкологической ситуации для 2-го микрорайона г. Видное (составлено автором в QGIS)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для 11-го ареала характерна отрицательная динамика, как в целом, так и по всем 3 показателям. Он расположен на территории микрорайона двумя фрагментами, приуроченными к его северной части, суммарная площадь ареала составляет $0,07 \text{ км}^2$ или около 8% площади территории. Ареал № 12 занимает наибольшую часть 2-го микрорайона ($0,4 \text{ км}^2$), что эквивалентно 50% и отличается тенденцией ухудшения продуктивности земель и стабильной динамикой наземного покрова и планировочной структуры с итоговой оценкой «стабильная динамика с преобладанием отрицательной». Для ареала номер 13 характерна стабильная динамика продуктивности земель и состояния земель, а также положительная

тенденция в состоянии планировки с общей оценкой «доминирование стабильного состояния с преобладанием положительных изменений». Этот ареал фрагментирован и приурочен к окраинам микрорайона.

6-й микрорайон. В границах 6-го микрорайона выделено 4 ареала. Результаты проведенной количественной оценки динамики геоэкологической ситуации для 6-го микрорайона г. Видное приведены в таблице 4.5.3 и представлены в картографическом виде, на рисунке 4.5.3.

Таблица 4.5.3. Оценка динамики геоэкологической ситуации 6-го микрорайона города Видное (составлено автором)

№ ареала	Площадь, км ²	Значение показателей динамики			Итоговая оценка динамики	Формула динамики геоэкологической ситуации
		Продуктивность земель (P)	Наземный покров (D)	Планировочная структура (Pl)		
14	0,63	-	-	+	Ухудшение 1,7	P(-) D(-) Pl(+)
15	0,21	-	-	0	Ухудшение 1,7	P(-) D(-) Pl(0)
16	0,13	0	0	0	Стабильно 1,5	P(0) D(0) Pl(0)
17	0,12	0	0	+	Улучшение 1,2	P(0) D(0) Pl(+)

Примечание: улучшение (+); стабильно (0); ухудшение (-)

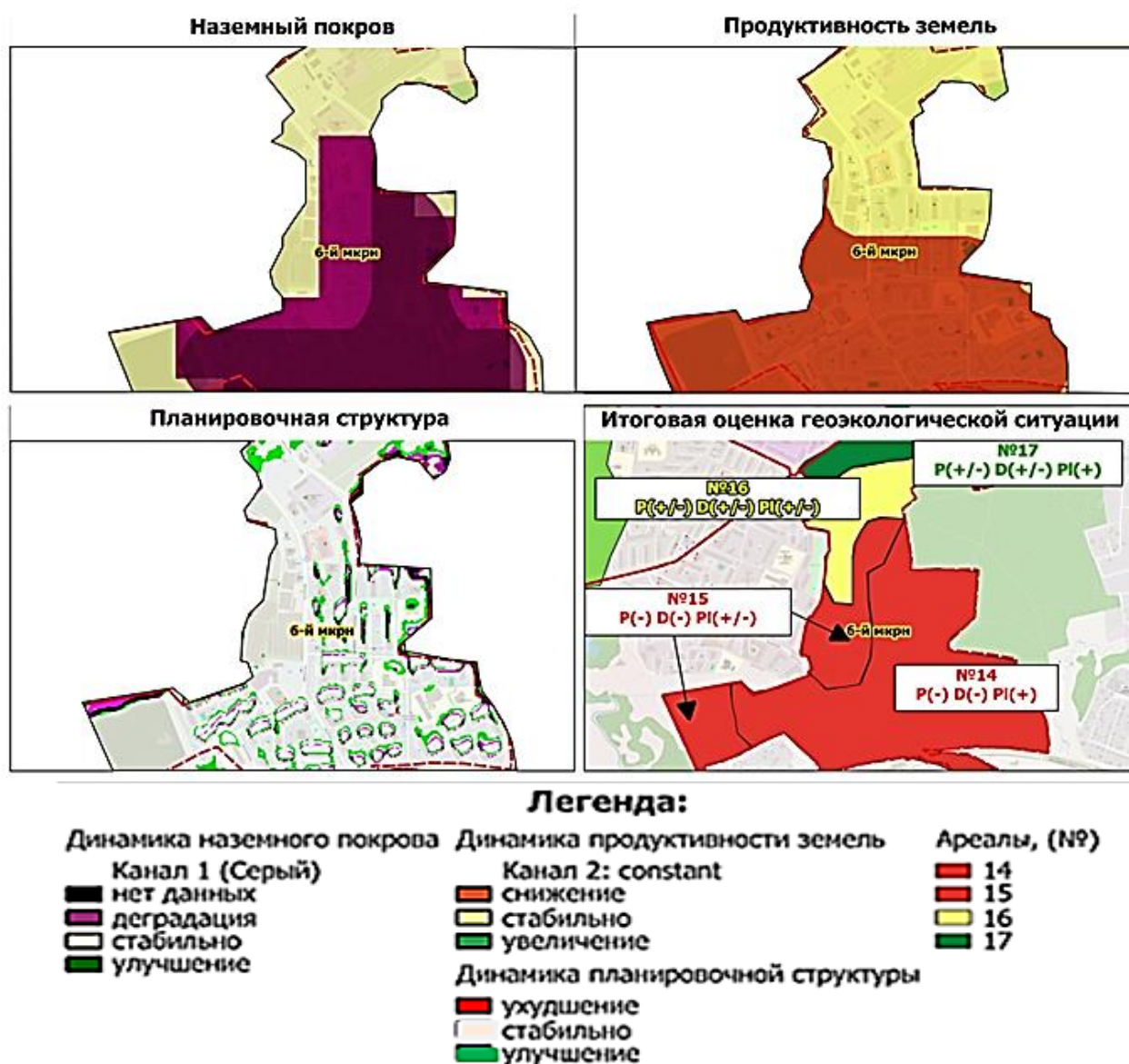


Рисунок 4.5.3. Оценка динамики геоэкологической ситуации для 6-го микрорайона г. Видное (составлено автором в QGIS)

Проведенная оценка показала, что наиболее экологически неблагоприятными с точки зрения показателей динамики являются ареалы 14-й и 15-й. Для обоих участков характерны снижение продуктивности земель и деградация наземного покрова, а также положительные изменения или стабильное состояние в планировочной структуре. Наибольшую площадь занимает ареал №14, расположенный, преимущественно в южной части микрорайона 6 – порядка 0,63 км² или 43-45%, затем, следует 15-й ареал, занимающий, в основном центральную и западную части, который составляет 0,2 (около 14%) от площади территории. Относительно ареалов под № 16 и 17 стоит

отметить, что они отличаются достаточно стабильной динамикой практически по всем показателям и, в отдельных случаях – положительными изменениями в городской планировке. Эти участки приурочены к северной окраине микрорайона.

Таким образом, на основании результатов комплексной геоэкологической оценки, проведенной на локальном уровне для выбранных микрорайонов, установлено, что:

- для микрорайона Расторгуево характерны ареалы, в целом с благоприятной геоэкологической ситуацией с тенденцией к ухудшению либо со стабильной динамикой (выделы №1 и 4), их суммарная доля составляет порядка 30% от площади микрорайона;
- в пределах 1-го микрорайона отчетливо выделяется ареал №6 с отрицательной динамикой и удовлетворительной геоэкологической ситуацией в целом; он составляет 25% от площади территории, что более существенно;
- во 2-м микрорайоне наиболее неблагоприятным является ареал №11, который входит в территорию с напряженной геоэкологической ситуацией, что обусловлено накоплением отходов, обеспеченностью растительностью и застройкой территории; доля данного выдела относительно невелика и составляет около 8%;
- 6-й микрорайон отличается более высокой долей экологически неблагоприятных ареалов; так, например, для ареалов под №14 и 15 характерна напряженная геоэкологическая ситуация, обусловленная низкой обеспеченностью зелеными зонами и высокой степенью застройки. Суммарная доля этих участков составляет порядка 60% от площади.

Предлагаемый алгоритм 2-х уровневой геоэкологической оценки планировочной структуры может быть использован на примере других городов-спутников Москвы, с учетом их геоэкологической специфики и особенностей планировочной структуры. Полученные результаты послужили основой для последующей разработки и научного обоснования рекомендаций по устойчивому

развитию г. Видное. Они могут быть использованы органами муниципалитета в целях ознакомления с текущими экологическими проблемами и проектировщиками для корректировки планировочной структуры.

4.6. Рекомендации по устойчивому развитию города Видное и его микрорайонов

4.6.1. Разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры на уровне муниципалитета

Для разработки рекомендаций необходимо рассмотреть реализуемые текущие мероприятия по благоустройству территории города и охраны окружающей среды для выявления возможных недостатков и предложить план рекомендаций по устойчивому развитию на примере исследуемых микрорайонов на основании полученных результатов эмпирических исследований.

В соответствии с Генеральным планом Ленинского городского округа отмечены следующие виды мероприятий в области благоустройства и охраны окружающей среды (Генплан..., 2021):

1. Организация озелененных полос вдоль автомобильных дорог, аккумулирующих основные загрязнители воздушного бассейна и препятствующие распространению загрязнения на нормируемые территории жилой и социальной застройки, особо охраняемых природных территорий; строительство автомобильных дорог в обход населенных пунктов. Это позволит улучшить качество атмосферного воздуха на территории жилой застройки; увеличение пропускной способности основных автомобильных дорог в результате реализации комплекса мероприятий позволит значительно сократить объемы выбросов автотранспорта за счет оптимизации скоростного режима.

2. Полный охват территории городского округа планомерно-регулярной системой санитарной очистки; благоустройство мест временного контейнерного складирования твердых коммунальных отходов - ТКО, оборудование площадок с твердым покрытием для временного хранения отходов за пределами первого и второго поясов зон санитарной охраны водозаборных сооружений и

водоохраннх зон поверхностных водных объектов; организация и максимальное использование раздельного сбора ТКО с целью получения вторичных ресурсов и сокращение объёма выводимых на полигон отходов.

3. Инвентаризация зеленых насаждений; увеличение площади озелененных территорий общего пользования за счёт формирования новых объектов; комплексное озеленение жилых районов; создание защитных зеленых полос по границе с промышленными зонами и вдоль улично-дорожной сети.

Стоит отметить, что существующие мероприятия реализуются в масштабе всей территории Ленинского городского округа, при их осуществлении не в полной мере учитывается геоэкологическая специфика г. Видное и его планировочной структуры, они носят весьма общий характер и применимы для любого города. Тем не менее, по результатам проведенных исследований установлены наиболее характерные для города Видное экологические проблемы, требующие решения. В этой связи, целесообразно предложить рекомендации по устойчивому развитию г. Видное для дальнейшего их включения в программу мероприятий и планы по развитию населенного пункта.

Предлагаемый комплекс рекомендаций по устойчивому развитию города, исходя из результатов проведенной геоэкологической оценки, будет включать в себя краткосрочные (1-2 года), среднесрочные (3-5 лет) и долгосрочные меры (от 5-7 и более лет). В данном контексте, особое место занимают краткосрочные мероприятия, поскольку именно от них зависит принятие решений по дальнейшему развитию города, что будет сказываться и на его экологической ситуации. В краткосрочной перспективе предполагается благоустройство наиболее проблемных микрорайонов (территории 2-го и 6-го микрорайонов), включающее регулирование автомобильного трафика в жилых зонах для разгрузки дорожной сети с установлением запретов на проезд грузового транспорта и введением возможных лимитов на личный транспорт; реализацию концепции «двор без машин», которая предполагает оснащение придомовых территорий парковками закрытого типа вне жилых зон. А также более активное развитие системы общественного транспорта на экологических видах топлива,

предполагающее ввод 2-х троллейбусных линий в 6-м микрорайоне. Это компенсирует техногенную нагрузку, примерно в 2-2,5 раза. Помимо этого, обязательное озеленение территорий новых окраинных микрорайонов – 2-го, и, в особенности 6-го микрорайона, путем оборудования дополнительных парков площадью около 0,5-0,8 км² позволит значительно увеличить обеспеченность зелеными зонами с 23,6 до 25% как минимум, соответственно и стабилизировать показатель продуктивности земель. Эти мероприятия будут также способствовать компенсации техногенной нагрузки на микрорайоны города в целом и, особенно, на зону жилой застройки и, следовательно, оптимизации геоэкологической ситуации. Создание сети лесопарков в пределах наиболее экологически напряженных территорий города будет являться мероприятиями, дополняющими основные, что позволит, более комплексно подойти к реализации мероприятий по управлению городом, планированию и устойчивому развитию.

Рекомендации по осуществлению мер среднесрочной и долгосрочной перспектив по контролю текущей ситуации и устойчивому развитию города будут включать в себя мониторинг и контроль объектов негативного воздействия на окружающую среду. Повсеместное осуществление практики раздельного сбора отходов, особенно в пределах 2-го микрорайона с возможным оборудованием мусороперерабатывающего комплекса, мощностью до 100-150 кг/год, с целью, как минимум, 2-х кратного уменьшения накопления отходов до нормативных значений. Пересмотр концепции жилой застройки территории города, заключающийся в следующих мерах:

- регламентация (запрет) неконтролируемой застройки в направлении музея-заповедника «Горки-Ленинские» и промзоны;
- проведение экологической реновации устаревших жилых зданий, подразумевающей их капитальный ремонт и благоустройство придомовых территорий, частичное переоборудование крупных офисных неиспользуемых помещений под жильё;
- возможное создание городов-парков «экополисов» на базе имеющихся жилых комплексов.

Этот блок рекомендаций позволит снизить дальнейший прирост деградированных земель (а именно, удержать на эталонном уровне, 10-15% от площади микрорайонов), особенно в пределах окраин города – 2-й и 6-й микрорайоны, обусловленный, во многом, массовой застройкой, проектированием автомагистралей и, как следствие, сбалансированно развиваться территории г. Видное.

Помимо этого, предлагается ввести разработку и реализацию просветительских инициатив и мероприятий экологической направленности для жителей г. Видное в части снижения негативных последствий урбанизации, а также информирования о текущей экологической ситуации и динамики ее развития. Подобная просветительская работа с населением может проводиться посредством СМИ, а также в ходе экологических акций, мероприятий и событий, организаторами которых будут выступать органы муниципальной власти и управления г. Видное, библиотеки и другие учреждения культуры, а также некоммерческие организации. В таблице 4.6.1 дополнительно приведены результаты анализа эффективности предлагаемых рекомендаций, основанные на сопоставлении проблемных микрорайонов, в данном случае 6-го как наиболее экологически проблемного с «эталонными» микрорайонами города, отличающимися наиболее благоприятной геоэкологической ситуацией, например, Расторгуево и 3-А. В данном случае определен вероятно ожидаемый эффект от реализуемых мероприятий путем вычисления разницы между текущими показателями и планируемыми (целевыми).

Таблица 4.6.1. Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры 1-го, 2-го и 6-го микрорайонов (составлено автором)

Микрорайон	Геоэкологическая ситуация и состояние планировочной структуры	Оценка показателей экологического состояния (I) и планировочной структуры (II)	Выбор рекомендуемых мероприятий	Оценка эффективности и планируемое состояние
1-й	I Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации			

Микрорайон	Геоэкологическая ситуация и состояние планировочной структуры	Оценка показателей экологического состояния (I) и планировочной структуры (II)	Выбор рекомендуемых мероприятий	Оценка эффективности и планируемое состояние
	Удовлетворительная геоэкологическая ситуация с тенденцией ухудшения	Накопление ТКО более 500 кг/чел в год; несколько ареалов с деградацией земель и снижением их продуктивности (25% от площади)	Ежегодный мониторинг и контроль объектов НВОС органами экологического контроля города; оборудование мусороперерабатывающего комплекса, мощностью до 150-200 кг/год; рекультивация заброшенных земель в районе поймы р. Битцы	<p><i>Расчет эффективности:</i> $E_{ф1} = (V_{B1} - V_{B2}) / N$ V_{B1} – текущее количество ТКО, кг/год; V_{B2} – мощность переработки ТКО; N – численность населения микрорайона;</p> <p><i>Прогноз:</i> снижение негативного воздействия от отходов до 280-300 кг/чел., в год; улучшение состояния земель на 15-25% площади. Геоэкологическая ситуация - благоприятная</p>
II Рекомендации по улучшению состояния планировочной структуры				
1-й	Тенденция ухудшения состояния планировочной структуры	Достаточно высокий автомобильный трафик (составляет около 50-55 авт./мин); избыток личного транспорта (возможное загрязнение атмосферного воздуха и др.)	Ограничение автомобильного трафика в районе ул. Школьная (запрет движения грузового и лимиты на личный транспорт минимум до 10%); ввод троллейбусной линии, ориентировочно пропускной способностью до 15 ед./мин.	$E_{ф2} = Tr_1 - Tr_2$ $E_{ф2}$ – эффективность меры №1; Tr_1 – текущее состояние трафика; Tr_2 – планируемое; итоговое – 30-25 ед./мин. Прогноз: уменьшение интенсивности авто трафика до 40-50%
2-й	I Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации			
	Напряженная			$E_{ф3} = V_{B1} - V_{B2} / N$

Микрорайон	Геоэкологическая ситуация и состояние планировочной структуры	Оценка показателей экологического состояния (I) и планировочной структуры (II)	Выбор рекомендуемых мероприятий	Оценка эффективности и планируемое состояние
	геоэкологическая ситуация и тенденция ее ухудшения.	ареалы с деградацией земель и снижением продуктивности (8% от площади)	восстановление (рекультивация) заброшенных земель в границах ареалов	$Eф_3$ – эффективность меры №3; $V_{в1}$ – текущее количество ТКО, кг/год; $V_{в2}$ – мощность переработки ТКО; N – численность населения микрорайона. <i>Прогноз:</i> снижение воздействия от отходов до 280 кг/чел., в год; улучшение состояния земель на 8% площади. Геоэкологическая ситуация - удовлетворительная
2-й	II Рекомендации по улучшению состояния планировочной структуры			
	Тенденция ухудшения состояния планировочной структуры	Высокая степень застройки (коэффициент застройки – 0,7) от площади района; низкая обеспеченность зелеными зонами (23,7% от площади)	Ограничение дальнейшей застройки многоэтажным и домами; точечное озеленение микрорайона – как минимум до 0,4 км ² на прилегающей территории к ул. Бульвар Зеленые аллеи и сохранение существующих зеленых зон	$Eф_4 = \frac{Зел_1 + Зел_2}{S_{мкр}}$ $Eф_4$ – эффективность меры №4; $З_1$ – текущая обеспеченность зелеными зонами; $З_2$ – планируемая - $S_{мкр}$ - общая площадь; итоговое – 25% <i>Прогноз:</i> Увеличение обеспеченности растительностью с 23,7 до 25% как минимум.
6-й	I Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации			
	Напряженная геоэкологическая ситуация	Низкая степень обеспеченности зелеными зонами (6% от площади)	Озеленение территорий новых микрорайонов (оборудование сети парков, скверов площадью не менее 0,8-1 км ² на ул. Фокина,	$Eф_5 = \frac{Зел_1 + Зел_2}{S_{мкр}}$ $Eф_5$ – эффективность меры №5; $З_1$ – текущая обеспеченность зелеными зонами; $З_2$ – планируемая - $S_{мкр}$ - общая площадь; итоговое – 30%

Микрорайон	Геоэкологическая ситуация и состояние планировочной структуры	Оценка показателей экологического состояния (I) и планировочной структуры (II)	Выбор рекомендуемых мероприятий	Оценка эффективности и планируемое состояние
			Завидной и Березовой)	<i>Прогноз:</i> Увеличение обеспеченности растительностью до 25-30 %. Геоэкологическая ситуация - удовлетворительная
6-й	Тенденция ухудшения	Деградация земель: около 0,65 км ² деградированных земель	Уменьшение деградированных земель минимум до уровня 13,5%	*Сдерживание деградации наземного покрова на уровне 10-15% от площади
II Рекомендации по улучшению состояния планировочной структуры				
	Тенденция ухудшения состояния планировочной структуры за счет застройки территории	Высокая степень застройки – 1,13 км ² (коэффициент застройки – 0,75 и более);	Ограничение застраиваемой площади до 0,4 км ² ; за счет использования имеющегося жилого фонда на ул. Советской и Заводской	$E\phi_6 = Kз_1 - Kз_2 / \Sigma \text{ест}$ Eф6- эффективность меры №6; Kз1 и Kз2 – текущее и планируемое значение застроенности; $\Sigma \text{ест}$ - сумма площадей естественных покрытий; <i>Прогноз:</i> Снижение коэффициента застройки до 0,5 ед.

Примечание: *10-15% - наименьшая (эталонная) площадь деградированных земель, характерная для микрорайонов Расторгуево и 3-А.

Соответственно, на основании результатов исследований и прогноза по рекомендациям, в соответствии с НБДЗ следует выделить 2 возможных сценария развития города Видное:

1. ухудшения – дальнейшее разрастание города при существующих темпах, уплотнение транспортной сети, сокращение доли зеленых зон, дальнейшая деградация земель, рост техногенного воздействия и т.д. Геоэкологическая ситуация переходит в градацию «напряженная» в центральных микрорайонах города, и в критическую на периферии.

2. Стабильного развития и улучшения – сбалансированное развитие города в целом, прирост зеленых зон до 25% от площади или их сохранение на нормативном уровне в проблемных микрорайонах, снижение темпов деградации земель до эталонных 10-15% от площади территории, 2-х кратное снижение техногенного воздействия от отходов. Текущая геоэкологическая ситуация переходит в градацию «удовлетворительная» в периферийных микрорайонах и в благоприятную в центральных.

Таким образом, следствиями рекомендаций будут являться со стороны транспортной инфраструктуры – развитие свободных участков территории, не занятых улично-дорожной сетью; увеличение количества и оборудование многоэтажных парковок закрытого типа; интенсификация и повышение комфортности общественного транспорта (увеличение количества, ввод в эксплуатацию современных транспортных средств на экологически чистом топливе). Со стороны развития города – более компактное размещение застройки, позволит активнее использовать потенциал открытых не используемых пространств и их комплексно осваивать; поддержание имеющихся рекреационных зон, проведение контроля их состояния и повсеместное озеленение проектируемых районов, что даст возможность компенсировать техногенное воздействие и процессы деградации наземного покрова.

4.6.2. Разработка рекомендаций по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры на локальном уровне

На основе полученных результатов оценки и проведенного зонирования микрорайонов выделены ареалы с различной степенью остроты геоэкологической ситуации. В связи с этим, важным представляется предложить мероприятия в дополнение к реализуемым мерам на городском уровне. В этом разделе приводится перечень рекомендуемых мероприятий на основании результатов проведенной оценки на уровне наиболее экологически проблемных микрорайонов города. Предлагаемые меры могут быть использованы в качестве корректирующих при реализации программ благоустройства города или

проведении локальных мероприятий с целью улучшения текущей ситуации или поддержания ее на уровне стабильного состояния.

Вначале целесообразным будет сформулировать типовой перечень дополнительных мероприятий, в зависимости от выявленных текущих экологических проблем и направлений динамики ситуации в целом по микрорайону. Он будет включать в себя такие меры, как локальное озеленение микрорайонов, лимит на точечную многоэтажную застройку территории в дальнейшем, перевод нескольких котельных на газовое топливо. Исходя из таблицы выше, были выделены несколько наиболее неблагоприятных в экологическом отношении ареалов в ряде микрорайонов г. Видное. Для обоснования предлагаемых мероприятий необходимо проанализировать каждый из ареалов с территориальной привязкой к микрорайонам. В таблице 4.6.2 кратко представлен перечень экологических проблем микрорайонов и мероприятия по их смягчению или устранению с ожидаемой оценкой.

Таблица 4.6.2. Рекомендуемые меры по устойчивому развитию на примере наиболее экологически проблемных ареалов 2-го и 6-го микрорайонов г. Видное (составлено автором)

Микрорайон, № ареала, (площадь)	Динамика геоэкологической ситуации ареала	Рекомендуемые меры	Планируемое состояние
2-й Ареал №11 (0,06 км ²)	1.Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации		
	Техногенная нагрузка от накопления отходов	Утилизация части отходов на комплексе по их переработке (см. табл. 4.7.1)	2-х кратное снижение количества ТКО и техногенной нагрузки
	Деградация земель и снижение их продуктивности	Точечное восстановление (рекультивация) заброшенных земель	Улучшение состояния наземного покрова и растительности
	2.Рекомендации по улучшению состояния планировочной структуры		
Массовая застройка многоэтажными домами	Лимит на точечную застройку и реновация малоэтажных зданий	Стабилизация динамики застройки территории на текущем уровне	

Микрорайон, № ареала, (площадь)	Динамика геоэкологической ситуации ареала	Рекомендуемые меры	Планируемое состояние
2-й Ареал №12 (0,4 км ²)	1.Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации		
	Ухудшение состояния (деградация) земель	Частичная рекультивация нарушенных земель	Стабилизация или улучшение состояния наземного покрова
	2.Рекомендации по улучшению состояния планировочной структуры		
	Массовая застройка окраин дефицит обеспеченности зелеными зонами	Точечное озеленение – минимум до 0,1 км ² , ограничение многоэтажного строительства; проведение экологической реновации	Увеличение озелененности до 25 %; уменьшение застроенности территории до 0,4 ед.
Дефицит зеленых зон; рост застройки территории; выраженная деградация наземного покрова	Оборудование закрытых парковок; ограничение многоэтажного строительства; повсеместное озеленение	Увеличение обеспеченности растительностью до 20-25%; стабилизация состояния наземного покрова	
6-й Ареал №15 (0,2 км ²)	1.Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации		
	Деградация земель; снижение продуктивности растительности	Полное восстановление нарушенных из-за застройки земель	Улучшение состояния наземного покрова и его продуктивности
	2.Рекомендации по улучшению состояния планировочной структуры		
Избыточная застройка и дефицит зеленых зон	Ограничение многоэтажного строительства на текущем уровне; создание защитных барьеров вдоль «Солнцево-Бутово- Видное» автотрассы и точечное озеленение	Увеличение обеспеченности растительностью до 25-30%; стабилизация и улучшение состояния земель	

Таким образом, в границах территории микрорайона Расторгуево на основании анализа динамики геоэкологической ситуации были установлены тенденции ее ухудшения, что нашло отражение в выделении соответствующих ареалов. А именно, участки под № 1 и 4 отличаются ухудшением состояния наземного покрова и растительности, что, по всей вероятности, связано с

негативным воздействием, обусловленным массовой застройкой окраин района, а также сведением сельскохозяйственных угодий под частный сектор. Геоэкологическую ситуацию, характерную для этих ареалов охарактеризуем как относительно-благоприятную в случае с накоплением отходов и застройки территории. Соответственно, рекомендациями в данном случае будут поддержание геоэкологической ситуации, а для ее улучшения – избегание многоэтажной застройки.

Для территории 1-го микрорайона свойственна динамика ухудшения геоэкологической ситуации и, частично, ухудшения состояния планировочной структуры. Это характерно для ареалов № 6, 7 и 10. В первых двух случаях это обусловлено снижением продуктивности и деградацией земель (в случае с 6-м), предположительно из-за наличия нарушенных земель вблизи магистрали М4 «Дон» и точечной застройки, проводимой в рамках реновации, а также наличием неиспользуемых (заброшенных) участков в пределах 10-го ареала, прилегающего к оврагу. Геоэкологическую ситуацию охарактеризуем как напряженную в случае с накоплением отходов, вероятнее всего, обусловленных влиянием предприятия «ВНИИКОП»; а также удовлетворительную в остальных случаях. Рекомендуемыми мерами по снижению техногенной нагрузки будут являться оборудование комплекса по переработке ТКО; а по поддержанию состояния земель и растительности – благоустройство территории 10-го ареала, возможный лимит на точечную застройку и реновацию малоэтажных зданий, предполагающую их капитальный ремонт.

В пределах 2-го микрорайона отмечается 2 основные негативные тенденции: ухудшение по всем трем показателям (ареал №11) и стабильное состояние земель и планировочной структуры (12). Это связано, по всей видимости, также с массовым характером застройки окраин города и недостаточной степенью озелененности. Геоэкологическая ситуация - напряженная в целом; напряженная в случае с накоплением отходов, связанным, скорее всего с наличием неорганизованных источников и высокой долей (плотностью) населения и напряженная в части застройки, а в остальном

удовлетворительная. В этой связи, в качестве мер будем рекомендовать озеленение участков, предполагающее создание парков и скверов; утилизацию ТКО на мусороперерабатывающий комплекс в 1-м микрорайоне и локальное ограничение многоэтажного строительства с окраин.

Исследуемая территория 6-го микрорайона отличается значительным (по площади) преобладанием участков с тенденциями деградации земель и снижения продуктивности растительности – ареалы №14 и 15. Это обусловливается, вероятнее всего, массовой застройкой, наличием нарушенных земель, расположением вблизи коммунально-хозяйственной зоны, практически полным отсутствием парковых территорий и элементов придомового озеленения. Напряженная ситуация в целом и также по показателям обеспеченности зелеными зонами и застройки территории. Что связано, скорее всего, с наличием парковок гаражного типа; отсутствием парков при дефиците озеленения; многоэтажной застройкой и близостью магистрали «Солнцево-Бутово-Видное». Необходимыми рекомендациями по улучшению геоэкологической ситуации и поддержанию положительной или стабильной динамики в данном случае будут такие меры, как оборудование закрытых парковок; повсеместное озеленение (по типу парков) наряду с точечным, особенно в 14-м ареале, прилегающим к коммунально-хозяйственной зоне. А также ограничение многоэтажного строительства в сторону промзоны в этих ареалах и создание защитных барьеров вдоль упомянутой автотрассы.

Выводы к главе 4

В ходе проведения геоэкологической оценки планировочной структуры города Видное и обоснования рекомендаций получены следующие результаты:

– проведенная геоэкологическая оценка позволила выделить 17 ареалов в пределах микрорайонов г. Видное, различающихся геоэкологической ситуацией, состоянием и динамикой планировочной структуры. Установлено, что неблагоприятными с экологической точки зрения (с напряженной геоэкологической ситуацией) являются 2-й, 6-й микрорайоны, что обусловлено

высоким накоплением отходов; преобладанием искусственных типов наземного покрова; высоким коэффициентом застройки и низкой обеспеченностью зелеными зонами. Анализ динамики наземного покрова за 20 лет позволил выделить зоны и ареалы 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. Для 2-го, особенно, 6-го и, отчасти для Расторгуево характерны тенденции деградации наземного покрова и снижения продуктивности земель;

– анализ взаимосвязей показателей позволил установить наличие тесной отрицательной связи между показателями обеспеченности зелеными зонами и застройки территории (-0,52); а также практически отсутствие связи между накоплением отходов и загрязнением атмосферы (0,03); загрязнением атмосферы и обеспеченностью зелеными зонами (-0,26);

– на основании проведенных исследований предложены рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации и состояния планировочной структуры. На уровне муниципалитета предполагается регулирование автомобильного трафика в жилых зонах с установлением запретов на проезд грузового транспорта, а также мониторинг и контроль источников негативного воздействия, оборудование комплекса по переработке ТКО; пересмотр концепции жилой застройки городской территории. На локальном уровне предполагается проведение локальных озеленительных мероприятий, лимит на точечную застройку, перевод нескольких объектов на экологически чистое топливо и др.;

– для прогнозирования геоэкологической ситуации и динамики планировочной структуры с учетом реализации мероприятий проведена оценка эффективности мер. Предлагаемые рекомендации позволяют уменьшить накопление отходов до нормативных 280-300 кг/чел в год, сдержать темпы деградации наземного покрова и снижения его продуктивности на уровне 10-15% (характерным для микрорайонов Расторгуево и 3-А). А также, увеличить обеспеченность зелеными зонами до нормативных значений - 25% и снизить коэффициент застройки территории до 0,4 ед.

Заключение

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.

Список литературы

1. Администрация городского поселения Видное Ленинского муниципального района Московской области. [Официальный сайт]. – URL: http://vidnoe.adm-vidnoe.ru/?show=o_g_vidnoe (дата обращения: 20.12.2022).
2. Акционерное общество «Московский коксогазовый завод». [Официальный сайт]. – URL: <https://www.mechel.ru/sector/mining/moskovskiy-koksogazovyy-zavod/> (дата обращения: 15.01.2023).
3. Ампилова Н.Б., Соловьев И.П. Алгоритмы фрактального анализа изображений // Компьютерные инструменты в образовании. 2012. № 2. С. 19-24.
4. Антипова А.В. Россия. Эколого-географический анализ территории. Москва-Смоленск: Маджента, 2011. – 384 с.
5. Антропогенная геоморфология / под ред. Э.А. Лихачевой, В.П. Палиенко, И.И. Спасской. М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. - 416 с.
6. Антропогенный морфолитогенез и гипергенез («Ложка дегтя в бочке меда») / Отв. ред. Э.А.Лихачёва. - М.: изд-во: Медиа-ПРЕСС, 2022. 224 с.
7. Архив погоды в Горках Ленинских. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 26.09.2023).
8. Бабич В.Н. О Фрактальных моделях в архитектуре [Статья] / В.Н. Бабич, А.Г. Кремлев //Архитектон: известия вузов. 2010. № 30.
9. Бочаров Юрий Петрович. Планировочная структура современного города [Текст] / Д-р архитектуры Ю. П. Бочаров, канд. техн. наук О. К. Кудрявцев. - Москва : Стройиздат, 1972. - 160 с.
10. Брагин П.Н., Колбовский Е.Ю. Применение данных дистанционного зондирования Земли для территориального планирования. Старые задачи и новые возможности. [Статья]. 2009. №2. [портал «GEOMATICS»] – URL: www.geomatica.ru (дата обращения: 12.11.2023).
11. Братков В.В., Овдиенко Н.И. Геоэкология / Уч. пос. Москва 2005. - 312 с.
12. Веретенников Д.Б. Понятие планировочной структуры города. Структурные компоненты и их планировочное воплощение // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. – Вып. № 3(16). С. 6-10.

13. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М.: Айрис-пресс, 2012. – 576 с.
14. Витченко А.Н. Геоэкология - научное направление и учебная дисциплина / А.Н. Витченко // Вестник Белорусского университета. Сер. 2. - 2001. - № 3. - С. 91-96.
15. Владимиров В.В., Гарейшин Р.З. Общая методика составления территориальные комплексные схем охраны природы областей (рекомендации). - М.: ЦНИИП градостроительства, 1987. -172 с.
16. Внесение изменений в генеральный план Ленинского городского округа Московской области. Материалы по обоснованию. «Охрана окружающей среды». Том 2. – Москва 2023. [Электронный ресурс]. – URL: <https://adm-vidnoe.ru/upload/iblock/073/0aywurai8cncq19vdluwfgwou4fvdj6b.pdf> (дата обращения: 26.02.2023).
17. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазровская. - М.: Высш. Шк., 1988. - 328 с.
18. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями от 28 сентября 2007 г.). [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/41/41363/> (дата обращения: 15.02.2023).
19. Города Подмосковья / В. Л. Янин. — М.: Московский рабочий, 1979. — Т. 1. — С. 487-501.
20. Города-спутники [Текст]: Сборник статей / [Отв. ред. В. Г. Давидович и Б. С. Хорев]. — Москва: Географгиз, 1961. — 195 с., 4 л.
21. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии : / С.П. Горшков. – Смоленск: СГУ, М. 1998. – 448 с.
22. ГОСТ 19.01-2006. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы": ГН 2.1.7.2041-06, утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.01.2006.

- [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rsn-chel.ru/wpcontent/uploads/2015/04/GN-2.1.7.2041-06> (дата обращения: 19.02.2023).
23. ГОСТ Р 59059-2020. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 59059-2020 "Охрана окружающей среды. Контроль загрязнений атмосферного воздуха. Термины и определения" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2020 г. N 711-ст) – 16 с.
24. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.02.2023). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 20.02.2023).
25. Грегори К. География и географы: Физическая география / Пер. с англ. - М.: Прогресс, 1988. - 384 с.
26. Григорьев А.А. Города и окружающая среда (космические исследования) / А.А. Григорьев. – М.: Мысль, 1982 – 326 с.
27. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
28. Гущина Е.С., Смогунов В.В. Фрактальная размерность в оценке планировочной структуры крупного города // Современные научные исследования и инновации. [Статья]. 2016. №2. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/02/63202> (дата обращения: 02.02.2023).
29. Данилина Н.В., Власов Д.Н. «Здоровый» город как базовая концепция территориального развития // Экология урбанизированных территорий, №2, 2020. – С. 112-119.
30. Дмитриев В.В., Федорова И.В., Бирюкова А.С. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. Часть IV. Интегральная оценка экологического благополучия наземных и водных геосистем // Вестник СПбГУ. Сер. 7 Геология. География. 2016 Вып. 2 С. 37-53. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2016.204.

31. Жилой фонд и многоквартирные дома в Видном. Сайт ГОС ЖКХ [Электронный ресурс]. – URL: <https://gosjkh.ru/houses/moskovskaya-oblast/vidnoe> (дата обращения 02.03.2024).
32. Жиров А.И. Теоретические основы геоэкологии: Монография. – Спб.: Изд-во, 2001. – 377 с.
33. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б и др. Ландшафтно-геоэкологический подход к оценке регионов при планировании / XIV Международная ландшафтная конференция, VII Мильковские чтения, Воронеж, 17-21 мая 2023 г. С. 207-210.
34. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б. и др. Индексы и индикаторы геоэкологической безопасности урбанизированных территорий // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. №4. С. 94-101.
35. Закон Московской области от 19 июля 2019 года № 172/2019-ОЗ, об организации местного самоуправления на территории Ленинского муниципального района (с изменениями на 24 декабря 2020 года). Постановление Московской областной Думы от 4 июля 2019 года № 78 53/90-П.
36. Ивашкина И.В. Геоэкологические основы территориального планирования города Москвы: дисс. канд. геогр. наук: 25.00.36 / Ивашкина Ирина Вадимовна. – М., 2010. – 159 с.
37. Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. «Урбозокодиагностика и сбалансированное развитие Москвы». - М.: ИН-ФРА-М, Москва 2017 - 202 с.
38. Ивашкина, И.В. Урбозокодиагностика и сбалансированное развитие Москвы: монография / И.В. Ивашкина, Б.И. Кочуров. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 202 с.
39. Индекс качества городской среды. [Электронный ресурс]. – URL: <https://индекс-городов.рф> (дата обращения: 25.01.2023).
40. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А Куролап, О.В Клепиков, П.М Виноградов и др. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.
41. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. М.: Наука, 1980. – 264 с.
42. Иудин Д.И., Чечин А.В., Кашенко О.В. Применение методов фрактального анализа и геоинформационных технологий для анализа дорожной сети

урбанизированных территорий // Геоинформатика: Информация и космос №1, Москва 2014. – С. 84-87.

43. Карандеев Александр Юрьевич. Оценка геоэкологического состояния урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий. Диссертация на соискание уч. степ канд. геогр. Наук. Специальность 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле). Липецк. 2015 – 184 с.

44. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов / Н.С. Касимов. – М. : ИП Филимонов М. В., 2013. – 208 с.

45. Келлер А.А. Влияние антропогенных факторов окружающей среды на здоровье населения / А.А. Келлер, А.Ю. Ломтев // Экологическая обстановка в Ленинградской области в 1992 году (аналитический обзор). – СПб., 1993. - С. 124-127.

46. Колбовский Е.Ю. Пространственный анализ в геоэкологии. М.: МГУ, 2022. – 820 с.

47. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием. Рамочная стратегия КБО ООН на 2018-2030 гг. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevantlinks/201808/cop21add1_SF_RU.pdf (дата обращения: 14.02.2025).

48. Концепция развития Московской агломерации – по результатам международного конкурса на разработку проекта Концепции развития Московской агломерации. Отчёт Правительству Москвы. М.: ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы», 2013. – 296 с.

49. Копосов Е.В., Виноградова Т.П., Иудин Д.И., и др. Структурная эволюция морфологии городской среды в историческом аспекте на примере Нижнего Новгорода // Приволжский научный журнал, 2012. № 4. - С. 138-144.

50. Коробов В.Б. Экспертные методы в географии и геоэкологии. Научное издание / В. Б. Коробов. - Архангельск: Поморский университет, 2008.- 234 с.

51. Коробов В.Б., Кочуров Б.И. Балльные классификации в геоэкологии: преимущества и недостатки // Проблемы региональной экологии. 2007. №. 1 – С. 66-70.

52. Котляков В.М., Кочуров Б.И., и др. Подходы к составлению экологических карт СССР// Изв. АН СССР, сер. геогр., №4, 1990. С. 61-70.
53. Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территории). - М.: ИГРАН, НЦЭБП, 1997. – 132 с.
54. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. - Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
55. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие. – М.- Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
56. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В и др. Эколого-градостроительный баланс и перспективы развития мегаполиса Москва как центра конвергенции // Геоэкология. № 3, 2019. – С. 65-72.
57. 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.
58. Кочуров Б.И., Хазиахметова Ю.А и др. Ландшафтный подход в градостроительном проектировании // Ландшафтная экология, Юг России: экология, развитие Том 13, № 3. – 2018. – С. 71-82.
59. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В., Костовска С.К. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособие; под ред. Б.И. Кочурова. - 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. - 224 с.
60. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901797511>. (дата обращения: 22.11.2023).
61. Куролап С.А. Экологическая экспертиза и оценка риска здоровья / С.А Куролап О.В, Клепиков, С.А Епринцев. – Воронеж, Изд-во «Научная книга». 2011. – 108 с.
62. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель - современный подход к исследованию засушливых регионов на национальном уровне // Аридные экосистемы. 2020. №2 (83). – С. 3-9.

63. Лаппо Г.М. Городские агломерации в СССР и за рубежом. — М.: Знание, 1977.
64. Лаппо Г.М. Развитие городских агломераций в СССР. — М.: Наука, 1978. — 152 с.
65. Латыев А.А., Широкова Е.А. Комплексная геоэкологическая оценка городских территорий (на примере города Балашиха Московской области) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. том.66. №2. — С. 119-123.
66. Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В. Нейтральный баланс деградации земель: возможности интеграции глобальных и национальных индикаторов // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 3. — С. 45-53.
67. Лохов А.С., Коробов В.Б. Сравнительный анализ применения весовых коэффициентов и коэффициентов значимости в классификационных геоэкологических моделях // Геоэкология, №4. — 2022. — С. 81-86.
68. Майер Р.В. Компьютерное моделирование: моделирование как метод научного познания. Компьютерные модели и их виды // Научный электронный архив. [Электронное пособие]. — URL: <http://econf.rae.ru/article/6722> (дата обращения: 30.12.2022).
69. Малахова О.Е. Планировочная структура города: теоретико-практический аспект [Статья] // Огарёв-Online. 2022. №2 (171). — URL: <https://cyberleninka.ru/journal/n/ogaryov-online?i=1107422> (дата обращения: 10.01.2023).
70. Мальтус Т.Р. Опыт о законе народонаселения. М., 2007 — 212 с.
71. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
72. Методические рекомендации МР 2.6.1.0215-20 "Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 21 сентября 2020 г.) — 18 с.
73. Методические рекомендации МР 2.1.10.0061-12. Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 гГц) в условиях населенных мест, Москва — 2012. — 24 с.

74. Методические указания. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест (утв. 7 февраля 1999 г. МУ 2.1.7.730-99). – М.: Минздрав России, 1999. – 18 с.
75. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. — Москва: Мысль, 1973. — 224 с.
76. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства российской федерации. Приказ от 31 октября 2017 г. №1494/пр. об утверждении методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований российской федерации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=282529&dst=1000000001%2C0#09074878626027192> (дата обращения: 08.04.2023).
77. Министерство экологии и природопользования Московской области. [Официальный сайт]. – URL: <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/27-02-2023-13-32-58-minekologii-ulichilo-leninskuyu-uk-v-zagryaznenii> (дата обращения: 05.04.2023).
78. Минкина А.Д, Двинских С.А, Зуева Т.В. Подход к разработке интегрального индекса экологического благополучия территории // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. – С. 235-240.
79. Михайлов Евгений Сергеевич. Ландшафтно-архитектурный анализ улиц центральной части города Екатеринбурга. Автореферат диссертации на соискание уч. степ канд. с/х. Наук. Специальность 06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними. Екатеринбург.: 2020., – 20 с.
80. Мовчан М.А. Сравнительная оценка почвенно-растительного покрова по индексам SAVI и NDVI на примере участков Ближнего Подмосковья и Новой Москвы. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование», 1 апреля 2022 г. – Москва: Первое экономическое издательство, 2022. – С. 20-26.
81. 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 (г. Воронеж, 10-12 ноября 2022 г). – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2022. – С. 355-359.

82. 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.

83. Московская область. Атлас ГУГК 1976 года. Под ред. Федосовой М.А., Грюнберга Г.Ю., Галиуллиной Э.Г. и др., Москва – 1976. – 40 с.

84. МР 2.1.10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. - М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва 2011. – 40 с.

85. МР комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071315>. (дата обращения: 25.11.2023).

86. Насонов А.Н., Цветков И.В., Жогин И.М и др. «Фракталы в науках о земле». / Уч. пособие, г. Воронеж 2018. – 82 с.

87. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 14.13-2007 "Экологический менеджмент. Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. N 614-ст) – 28 с.

88. Новиков Г.А. Сто лет экологии Э. Геккеля. Раздел II. // Очерки по истории экологии (ред. Г.А. Новиков) – М.: Наука, 1970. – С. 46 – 72.

89. О семи холмах Москвы / Э.А. Лихачева. - М.: Наука, 1990 - 144 с.

90. Осипов В.И. Геоэкология – междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер / В. И. Осипов // Геоэкология. – 1993. – № 1. С. 4-18.
91. Перельман А.И. Геохимия / А. И. Перельман. – М.: Высш. шк., 1979. – 423 с.
92. Перцик Е.Н. Районная планировка : Географические аспекты / Е.Н. Перцик. Москва : Мысль, 1973. – 271 с.
93. Пичкалев А.В. Применение кривой желательности Харрингтона для сравнительного анализа автоматизированных систем контроля // Вестник КГТУ. Красноярск : КГТУ. 1997. С. 128–132.
94. Поздеев Валерий Борисович. Географическая концепция региональной геоэкологии. Автореферат диссертации на соискание уч. степ докт. геогр. Наук. Специальность 25.00.36 – Геоэкология (географические науки). - Смоленск 2006. – 19 с.
95. Постановление от 28.10.2019 № 4052 «О прогнозе социально-экономического развития Ленинского муниципального района на 2020 год и на период до 2022 года». [Электронный ресурс]. – URL: <https://adm-vidnoe.ru/upload/iblock/141/1415f11127225ca1ac20466c69290040.pdf> (дата обращения: 10.01.2023).
96. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений: Гигиенические нормативы, с изменениями, утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 31.05.2018 №37.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2019. – 55 с.
97. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. - М.: Мысль, 1988. - 192 с.
98. Проект Генерального плана Ленинского городского округа Московской области. Том 1. Планировочная и инженерно-транспортная организация территории социально-экономическое обоснование. Этап 1. – Москва 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://vidnoe24.ru/news/files/2021/01/26/genplan1.pdf> (дата обращения: 19.01.2023).

99. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. - М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, Москва 2004. – 143 с.
100. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года [Электронный ресурс]. – URL: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf (дата обращения: 25.02.2023).
101. Результаты исследования атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной и ближайшей жилой зоны предприятия. [Электронный ресурс]. – URL: <https://admvidnoe.ru/residense/ekologiya-selskoe-khozyaystvo-iveterinariya/aomskoks/rezultaty-issledovaniya-atmosfernogo-vozdukha-nagranitse-sanitarno-zashchitnoy-i-blizhayshey-zhiloy/> (дата обращения: 20.02.2023).
102. Результаты лабораторно-инструментальных исследований проб воды и водных объектов на территории Ленинского городского округа за 2019 год. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.adm-vidnoe.ru/news/1-0-23> (дата обращения: 20.02.2023).
103. Реймерс Н.Ф. Природопользование Текст.: словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. М.: Мысль, 1990. – 635 с.
104. Росприроднадзор. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn> (дата обращения: 20.01.2024).
105. Руководящий документ РД 52.24.643-2002 "Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям" (утв. и введен в действие Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 3 декабря 2002 г.) – 21 с.
106. Руководящий документ. РД 52.04.667-2005 "Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению,

изложению и содержанию" (утв. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 1 февраля 2006 г.) – 60 с.

107. Савин И.Ю., Березуцкая Э.Р. Концепция наземного покрова (Land Cover) как основа дистанционного мониторинга земель // Региональные геосистемы. 2024, 48(1): 77-90.

108. СанПиН 2.6.1.2800-10 "Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения". Постановление от 24 декабря 2010 г. N 171. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docinfo.ru/sanpin/sanpin-2-6-1-2800-10/> (дата обращения: 19.12.2022).

109. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36). [Электронный ресурс]. – URL: <https://docinfo.ru/sn/sn-2-2-4-2-1-8-562-96/> (дата обращения: 20.12.2022).

110. Соболев С.В. Фрактальные параметры водных объектов [Текст]: монография / С. В. Соболев; Нижегород. гос. Архитектур. - строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. – 232 с.

111. Соколова Екатерина Павловна. Оценка экологического состояния города для целей градостроительного регулирования: на примере г. Москвы. Автореферат диссертации на соискание уч. степ канд. геогр. наук. Специальность 25.00.24 – Экономическая, социальная и политическая география. М., 2008. – 27 с.

112. Сокольская Елена Владимировна. Методика геоэкологической оценки качества городской среды на основе многофакторного моделирования. Специальность 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле). Автореферат диссертации на соискание уч. степ канд. г. н. Тирасполь – 2019. – 24 с.

113. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / Сочава В. Б. - Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1978. – 319 с.

114. Сочава В.Б. География и экология. — Л.: Географическое общество СССР, 1970.

115. Сочава В.Б. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания // Докл. ИГ Сибири и Дальнего Востока. – 1972 – Вып. 34. – С. 3-14.

116. СП 42.13330.2016 «СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». (Приказ Министра России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр.) – 125 с.
117. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение, актуализированная редакция - СНиП 23-05-95. Дата введения 2017-05-08. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 23.12.2022).
118. Справочник основных понятий градостроительной деятельности и их определений в сферах территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территории / сост. А.А. Авилова, М.В. Подъюсова, Г.С. Юсин, Ю.В. Раев. – М.: Издательство ГАУ «Институт Генплана Москвы» 2017. – 274 с.
119. Старые карты России и зарубежья. [Электронный ресурс]. – URL: <https://retromap.ru/> (дата обращения: 23.01.2025).
120. Стурман В.И. Экологическое картографирование: Уч. пос. / В. И. Стурман. - М.: Аспект Пресс, 2003. - 251 с.
121. Таблица ПДВ для основных загрязнителей [Электронный ресурс]. – URL: <https://inner.su/articles/tablitsa-pdv-2025-normativy-vybrosov-nox-so-pyl-co-po-klassam-proizvodstv/> (дата обращения: 23.01.2026).
122. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощекое А.И. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. М., 2005. – 352 с.
123. Тролль К. Ландшафтная экология (геоэкология) и биогеоценология, терминологическое исследование / К. Тролль // Известия АН СССР. Сер. геогр. – 1972. – № 3. – С. 114–120.
124. Тутубалин В.Н и др. Математическое моделирование в экологии. Историко-методологический анализ. Изд-во: «Языки славянских культур», 1999. – 208 с.
125. 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).

126. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 21.12.2022).
127. Ферсман, А.Е. Избранные труды / А. Е. Ферсман. - М.: изд. АН СССР, 1995. - Т. 3. – 715 с.
128. Фомина Ирина Валерьевна. Экологическая оценка качества городской среды на примере городов Московского региона. Специальность 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле). Автореферат диссертации на соискание уч. степ канд. г. Москва. 1999. - 23 с.
129. Хазиахметова Юлия Александровна. Комплексная геоэкологическая оценка и картографирование территории: На примере Республики Татарстан // автореф-т дисс. На соискание уч. Степ канд. Геогр. Наук по специальности 25.00.36 Геоэкология. Казань 2005. 28 с.
130. Хорев Б.С. Проблемы городов [Текст] : (Урбанизация и единая система расселения в СССР). — 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Мысль, 1975. – 428 с.
131. Чудинова О.А., Афолина М.И. Градостроительные и архитектурные особенности устойчивого развития г. Видное МО // Экономика строительства и природопользования, №3 (64). - 2017. – С. 95-100.
132. Шмаль. А. Г. Факторы экологической опасности и экологические риски / Научное издание. Издательство: МП «ИКЦ БНТВ», 2010. г., г. Бронницы, - 192 с.
133. Экологическая паспортизация Московской области. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecopassmo.mosreg.ru/> (дата обращения: 09.02.2023).
134. Copernicus Open Access Hub. Open Access Center for Satellite Images. [Электронный ресурс]. – URL: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> (дата обращения: 25.02.2023).
135. Earth Observing System. EOS Crop Monitoring. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.esa.int/> (дата обращения: 19.01.2023).
136. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/home/en/> (дата обращения: 25.02.2026).

137. Gio Global Land Component. Lot I “Operation of the Global Land Component” Framework Service Contract № 388533 (JRC). Product user manual. Leaf Area Index. Ver. 1. Is. I2.20. 2015. [Электронный ресурс]. – URL: http://icdc.cen.unihamburg.de/fileadmin/user_upload/icdc_Dokumente / COPERNICUS_ LAND/GIO_GL1_PUM_LAIV1_I2.20.pdf (дата обращения: 30.10.2025).
138. Global Footprint Network, 2009. Ecological Footprint Standards 2009. Oakland: Global Footprint Network. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Ecological_Footprint_Standards_2009.pdf (дата обращения: 30.10.2023).
139. Gwyddion. Руководство. [Электронный ресурс]. – URL: <http://gwyddion.net/documentation/user-guide-ru/> (дата обращения: 10.02.2023).
140. Meteorological service Meteoblue. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.meteoblue.com> (дата обращения: 15.06.2025).
141. Open Street Map, Data. Open cartographic data. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=2/69.6/-74.9> (дата обращения: 15.02.2023).
142. QGIS. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://qgis.org/ru/site/> (дата обращения: 22.01.2024).
143. SAGA. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html> (дата обращения: 20.01.2024).
144. 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).
145. Trends.Earth. A new tool to assess the health of the land that supports us. Guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.trends.earth/en/latest/index.html> (дата обращения: 04.01.2025).
146. URBAN DESIGN ASSOCIATES. PPG Place, 3rd Floor, Pittsburgh, PA 15222. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.urbandesignassociates.com/> (дата обращения: 18.01.2023).
147. A pattern language: towns, buildings, construction / Christopher Alexander, Sara Ishikawa, Murray Silverstein — New York, 1977.

148. Carr, N. B. A Multiscale Index of Landscape Intactness for Management of Public Lands / N. B. Carr, I. F. Leinwand, D. J. A. Wood // U.S. Geological Survey Open-File Report 2016–2017. – 2017. – P. 55–74.
149. Costa, R. T. Land Use / Cover and Naturalness Changes for Watershed Environmental Management (Southeastern Brazil) / R. T. Costa, C. F. Gonçalves, A. T. Fushita, J. E. dos Santos // Journal of Geoscience and Environment Protection. – 2017. – Vol. 5. – P. 1–14.
150. Encarnacao Sara, Gaudiano Marcos, Santos Francisco C., Tenedorio Jose A., Pacheco Jorge M. Fractal cartography of urban areas // Scientific Reports. Published 24 July 2012. No 2(1): 527. P. 1-4.
151. Mara Lucia, Marcos Cesar. Ferreira analise da densidade de ocupacao do aglomerado urbano da regio metropolitana de sao paulo pela estimativa de dimensao fractal // Geografia, Rio Claro. V. 31, No. 2. P. 293-316, mai./ago. 2006.
152. Marcus Hall, ed. The Nature of G.P. Marsh: Tradition and Historical Judgement. Special issue of Environment and History, 10:2 (May 2004).
153. Sherlock R. Man as geological agent. London, 1922, 372 p.
154. Shiguo Jiang, Desheng Liu. Box-Counting Dimension of Fractal Urban Form: Stability Issues and Measurement Design. International Journal of Artificial Life Research, July 2012. 3(3), P 41-63.
155. UNCCD. 2016. United Nations. A/RES/70/1. General Assembly. Resolution adopted by the General Assembly. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 35 p.
156. Wrбка, T. Linking Pattern and Process in Cultural Landscapes. An Empirical Study Based on Spatially Explicit Indicators / T. Wrбка, K. H. Erb, N. B. Schulz, J. Peterseila, C. Hahna, H. Haberl // Land Use Policy. – 2004. – Vol. 21. – P. 289–306.
157. Yongmei Lu, Junmei Tang. Fractal Dimension of a Transportation Network and its Relationship with Urban Growth: A Study of the Dallas-Fort Worth Area // Environment and Planning B Planning and Design, November 2004. V 31. P. 895-911.

Приложение 1. Характеристики объектов негативного воздействия (ОНВОС) промышленной зоны г. Видное (по данным Росприроднадзора)

№	ОНВОС (промзона)	Категория	Отходы, кг/год	Выбросы, кг/год	**ПДВ ⁵³
1	Москокс	1	*0	4266.5	1200-2250
2	Склад комплекс	3	0	11.13	330-730
3	Площадка 1	4	0	0	330-730
4	ПСК Видное	3	0	0.26	330-730
5	АО Мегапак	3	0	11.52	330-730
6	ПК Каток	3	0	23.73	330-730
7	Металл сервис	3	0	0	330-730
8	Склад пром	3	0	0.012	330-730
9	АО ЭДАС ПА	3	0	17.78	330-730
10	Адм. корпус	4	0	0.007	330-730
11	Пром территория	3	0	1.32	330-730
12	ТД Агромир	3	0	0.41	330-730
13	АО Альтаир	3	0	1.3	330-730
14	ПК ПКБК	3	0	1.19	330-730
15	ПК Вектор	2	0	2.46	270-750
16	Пром площадка	2	0	28.53	270-750
17	Мосмек Инвест	3	0	1.89	330-730
18	Гипсобетон	3	0	11.51	330-730
19	Нефтебаза	3	0	76.01	330-730
20	Пром площадка 2	3	0	34.27	330-730
21	Произв склад	3	0	0.63	330-730
22	Пром площадка 3	3	0	4.39	330-730
23	Произв пло	3	0	3.65	330-730
24	Цех Олтекс	3	0	0.002	330-730
25	Склад комплекс	3	0	1.29	330-730
26	ООО Трувер	2	0	9.24	270-750
27	МЛ-Видное	3	0	3.71	330-730
28	предприятие СТК-ТРА	3	0	0.93	330-730
29	АЗС	3	0	0.34	330-730
30	Произв территория 2	3	0	0.45	330-730
31	Производственная зона (двери)	2	0	6.63	270-750
32	предприятие Рецикл	3	0	23.94	330-730
33	Пром площадка	2	42.3	0.56	270-750
34	ПАТП 1	3	0	1.004	330-730
35	Пром площадка 4	2	0	2.06	270-750
36	Пром площадка 5	3	0	7.91	330-730
37	Полигон Аппаринки	2	0	1.43	270-750
38	Мечел Энерго	2	0	326.73	270-750
39	Мусороперерабатывающий завод	1	0	33.56	1200-2250

Примечание: * значение «0» по отходам, возможно обусловлено недостаточным учетом ОНВОС; **суммарный ПДВ по NO_x, SO₂, пыль и СО - 1200-2250 для 1-й категории; 270-750 - для 2 и 3-й; 330-730 для 3-й и 4-й категории

⁵³ Таблица ПДВ для основных загрязнителей [Электронный ресурс]. – URL: <https://inner.su/articles/tablitisa-pdv-2025-normativy-vybrosov-nox-so-pyl-co-po-klassam-proizvodstv/> (дата обращения: 23.01.2026)

Приложение 2. Характеристики объектов негативного воздействия (ОНВОС) жилых микрорайонов г. Видное (по данным Росприроднадзора)

№	ОНВОС (жилые микрорайоны)	Категория	Отходы, кг/год	Выбросы, кг/год	ПДВ ⁵⁶
1	Котельная	2	0	0.43	270-750
2	Котельная ул. Школьная	4	0	0.02	330-730
3	Котельная Петр	2	0	5.22	270-750
4	Котельная Вокзал	4	0	0.02	330-730
5	Котельная Булатниково	4	0	0.27	330-730
6	Магазин Леруа	3	0	0.02	330-730
7	Спецгаз Сер	4	0	0.93	330-730
8	Газпром Филиал	4	0	0	330-730
9	ООО Самстрой	3	0.1	2.4	330-730
10	ООО Топаз (предприятие)	2	0	18.5	270-750
11	ОАО ВНИИКОП	4	50.8	0.16	330-730
12	Автодром	4	0	0	330-730
13	(Южно-Лыткаринская трасса)	3	0	4.47	330-730
14	Очистные сооружения	2	156.3	129.72	270-750
15	КТС-2 Видное	2	0	14.52	270-750
16	П. МОССМП	3	0	0	330-730
17	Котельная ул. Заводская	4	0	0.02	330-730
18	МС Белокаменный	3	0	4.85	330-730
19	Пром площадка б	3	0	0.02	330-730
20	Магазин Виктория	4	0	0	270-750
21	Котельная (центральная)	2	0	54.5	270-750
22	АТАГО «Регион»	3	0	0.28	330-730
23	ПТ АМТЕХ	3	0	0.01	330-730
24	ПБО Видное	3	0	2.25	330-730
25	Объект «Видное-2»	3	0	7.52	330-730
26	Троллейбусный парк	3	0	0.36	330-730
27	Видновская РЭС	3	0	0.24	330-730
28	Производственная территория	2	0	144.3	270-750
29	АО МОСОБЛЭНЕРГО	3	0	1.37	330-730
30	АО Ростелеком	3	0	0	330-730
31	ГУП Водоканал	3	0	1.44	330-730
32	Торг помещение	3	0	0.01	330-730
33	ПАО Сбербанк Россия	3	0.54	0.06	330-730
34	ТРЦ Семья	3	1.46	0.2	330-730
35	Городской Магазин	3	0	0.01	330-730
36	Торг Центр	3	0	0.04	330-730
37	УК ЖКХ Ленинского р-на	3	0.08	0.69	330-730
38	УК Капитал Плаза	4	18.2	0.36	330-730
39	Видновская Баня	3	0	2.32	330-730
40	Пром территория 7	3	0	1.3	330-730
41	МКГЗ Филиал	1	0	426	1200-2250

Приложение 3. Осредненные за летний сезон 2023 г данные инструментальных измерений по оценке загрязнения воздуха г. Видное (данные автора)

№ точки	Обозначения загрязнителей					Авто трафик, авт./мин	Скорость ветра, м/с
	NO ₂	ЛОС	CH ₂ O	CH ₄	CO		
	ПДК (Концентрация загрязняющих веществ мг/м ³ (в скобках указано ПДК, согласно (Предельно допустимые концентрации..., 2019)))						
	0,2	0,5	0,05	0,5	5		
1	0.05	0.021	0.003	0.005	0.039	28	0.9
2	0.2	0.08	0.008	0.005	0.042	48	0.5
3	0.1	0.017	0.001	0.001	0.038	2	0.8
4	0.2	0.017	0.001	0.002	0.038	6	0.8
5	0.08	0.015	0.001	0.002	0.038	3	0.8
6	0.1	0.021	0.003	0.001	0.04	2	0.5
7	0.04	0.015	0.002	0	0.039	4	0.2
8	0.1	0.023	0.06	0.004	0.042	50	1.5
9	0.03	0.022	0.001	0.008	0.038	2	0.9
10	0.1	0.018	0.001	0	0.038	5	1.2
11	0.3	0.023	0.001	0.001	0.040	50	0.2
12	0.2	0.018	0.001	0.003	0.038	6	1.2
13	0.05	0.021	0.001	0.02	0.038	22	0.3
14	0.08	0.015	0.001	0.002	0.038	30	0.9
15	0.03	0.018	0.001	0.001	0.38	9	0.5
16	0.2	0.021	0.001	0.003	0.29	12	0.8
17	0.1	0.015	0.002	0	0.28	3	0.7
18	0.2	0.017	0.006	0	0.048	25	0.7
19	0.1	0.018	0.001	0.007	0.038	5	0.5
20	0.04	0.05	0.012	0	0.044	48	0.5
21	0.3	0.32	0.04	0.06	0.9	42	0.7

Приложение 4. Характеристики используемых космических снимков спутника семейства Landsat (по данным сайта Copernicus)

№ п/п	Год	Количество	Краткая характеристика
1	2001	1	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 20.05; облачность – 5%
2	2005	4	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 4, 6.07 и 20, 22.08; облачность – 4, 1, 0 и 3 %
3	2006	1	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 01.07; облачность – 3 %
4	2007	2	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 31.05 и 18.07; облачность – 0 и 6 %
5	2008	2	Landsat 4-5_ETM+_L2_True_Color; дата: 13.08 (2) ; облачность – 2 %
6	2009	2	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 11.08 и 04.07; облачность – 5.0 и 0 %
7	2010	2	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 05.06 и 01.07; облачность – 0.5 и 0 %
8	2011	4	Landsat 4-5_L2_True_color; даты: 9.07, 14.07, 03.08, 15.08; облачность – 1.0, 1.0, 0 и 2 %
9	2012	3	Landsat 4-5_L2_Optimized_Natural_Color; даты: 20.05 (2 снимка), 21.06; облачность – 0, 0.1 и 3.0 %
10	2013	2	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 29.05, 10.06; облачность – 2.0, 1.7 %
11	2014	3	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 18.05, 03.06 и 25.07; облачность – 0.5, 0 и 2.5 %
12	2015	4	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 21.06, 09.08, 25.08, 26.08; облачность – 0.1, 0, 1.2 и 0.1 %
13	2016	3	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 17.07 (2) и 26.07; облачность – 0.5 и 4 %
14	2017	2	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 15.09 (2) ; облачность – 0.2 %
15	2018	3	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 13.05, 29.05, 01.08; облачность – 1.8, 0, 0 %
16	2019	5	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 21.06, 10.07, 13.08, 12.08, 16.08; облачность – 0.1, 0, 0.3, 3 и 6 %
17	2020	3	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 07.06, 12.07, 23.08; облачность – 0.9, 0.1 и 0.5 %
18	2021	2	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 25.06, 08.07; облачность – 0.4, 0 %
19	2022	2	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 20.07, 12.08; облачность – 2 и 0.1 %
20	2023	2	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 07.08, 21.08; облачность – 0-0.2 %
21	2024	3	Landsat 8-9_L2_True_color; даты: 10.05, 20.05, 30.06; облачность – 2.2, 0.3 и 1.2%