



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему «Комплексная оценка современного состояния окружающей
среды Гатчинского района Ленинградской области и прогноз её
возможного изменения под влиянием антропогенной нагрузки»

Исполнитель

Тюльпанов Артём Андреевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

канд. геол.-мин. наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Корвет Надежда Григорьевна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

канд. геогр. наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович

(фамилия, имя, отчество)

«11» 06 2025 г.

Санкт-Петербург
2025



Оглавление

Введение.....	3
1. Физико-географическая характеристика Гатчинского района Ленинградской области	6
1.1 Общие сведения. Особенности географического положения	6
1.2 Климат	9
1.3. Геологическое строение и рельеф	10
1.4. Гидрогеологические условия.....	13
1.5 Гидрология.....	15
1.6 Почвы и растительность.....	17
2. Изученность экологических условий Гатчинского района Ленинградской области.....	19
2.1 Состояние атмосферного воздуха	21
2.2 Состояние поверхностных вод	27
2.3 Состояние почвенного покрова	31
2.4 Состояние недр.....	44
2.5 Состояние особо охраняемых природных территорий.....	46
3. Материалы и методы	49
3.1 Методика обследования почвы (грунта).	51
3.2 Методика обследования природных вод.	54
4. Результаты.....	56
4.1 Оценка степени химического загрязнения почв и грунтов	56
4.2 Оценка биологического загрязнения почвы (грунта)	66
4.3 Исследование грунта по токсикологическим показателям	68

4.4 Оценка степени химического загрязнения грунтовой воды.....	69
5. Основные техногенные объекты Гатчинского района Ленинградской области как возможные источники воздействия на компоненты природной среды.....	75
5.1 Основные сведения об объектах	77
5.2 Источники воздействия на компоненты природной среды.....	80
5.2.1 Источники воздействия на атмосферу.....	81
5.2.2 Источники воздействия на водный бассейн	83
5.2.3 Источники воздействия на почвенный покров.....	86
5.2.4 Источники воздействия на природный ландшафт.	89
6. Анализ экологической опасности объектов	92
6.1 Комплексная оценка современного состояния природной среды Гатчинского района Ленинградской области с целью обеспечения экологической безопасности.....	98
Заключение	107
Список литературных источников	110

Введение

Современное состояние природной среды в регионах с высокой антропогенной нагрузкой требует комплексного изучения для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития. Гатчинский район Ленинградской области представляет собой территорию с уникальным сочетанием природных комплексов и значительной техногенной активностью, обусловленной близостью к Санкт-Петербургу, развитой промышленной и транспортной инфраструктурой, а также интенсивным сельскохозяйственным освоением. Северо-западная часть района, включающая города Гатчина и Коммунар, испытывает повышенное воздействие техногенных объектов, таких как промышленные предприятия, очистные сооружения и полигоны отходов, что приводит к локальным нарушениям состояния природных компонентов. В то же время юго-восточная часть, где расположены особо охраняемые природные территории, такие как Мшинское болото, сохраняет более стабильные экологические условия. Неравномерное распределение антропогенной нагрузки и недостаточная изученность отдельных компонентов природной среды, особенно в менее урбанизированных зонах, подчёркивают актуальность исследования экологической ситуации в районе.

Актуальность темы обусловлена необходимостью оценки степени воздействия техногенных объектов на природную среду Гатчинского района и разработки мер по минимизации экологических рисков. Рост урбанизации, развитие промышленности и транспорта вблизи крупных населённых пунктов, таких как Гатчина, способствуют загрязнению атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, а также деградации почвенного покрова. Одновременно природные комплексы, включая лесные массивы и болотные системы, выполняют важные экологические функции, поддерживая биоразнообразие и устойчивость экосистем. Недостаток актуальных данных о состоянии природных компонентов в локальных зонах, таких как д. Малое Верево, и ограниченное число точек мониторинга в южной части района

создают потребность в дополнительных исследованиях, направленных на уточнение экологической ситуации и прогноз её изменений.

Цель исследования — проведение комплексной оценки современного состояния природной среды Гатчинского района Ленинградской области для обеспечения экологической безопасности и разработки рекомендаций по снижению антропогенной нагрузки.

Задачи исследования:

1. Выявить физико-географические особенности Гатчинского района, определяющие состояние природной среды.
2. Оценить степень изученности экологических условий на основе анализа данных мониторинга атмосферного воздуха, вод, почв, недр и особо охраняемых природных территорий.
3. Провести полевое исследование природных компонентов на участке в д. Малое Верево для получения дополнительных данных.
4. Проанализировать результаты исследования и оценить степень химического загрязнения почв и грунтовых вод.
5. Изучить основные техногенные объекты района и их воздействие на природную среду.
6. Провести анализ экологической опасности техногенных объектов с учётом их пространственного распределения.
7. Разработать рекомендации по обеспечению экологической безопасности на основе комплексной оценки состояния природной среды.

Объект исследования — природная среда Гатчинского района Ленинградской области, включающая атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, недра и особо охраняемые природные территории.

Предмет исследования — экологическое состояние природной среды Гатчинского района и степень воздействия техногенных объектов на её компоненты.

Методы исследования включают анализ данных мониторинга, полевые исследования на участке в д. Малое Верево, лабораторный анализ проб почв и грунтовых вод, картографические методы для оценки пространственного распределения техногенных объектов и загрязнения, а также сравнительный анализ результатов с нормативными показателями. В работе использованы материалы Росприроднадзора, данные геоинформационных систем и результаты собственных наблюдений.

Научная новизна заключается в проведении локального исследования экологических условий в д. Малое Верево, позволившего дополнить существующие данные о состоянии почв и грунтовых вод в условиях незащищённых подземных водоносных горизонтов. Впервые выполнена комплексная оценка экологической опасности техногенных объектов с учётом их влияния на природные компоненты в северо-западной и юго-восточной частях района, что расширяет представление о пространственной дифференциации экологической ситуации.

Практическая значимость работы состоит в разработке рекомендаций по снижению антропогенной нагрузки на природную среду Гатчинского района, которые могут быть использованы органами местного самоуправления, экологическими службами и предприятиями для планирования природоохранных мероприятий. Результаты исследования, включая данные о химическом загрязнении грунтовых вод и почв, предоставляют основу для усиления мониторинга и внедрения наилучших доступных технологий на техногенных объектах. Предложенные меры способствуют сохранению особо охраняемых природных территорий и обеспечению экологической безопасности региона.

1. Физико-географическая характеристика Гатчинского района Ленинградской области

Гатчинский район Ленинградской области представляет собой уникальный природно-территориальный комплекс, сформированный под влиянием разнообразных физико-географических факторов. Его ландшафты сочетают равнинные и возвышенные участки, густую речную сеть, обширные лесные массивы и болотные системы, что определяет высокое биоразнообразие и сложную структуру природных условий.

Район расположен в пределах Балтийского щита, что накладывает отпечаток на его геологическое строение, гидрологический режим и почвенный покров. Климатические особенности, обусловленные близостью Финского залива, смягчают температурные колебания и способствуют повышенной влажности, характерной для северо-запада России.

1.1 Общие сведения. Особенности географического положения

Гатчинский район занимает юго-западную часть Ленинградской области, располагаясь между 59°12' и 59°35' северной широты и 29°45' и 30°30' восточной долготы. Гатчинский район занимает площадь 2 891 квадратный километр, что составляет 3,3% территории всей Ленинградской области. Протяжённость района с севера на юг достигает 58 километров, а с запада на восток - 52 километра, при общей протяжённости границ около 320 километров. Северная граница района проходит в непосредственной близости от Санкт-Петербурга, местами отстоя от городской черты всего на 10-15 км, что определяет его статус как пригородной территории [1,2].

В административном отношении район включает один городской округ (Гатчину) и 11 сельских поселений, объединяющих 217 населённых пунктов, при этом восемь муниципальных образований имеют статус пригородных по отношению к Санкт-Петербургу. Административно Гатчинский район

включает городской округ Гатчина и 11 сельских поселений: Большеколпанское, Веревское, Войсковичское, Елизаветинское, Кобринское, Пудомягское, Пудостьское, Рождественское, Сяськелевское, Таицкое и Тервовичское. Административный центр - город Гатчина - расположен в северо-западной части района и является крупнейшим населенным пунктом с населением около 95 тысяч человек [3].

Географическое положение района характеризуется несколькими ключевыми особенностями. Во-первых, он занимает переходное положение между Приневской низменностью и Ижорской возвышенностью, что обуславливает разнообразие природных ландшафтов. Во-вторых, через территорию района проходят важные транспортные коридоры, связывающие Санкт-Петербург с западными и южными регионами России. В-третьих, близость к мегаполису определяет высокую степень урбанизации северной части района при сохранении традиционного сельского уклада в южных поселениях [1,2,3].

По данным на 2024 год, численность населения района составляет около 160 тысяч человек при средней плотности 55,3 человека на квадратный километр. Доля городского населения достигает 62%, что в абсолютных цифрах составляет примерно 95 тысяч жителей Гатчины. Среди крупнейших сельских населённых пунктов выделяются Тайцы (5,2 тысячи жителей), Вырица (4,8 тысячи) и Сиверский (4,5 тысячи).

Особенностью административных границ является их сложная конфигурация, особенно на северо-востоке, где они огибают территорию Санкт-Петербурга. На юго-западе район граничит с Лужским районом, на западе - с Волосовским, на северо-западе - с Ломоносовским, а на востоке - с Тосненским районом Ленинградской области. Такое положение делает Гатчинский район важным связующим звеном между разными частями региона [3].

Географическое положение района играет важную роль в формировании его климатических и природных условий, а также влияет на хозяйственную деятельность.

Природные ресурсы района включают 1 284 квадратных километра лесных массивов, что составляет 44% его территории. Гидрографическая сеть представлена семью средними реками (включая Ижору и Оредеж), 24 озёрами и тремя крупными болотными массивами. Особо охраняемые природные территории занимают 84 квадратных километра и включают 12 различных объектов.

Транспортная инфраструктура района насчитывает 587 километров автомобильных дорог, из которых 83 километра относятся к дорогам федерального значения. На территории района расположены 9 железнодорожных станций и 47 мостовых сооружений. Эти показатели свидетельствуют о развитой транспортной сети, обеспечивающей связь как внутри района, так и с соседними регионами.

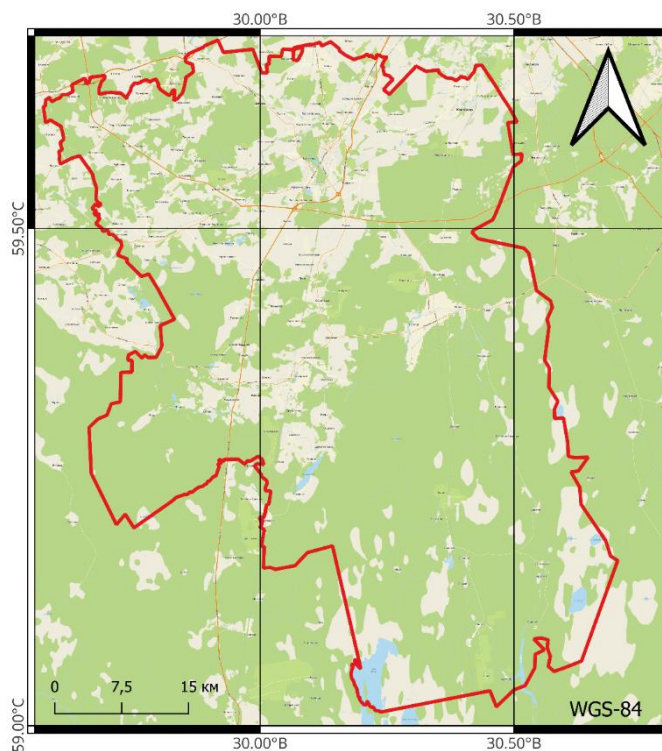


Рисунок 1.1.1 – Карта границ Гатчинского округа

Таким образом, Гатчинский район представляет собой территорию с выгодным географическим положением, развитой системой населённых пунктов и природными ресурсами, важными как для локального, так и для регионального развития.

1.2 Климат

Гатчинский район расположен в зоне умеренно-континентального климата с выраженным влиянием Балтийского моря и Финского залива, что смягчает температурные колебания [4]. Среднегодовая температура воздуха составляет около $+5^{\circ}\text{C}$, демонстрируя характерные для региона незначительные сезонные колебания. Зимний период отличается относительной мягкостью - средняя температура января составляет -7°C , хотя в отдельные годы наблюдаются морозы до -35°C [4,5].

Устойчивый снежный покров формируется обычно к середине декабря и сохраняется до марта, достигая максимальной высоты 40-50 см [5]. За зимний период выпадает около 200-250 мм осадков, что составляет примерно 30% годовой нормы. Летний сезон характеризуется умеренно теплой погодой со средней температурой июля $+18^{\circ}\text{C}$, при этом абсолютный максимум может достигать $+35^{\circ}\text{C}$ [4,6].

Годовое количество осадков варьируется от 600 до 800 мм, с максимумом в летне-осенний период [5]. Июль и август являются самыми дождливыми месяцами, принося до 40% годовой нормы осадков. Отличительной особенностью климата района является высокая влажность воздуха (в среднем 80%) и большое количество пасмурных дней - около 170 в году [5,6].

Ветровой режим характеризуется преобладанием западных и юго-западных ветров со средней скоростью 3-4 м/с [4]. В осенне-зимний период нередко штормовые ветры до 20-25 м/с. Продолжительность солнечного

сияния составляет около 1600 часов в год, что является типичным показателем для Северо-Запада России [5].

Весна в районе наступает медленно, с частыми возвратами холодов. Переход среднесуточной температуры через 0°C происходит в среднем в первой декаде апреля. Осень отличается затяжным характером с постепенным понижением температуры и частыми осадками [6]. Вегетационный период продолжается около 160-170 дней, что ограничивает возможности для сельского хозяйства, но благоприятствует развитию лесных экосистем [5,6].

1.3. Геологическое строение и рельеф

Гатчинский район представляет собой уникальный геоморфологический район, расположенный на стыке двух крупных структурных элементов Восточно-Европейской платформы - Балтийского щита и Русской плиты [7]. Эта особенность определяет сложное геологическое строение территории, которое наглядно отражено на геологической карте Ленинградской области (Рис. 1.3.1). В структурном плане район характеризуется пологим моноклинальным залеганием слоёв с падением 1-3° на юго-восток, что обусловлено его положением на южном склоне Балтийского щита [8].

Фундамент территории сложен архейскими и нижнепротерозойскими кристаллическими породами, представленными биотитовыми и амфиболовыми гнейсами, гранито-гнейсами и мигматитами с абсолютным возрастом 2.5-1.7 млрд лет [7]. Глубина залегания кристаллического фундамента увеличивается с севера на юг от 20-50 метров до 150-200 метров. На севере района, в районе деревни Вайялово, отмечаются выходы докембрийских пород на поверхность, что является редким явлением для Ленинградской области [8].

Осадочный чехол представлен мощной (до 200 метров) толщей палеозойских отложений, среди которых выделяются [9]:

1. кембрийские голубые глины (10-15 метров)

2. ордовикские известняки и доломиты (30-50 метров)
3. силурийские мергели и глины (15-20 метров)

Особый интерес представляют ордовикские карбонатные породы, которые в южной части района формируют Ижорскую возвышенность - уникальный геологический объект с абсолютными отметками до 100-120 метров [9]. Эти отложения содержат многочисленные окаменелости (брахиоподы, трилобиты, кораллы), свидетельствующие о богатой морской фауне палеозойского периода.

Четвертичные отложения представлены комплексом ледниковых, водно-ледниковых и озёрно-ледниковых образований мощностью от 2-5 метров на возвышенностях до 50-80 метров в понижениях рельефа [7]. Среди них выделяются:

1. моренные суглинки валдайского оледенения (10-15 метров)
2. флювиогляциальные пески (5-20 метров)
3. озёрно-ледниковые глины (2-10 метров)

Рельеф района отличается выраженной асимметрией: южная часть представляет собой всхолмлённую равнину с относительными превышениями 20-40 метров, тогда как северная часть - плоскую заболоченную низменность с перепадами высот не более 5-10 метров [8]. Максимальные отметки (до 120 метров) приурочены к Ижорской возвышенности, минимальные (15-20 метров) - к долинам рек Ижора и Оредеж.

Характерными формами рельефа являются [9]:

1. Камовые холмы - округлые возвышенности высотой 15-25 метров и диаметром 100-300 метров, сложенные сортированными песками
2. Озовые гряды - линейные формы длиной до 5-7 км и высотой 10-15 метров
3. Зандровые равнины - плоские песчаные поверхности с уклоном 1-3°

Болотные массивы - занимают около 15% территории, преимущественно в северной части

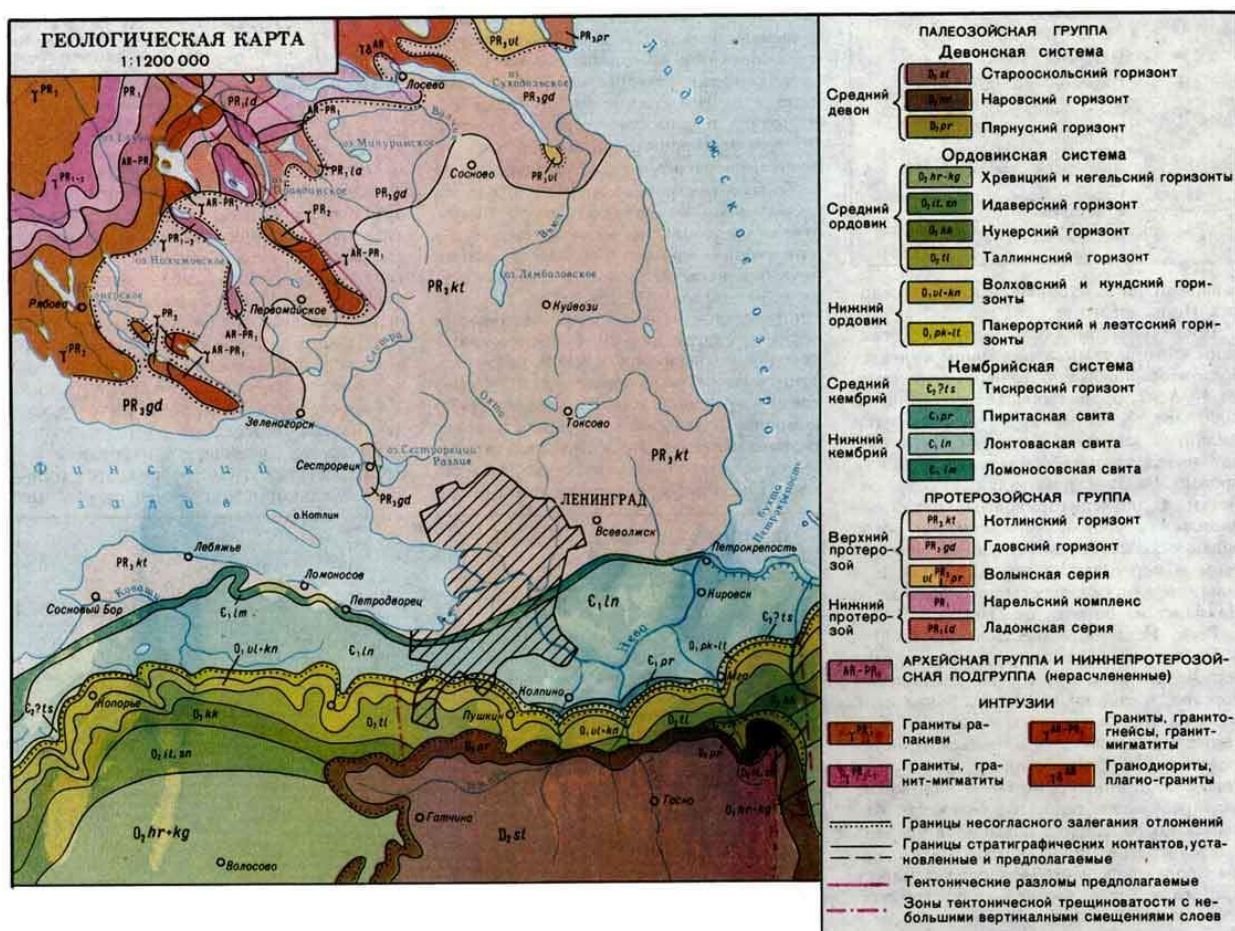


Рисунок 1.3.1 – Геологическая карта Ленинградской области и Гатчинского района (масштаб 1:1 200 000)

Современные рельефообразующие процессы включают [7,8]:

1. Карстообразование (1-2 новые воронки в год)
2. Заболачивание (5-7 га ежегодно)
3. Эрозионные процессы (0.1-0.3 мм/год)
4. Антропогенное преобразование рельефа

Геологическое строение и рельеф оказывают определяющее влияние на все компоненты природной среды района - от почвенного покрова до гидрологической сети, что будет подробно рассмотрено в следующих разделах [7,8,9]. Особую ценность представляют геологические обнажения

ордовикских известняков в долине реки Оредеж, которые являются стратотипическими разрезами для всего Северо-Запада России [9].

1.4. Гидрогеологические условия.

Гидрогеологические условия Гатчинского района формируются под влиянием сложного геологического строения и характеризуются наличием нескольких водоносных комплексов, различающихся по условиям залегания, химическому составу и степени защищённости от поверхностного загрязнения [10]. В структурном отношении территория относится к южной части Балтийского артезианского бассейна, где выделяются три основных водоносных горизонта: верхнечетвертичный, межморенный и ордовикско-кембрийский [11].

Верхнечетвертичный водоносный горизонт приурочен к песчаным отложениям озерно-ледникового и аллювиального генезиса и залегает на глубине от 5 до 20 метров [10]. Мощность водонасыщенной толщи варьирует от 3 до 15 метров, дебиты скважин составляют 0.5-3.0 л/с. Воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0.3-0.8 г/л и общей жесткостью 3-6 мг-экв/л [12]. Особенностью этого горизонта является его тесная гидравлическая связь с поверхностными водами, что обуславливает высокую уязвимость к загрязнению - вблизи населенных пунктов отмечается повышение содержания нитратов до 2-3 ПДК [11].

Межморенный водоносный комплекс залегает на глубинах 25-50 метров между двумя моренными толщами валдайского оледенения [10]. Водоносные пески имеют мощность 5-12 метров, дебиты скважин достигают 5-7 л/с. Химический состав вод гидрокарбонатный магниевый-кальциевый с минерализацией 0.5-1.2 г/л и повышенным содержанием железа (до 1.5 мг/л) [12]. Этот горизонт является основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения в сельской местности, однако в последние десятилетия

отмечается тенденция к увеличению минерализации на 10-15% за счет инфильтрации загрязненных поверхностных вод [11].

Наиболее глубоко залегающий ордовикско-кембрийский водоносный комплекс связан с трещиноватыми известняками и доломитами, перекрытыми мощной (50-100 м) толщей четвертичных и силурийских отложений [10]. Воды напорные, уровень устанавливается на глубине 15-30 метров от поверхности, дебиты скважин достигают 10-15 л/с. Химический состав сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый с минерализацией 1.5-3.0 г/л и содержанием сероводорода до 5-7 мг/л [12]. Этот горизонт используется для централизованного водоснабжения г. Гатчины, при этом отмечается устойчивый химический состав вод благодаря надежной естественной защите водоносных пород [11].

Режим подземных вод характеризуется сезонными колебаниями уровня амплитудой 1-2 метра для верхнего горизонта и 0.3-0.5 метра для глубокозалегающих водоносных комплексов [10]. Многолетний мониторинг выявляет тенденцию к снижению уровней на 0.5-1.0 метр за десятилетие, что связано с увеличением водоотбора и изменением климатических условий [12]. Особую гидрогеохимическую специфику имеют районы развития ордовикских карбонатных пород, где формируются жесткие (до 10-12 мг-экв/л) воды с повышенным содержанием кальция и магния [11].

Гидродинамические условия района отличаются крайней неоднородностью - коэффициенты фильтрации варьируют от 0.1-1.0 м/сут для моренных суглинков до 10-20 м/сут для флювиогляциальных песков и трещиноватых известняков [10]. Направление потока подземных вод в целом соответствует уклону рельефа - с юга на север, однако вблизи речных долин формируются локальные потоки в сторону дренирующих водотоков [12]. Естественные ресурсы подземных вод оцениваются в 150-200 тыс. м³/сут, что обеспечивает современные потребности водоснабжения, однако требует рационального использования и охраны от загрязнения [11].

1.5 Гидрология

гидрологическая сеть Гатчинского района формируется под влиянием особенностей геологического строения, рельефа и климатических условий, образуя сложную систему взаимосвязанных водных объектов [10]. Территория района относится к бассейну Финского залива и включает три основные речные системы: Луги (западная часть), Ижоры (центральная часть) и Оредежа (восточная часть), которые дренируют около 85% площади района [11]. Общая протяженность речной сети превышает 1 200 км при густоте 0,42 км/км², что несколько выше среднеобластных показателей благодаря особенностям орографии Ижорской возвышенности [12].

Основные водотоки района имеют смешанное питание: доля снегового составляет 50-55%, дождевого - 25-30%, подземного - 15-20% [10]. Режим рек характеризуется четко выраженным весенним половодьем (апрель-май), когда проходит 40-45% годового стока, летне-осенней меженью, прерываемой дождевыми паводками, и устойчивой зимней меженью [11]. Среднемноголетний модуль стока изменяется от 6,5-7,5 л/с·км² на возвышенных участках до 4,0-5,0 л/с·км² в заболоченных низменностях [12]. Крупнейшая река района - Луга - имеет средний расход воды у границы района 45-50 м³/с, при этом максимальные расходы в половодье могут достигать 350-400 м³/с [10].

Озёрная система района насчитывает 42 естественных водоема общей площадью 18,7 км², крупнейшими из которых являются озера Вялье (6,2 км²) и Орлинское (2,8 км²) [11]. Большинство озер ледникового происхождения, с глубинами 3-8 метров и слабоминерализованной водой (50-150 мг/л). Особый интерес представляют карстовые озера в долине реки Оредеж (оз. Антоново, оз. Белое), отличающиеся необычно чистой водой с высокой прозрачностью (до 5-6 метров) [12].

Болотные массивы занимают около 15% территории района, концентрируясь преимущественно в северной пониженной части [10].

Крупнейшее - Мшинское болото - имеет площадь 65 км² и играет важную роль в регулировании водного режима рек Ижора и Оредеж [11]. Болота верхового типа преобладают (60% площади), переходные составляют 30%, низинные - 10% [12]. Средняя мощность торфяной залежи составляет 2,5-3,5 метра, достигая 6-7 метров в центральных частях массивов [10].

Гидрохимический режим поверхностных вод формируется под влиянием природных и антропогенных факторов [11]. Фоновые показатели для малых рек: минерализация 80-120 мг/л, содержание кислорода 8-10 мг/л, БПК₅ 1,5-2,0 мгО₂/л [12]. В последние десятилетия отмечается увеличение минерализации на 15-20% и содержания биогенных элементов (азот - до 1,5-2,0 мг/л, фосфор - до 0,15-0,20 мг/л) в водотоках, испытывающих значительную антропогенную нагрузку [10].

Ледовый режим характеризуется устойчивым ледоставом продолжительностью 120-140 дней (декабрь-апрель) [11]. Средняя толщина льда достигает 40-50 см, максимальная - 60-70 см в особо холодные зимы. Вскрытие рек происходит в среднем 10-15 апреля, замерзание - 20-25 ноября [12]. Для озер характерно более позднее (на 5-7 дней) замерзание и более раннее вскрытие по сравнению с реками [10].

Гидрологические особенности района оказывают существенное влияние на формирование местных экосистем, определяя структуру и продуктивность прибрежных биоценозов [11]. Водные объекты играют важную климаторегулирующую роль, смягчая температурные колебания и повышая влажность воздуха в прилегающих территориях [12]. Современное состояние гидрологической сети отражает как природную динамику водных объектов, так и последствия хозяйственной деятельности, что требует разработки и реализации комплексных мер по охране и рациональному использованию водных ресурсов [10].

Таким образом, гидрологическая обстановка в районе характеризуется нарастающим влиянием антропогенных факторов, что выражается в нарушении режима поверхностного стока, деградации болотных систем и

ухудшении качества подземных вод. Для предотвращения дальнейшей деградации гидрологической системы необходимы мероприятия по рациональному управлению водными ресурсами, восстановлению водоохраных зон и внедрению систем мониторинга за состоянием водных объектов [10], [11], [14].

1.6 Почвы и растительность

Гатчинский район отличается исключительным разнообразием почвенного покрова, сформировавшегося под влиянием специфических геолого-геоморфологических условий и биоклиматических факторов [15]. Доминирующее положение занимают дерново-подзолистые почвы, занимающие около 58% территории и формирующиеся на моренных и водно-ледниковых отложениях под хвойно-широколиственными лесами [16]. Эти почвы характеризуются четко дифференцированным профилем мощностью 120-150 см, содержанием гумуса 1.5-3.0% в пахотном слое и кислой реакцией среды (рН 4.0-5.5) [15].

На Ижорской возвышенности развиты уникальные для Северо-Запада дерново-карбонатные почвы (рендзины), формирующиеся на ордовикских известняках и занимающие около 5% площади района [15]. Эти почвы отличаются высоким (до 8-10%) содержанием гумуса, нейтральной или слабощелочной реакцией (рН 6.5-7.5) и повышенной биологической активностью [16]. В Красную книгу почв Ленинградской области внесены 3 типа почв Гатчинского района: дерново-карбонатные, аллювиальные луговые и торфяные олиготрофные, что подчеркивает их природоохранную ценность [15].

Болотные почвы занимают около 15% территории, преимущественно в северной части района [16]. Среди них преобладают торфяно-глеевые олиготрофные (верховые болота) и торфяно-глеевые эутрофные (низинные болота) с мощностью торфяной залежи 2-5 метров [15]. Особую группу

составляют аллювиальные почвы речных долин (7% площади), отличающиеся слоистым строением, высокой гумусированностью (4-6%) и хорошей водообеспеченностью [16].

Растительный покров района представляет собой мозаику хвойных, смешанных и широколиственных лесов, занимающих около 65% территории [17]. Преобладают сосновые (45% лесопокрытой площади) и еловые (30%) леса, при этом в южной части сохранились уникальные для региона широколиственные формации с участием дуба, клена и ясеня [16]. В подлеске обычны лещина, бересклет, жимолость, в травяно-кустарничковом ярусе - черника, брусника, майник, кислица [17].

Луговые сообщества занимают около 12% площади, представленные преимущественно суходольными (50%) и пойменными (30%) лугами [16]. Флористическое разнообразие включает более 800 видов сосудистых растений, среди которых 32 вида занесены в Красную книгу Ленинградской области [17]. Особую ценность представляют орхидные (башмачок настоящий, пальчатокоренники), произрастающие на карбонатных почвах Ижорской возвышенности [15].

Современная структура почвенно-растительного покрова отражает как природные закономерности, так и многовековую историю хозяйственного освоения территории [16]. Антропогенная трансформация затронула около 40% площади лесов и 70% луговых сообществ, что требует разработки специальных мер по сохранению и восстановлению уникальных природных комплексов района [15,17].

2. Изученность экологических условий Гатчинского района Ленинградской области

Комплексная оценка экологического состояния Гатчинского района Ленинградской области основана на анализе данных, предоставленных комитетом по природным ресурсам Ленинградской области, региональной геоинформационной системой (ГИС), а также международными источниками, включая базу данных Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) и информационно-справочную систему «ООПТ России» [18–25]. Исследование охватывает ключевые компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, недра и особо охраняемые природные территории (ООПТ). Основу анализа составляют результаты многолетнего мониторинга за период 2020–2023 годов, опубликованные в ежегодных докладах об экологической ситуации в Ленинградской области и доступные через ГИС [18–22].

Мониторинг окружающей среды в Гатчинском районе ограничен преимущественно северной частью территории, где сосредоточены основные точки отбора проб и измерений. Это связано с высокой урбанизацией и промышленной активностью вблизи административного центра — г. Гатчина. Ограниченное количество пунктов мониторинга в южной части района затрудняет получение полной картины экологического состояния и прогнозирование его изменений под влиянием антропогенной нагрузки. Для визуализации расположения точек мониторинга разработаны карты, представленные на рисунках 2.1 и 2.2, которые включают данные по атмосферному воздуху, поверхностным водам и почвам [22].

В рамках исследования проанализированы показатели качества окружающей среды, включая химические и санитарно-гигиенические характеристики. Данные о состоянии недр и ООПТ дополняют анализ, позволяя оценить влияние добычи полезных ископаемых и природоохранных мер на экосистемы района. Полученные результаты служат основой для

выявления трендов загрязнения и разработки рекомендаций по снижению антропогенного воздействия [18–25].



Рисунок 2.1 – Карта ведения мониторинга на территории Гатчинского района

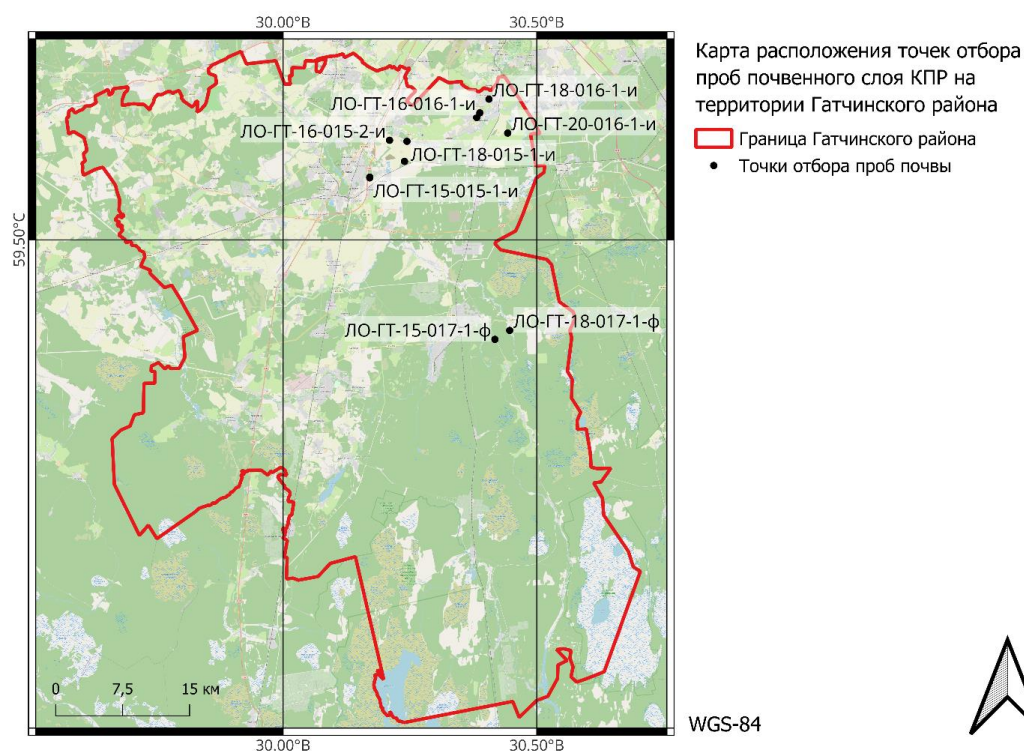


Рисунок 2.2 – Карта точек отбора проб почвенного слоя

2.1 Состояние атмосферного воздуха

Мониторинг качества атмосферного воздуха в Гатчинском районе осуществляется преимущественно в административном центре — г. Гатчина, где расположена единственная точка с общедоступными данными измерений [18–20]. Результаты, представленные в ежегодных докладах комитета по природным ресурсам Ленинградской области за 2020–2022 годы, включают данные о концентрациях взвешенных веществ, диоксида серы (SO_2), оксида углерода (CO), диоксида азота (NO_2) и бенз(а)пирена (см. таблицы 2.1.1–2.1.3) [18–20]. Анализ подтверждает, что максимальные разовые концентрации указанных загрязнителей не превышали предельно допустимых значений (ПДКм.р.), что свидетельствует о стабильном состоянии атмосферного воздуха в районе.

Средние концентрации бенз(а)пирена составляли менее 0,5 ПДКс.с. в 2021–2022 годах и не более 0,2 ПДКс.с. в 2020 году (ПДКс.с. бенз(а)пирена = 10^{-9} г/м³), что отражено в таблицах 2.1.1–2.1.3 [18–20]. Однако концентрации взвешенных веществ и диоксида азота демонстрируют неблагоприятную динамику, приближаясь к предельным значениям в 2021–2022 годах, как показано на рисунках 2.1.1 и 2.1.2. Этот рост может быть обусловлен увеличением антропогенной нагрузки, связанной с автотранспортом и промышленной деятельностью вблизи г. Гатчина.

Таблица 2.1.1 – Характеристики загрязнения атмосферы г. Гатчина за 2022 г. [18]

Примесь	Число набл.	Концентрация, мг/м ³		ПДКм.р., мг/м ³	Дата и срок макс.
		с. г.	м.р.		
Взвешенные вещества	144	0,1465	0,37	0,5	Июнь 2022
Диоксид азота	144	0,0231	0,158	0,2	Март 2022
Диоксид серы	144	0,0202	0,232	0,5	Ноябрь 2022
Оксид углерода	144	0,4648	2,82	5	Ноябрь 2022
Бенз(а)пирен	16	<0,0000005	<0,0000005	-	-

Массовая концентрация бенз(а)пирена составила менее 0,5 ПДКс.с. (ПДКс.с. бенз(а)пирена = 10^{-9} г/м³)

Таблица 2.1.2 – Характеристики загрязнения атмосферы г. Гатчина за 2021 г. [19]

Примесь	Число набл.	Концентрация, мг/м ³		ПДКм.р., мг/м ³	Дата и срок макс.
		с. г.	м.р.		
Взвешенные вещества	64	0,089	0,500	0,5	Апрель 2021
Диоксид азота	64	0,018	0,112	0,2	Май 2021
Диоксид серы	64	0,000	0,004	0,5	Май 2021
Оксид углерода	64	0,5	1,2	5	Октябрь 2021
Бенз(а)пирен	-	<0,0000005	<0,0000005	-	-

Средние концентрации бенз(а)пирена составляли менее 0,5 ПДКс.с. (ПДКс.с. бенз(а)пирена = 10^{-9} г/м³)

Таблица 2.1.3 – Характеристики загрязнения атмосферы г. Гатчина за 2020 г. [20]

Примесь	Число набл.	Концентрация, мг/м ³		ПДКм.р., мг/м ³	Дата и срок макс.
		с. г.	м.р.		
Взвешенные вещества	72	0,150	0,500	0,5	Март 2020
Диоксид азота	72	0,033	0,188	0,2	Март 2020
Диоксид серы	72	0,000	0,006	0,5	Июнь 2020
Оксид углерода	72	0,5	1,2	5	Ноябрь 2020
Бенз(а)пирен	9	<0,0000005	<0,0000005	-	Март 2020

Средние концентрации бенз(а)пирена составляли не более 0,2 ПДКс.с. (ПДКс.с. бенз(а)пирена = 10^{-9} г/м³)

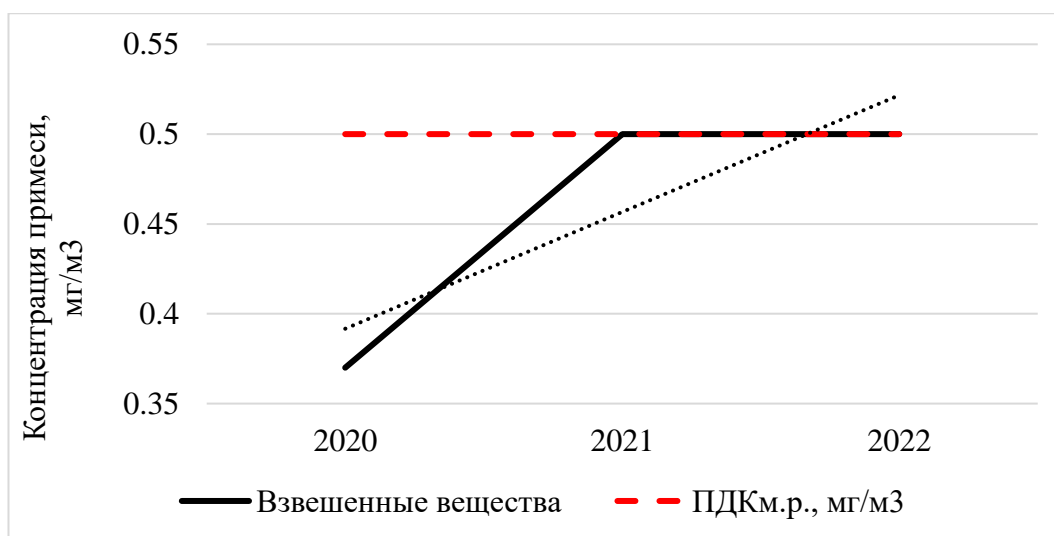


Рисунок 2.1.1 – Динамика максимально разовой концентрации в атмосфере взвешенных веществ г. Гатчина за период 2020-2022 гг.

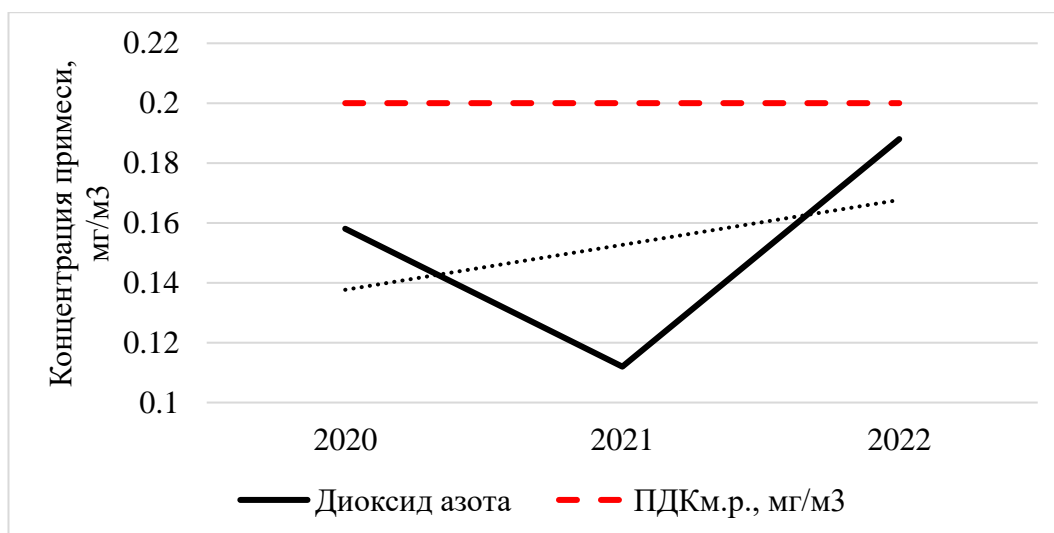


Рисунок 2.1.2 – Динамика максимально разовой концентрации в атмосфере диоксида азота г. Гатчина за период 2020-2022 гг.

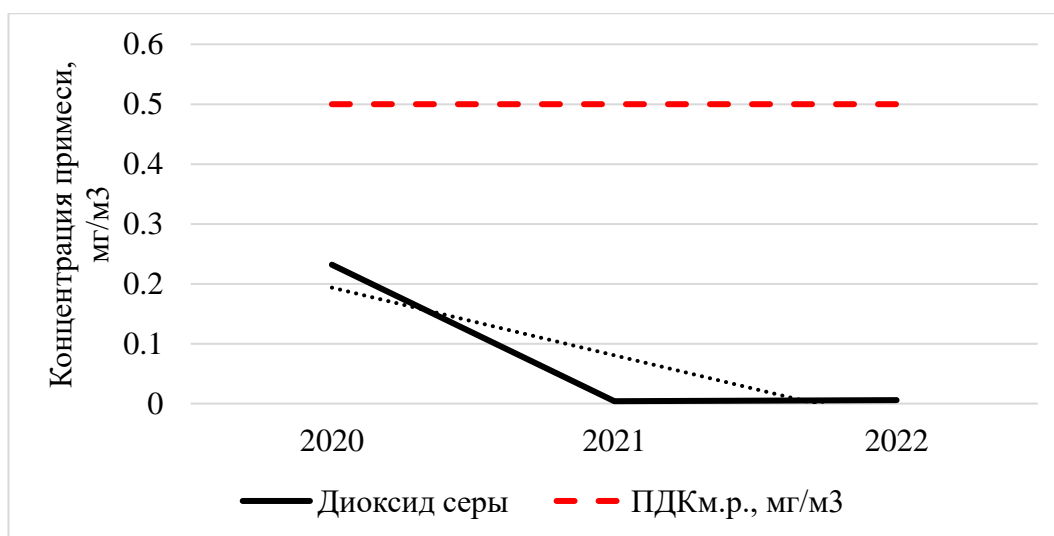


Рисунок 2.1.3 – Динамика максимально разовой концентрации в атмосфере диоксида серы г. Гатчина за период 2020-2022 гг.

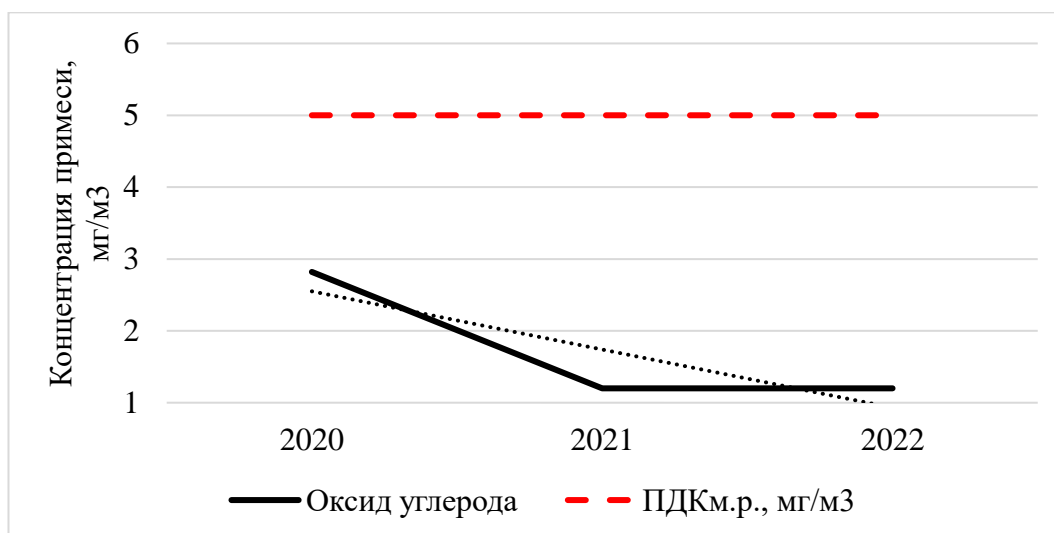


Рисунок 2.1.4 – Динамика максимально разовой концентрации в атмосфере оксида углерода г. Гатчина за период 2020-2022 гг.

Для оценки уровня загрязнения использовался индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), рассчитываемый как сумма отношений фактических концентраций загрязнителей к их ПДК с учетом их токсичности и класса опасности (см. таблицы 2.1.4–2.1.6) [18–20]. ИЗА позволяет классифицировать состояние атмосферы: значения ниже 2 соответствуют низкому уровню загрязнения, 2–4 — умеренному, выше 5 — высокому. В Гатчинском районе ИЗА за 2020–2022 годы стабильно оставался ниже 2, что указывает на низкий

уровень загрязнения [18–20]. Наибольший вклад в ИЗА вносили взвешенные вещества и диоксид азота, тогда как показатели диоксида серы и оксида углерода, представленные на рисунках 2.1.3 и 2.1.4, оставались стабильно низкими, что отражает отсутствие значительных источников их эмиссии.

Таблица 2.1.4 – Определение уровня загрязнения атмосферы г. Гатчина за 2022 г.

Примесь	Концентрация с. г., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³ (СанПиН 1.2.3685-21)	Класс опасности	ИЗА	Уровень загрязнения атмосферы
Взвешенные вещества	0,1465	0,15	3	2,17	Низкий
Диоксид азота	0,0231	0,1	3		
Диоксид серы	0,0202	0,05	3		
Оксид углерода	0,4648	3,0	4		
Бенз(а)пирен	<0,0000005	0,000001	1		

Таблица 2.1.5 – Определение уровня загрязнения атмосферы г. Гатчина за 2021 г.

Примесь	Концентрация с. г., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³ (СанПиН 1.2.3685-21)	Класс опасности	ИЗА	Уровень загрязнения атмосферы
Взвешенные вещества	0,089	0,15	3	1,34	Низкий
Диоксид азота	0,018	0,1	3		
Диоксид серы	0	0,05	3		
Оксид углерода	0,5	3,0	4		
Бенз(а)пирен	<0,0000005	0,000001	1		

Таблица 2.1.6 – Определение уровня загрязнения атмосферы г. Гатчина за 2020 г.

Примесь	Концентрация с. г., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³ (СанПиН 1.2.3685-21)	Класс опасности	ИЗА	Уровень загрязнения атмосферы
Взвешенные вещества	0,150	0,15	3	1,63	Низкий
Диоксид азота	0,033	0,1	3		
Диоксид серы	0	0,05	3		
Оксид углерода	0,5	3,0	4		
Бенз(а)пирен	<0,0000005	0,000001			

Вывод:

Результаты мониторинга за 2020–2022 годы демонстрируют отсутствие превышений ПДК для всех исследуемых загрязнителей, а значения ИЗА ниже 2 подтверждают низкий уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Гатчина [18–20]. Однако тенденция роста концентраций взвешенных веществ и диоксида азота указывает на потенциальные экологические риски, связанные с усилением антропогенной нагрузки, включая транспортные и промышленные выбросы. Ограниченность мониторинга одной точкой в районе затрудняет оценку состояния атмосферы на всей территории, особенно в южных сельских зонах. Для повышения точности прогнозов и разработки мер по снижению загрязнения рекомендуется расширение сети мониторинга, внедрение дополнительных стационарных постов и использование мобильных лабораторий. Особое внимание следует уделить контролю источников эмиссии взвешенных веществ и диоксида азота, а также разработке мероприятий по оптимизации транспортных потоков и модернизации промышленных объектов.

2.2 Состояние поверхностных вод

Мониторинг состояния поверхностных вод в Гатчинском районе Ленинградской области осуществляется в двух ключевых точках: на реке Славянка, расположенной вблизи границы с Санкт-Петербургом, и на реке Суйда в районе д. Мельница [21–22]. Данные, полученные в ходе экспедиционных исследований за 2020–2023 годы и опубликованные в геоинформационной системе (ГИС) ФГБУ «Гидрохимический институт», включают среднемноголетние показатели качества воды, такие как химическое потребление кислорода (ХПК), содержание ртути и другие санитарно-химические характеристики (см. таблицы 2.2.1, 2.2.2) [21–22]. Местоположение точек мониторинга представлено на рисунке 2.1, отражающем пространственное распределение зон наблюдения в районе.

Таблица 2.2.1 – Характеристики состояния качества поверхностных вод Гатчинского района за период 2020-2023 [22]

Номер пункта	15	11
Организация, ведущая наблюдение	КПР ЛО	КПР ЛО
Расположение створа	р.Суйда. д.Мельница	р.Славянка граница СПб-ЛО
Период наблюдений	2020-2023	2020-2023
рН, ед	7,76	7,82
Взвешенные вещества, мг/л	3,90	6,40
Растворенный кислород, мг/л	9,10	10,10
Хлориды, мг/л	17,40	38,60
Сульфаты, мг/л	15,80	54,80
ХПК бихроматная, мг/л	21,80	24,40
БПК5, мг/л	1,20	1,60
Азот аммонийный, мг/л	0,04	0,09
Азот нитритный, мг/л	0,02	0,06
Азот нитратный, мг/л	0,83	1,02
Фосфаты, мг/л	0,03	0,18
Кремнекислота, мг/л	1,19	1,36

Продолжение таблицы 2.2.1

Номер пункта	15	11
Фосфор общий, мг/л	0,04	0,23
Азот общий, мг/л	2,24	3,16
Железо общее, мг/л	0,12	0,14
Медь мкг/л	7,90	10,00
Цинк, мкг/л	11,10	12,00
Никель, мкг/л	2,00	2,20
Хром общий, мкг/л	1,00	1,00
Свинец, мкг/л	2,30	2,70
Кадмий, мкг/л	0,30	0,40
Марганец, мкг/л	20,70	39,10
Ртуть, мкг/л	0,61	0,59
Фенол, мг/л	0,00	0,00
Нефтепродукты, мг/л	0,00	0,01
СПАВ, мг/л	0,02	0,02
ДДД, мкг/л	0,05	0,05
ДДЕ, мкг/л	0,01	0,01
ДДТ, мкг/л	0,02	0,02
Альфа-ГХЦГ, мкг/л	0,00	0,00
Гамма-ГХЦГ, мкг/л	0,00	0,00
Комментарий	Экспедиционные съемки. Средненоголетние	Экспедиционные съемки. Средненоголетние

Анализ результатов показал, что река Суйда классифицируется как слабо загрязненная. Зафиксированы превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) по ХПК и ртути, что указывает на умеренное антропогенное воздействие, вероятно, связанное с сельскохозяйственной деятельностью и стоками вблизи д. Мельница. Река Славянка, напротив, относится к загрязненным водоемам, с более выраженными превышениями ПДК по тем же показателям (см. таблицу 2.2.1) [22]. Эти превышения могут быть обусловлены близостью реки к урбанизированным территориям и промышленным зонам Санкт-Петербурга, а также стоками бытовых и производственных отходов. Для оценки качества воды использовался удельный комбинаторный индекс загрязненности вод (УКИВЗ), который

подтверждает различия в уровнях загрязнения между реками Славянка и Суйда (см. таблицу 2.2.2) [21].

Таблица 2.2.2 – Результаты санитарно-химических исследований проб поверхностных вод

Показатель	ПДК	Результаты исследований	Кратность превышения	Результаты исследований	Кратность превышения
		15	15	11	11
рН, ед. рН	6,0-9,0	7,76	-	7,82	-
ХПК, мг/дм ³	15	21,80	1,4	24,40	1,6
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2	1,20	-	1,60	-
Азот аммонийный, мг/дм ³	1,5	0,04	-	0,09	-
Нитрат-ион, мг/дм ³	45	0,83	-	1,02	-
Нитрит-ион, мг/дм ³	3	0,02	-	0,06	-
Хлориды, мг/дм ³	350	17,40	-	38,60	-
Сульфаты, мг/дм ³	500	15,80	-	54,80	-
Фосфаты, мг/дм ³	3,5	0,03	н.о	0,18	н.о.
Железо общее, мг/дм ³	0,3	0,12	-	0,14	-
Марганец, мг/дм ³	0,1	0,02	-	0,04	-
Медь, мг/дм ³	1	0,008	-	0,01	-
Цинк, мг/дм ³	5	0,01	-	0,01	-
Никель, мг/дм ³	0,02	0,002	-	0,002	-
Ртуть, мг/дм ³	0,0005	0,0006	1,2	0,0006	1,2
Кадмий, мг/дм ³	0,001	0,0003	-	0,0004	-

Продолжение таблицы 2.2.2

Показатель	ПДК	Результаты исследований	Кратность превышения	Результаты исследований	Кратность превышения
		15	15	11	11
Свинец, мг/дм ³	0,01	0,002	-	0,003	-
АПАВ, мг/дм ³	0,5	0,02	-	0,02	-
Фенолы, мг/дм ³	0,001	0,00	-	0,00	-
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,1	0,00	-	0,01	-
УКИВЗ		2,34 [21]		3,63 [21]	
Класс качества воды		3А		4А	
Класс загрязнённости		слабо загрязнённая		загрязнённая	

Ограниченность мониторинга двумя точками затрудняет комплексную оценку состояния поверхностных вод в районе, особенно в южных и менее урбанизированных зонах. Отсутствие данных по другим водотокам, таким как малые притоки или озера, снижает точность прогнозов экологических изменений под влиянием антропогенной нагрузки.

Вывод:

Результаты мониторинга за 2020–2023 годы свидетельствуют о различной степени загрязнения поверхностных вод Гатчинского района: река Суйда классифицируется как слабо загрязненная, а река Славянка — как загрязненная, с превышениями ПДК по ХПК и ртути (см. таблицы 2.2.1, 2.2.2) [21–22]. Основными источниками загрязнения являются антропогенные факторы, включая сельскохозяйственные стоки и влияние урбанизированных территорий. Ограниченное число точек мониторинга, сосредоточенных в северной части района, не позволяет полноценно оценить состояние водных объектов на всей территории. Для повышения качества анализа и прогнозирования экологических рисков рекомендуется расширение сети мониторинга, включая дополнительные точки на малых реках и озерах, а также внедрение регулярных исследований биогенных веществ и тяжелых

металлов. Меры по снижению загрязнения должны включать контроль стоков, модернизацию очистных сооружений и регулирование сельскохозяйственной деятельности вблизи водоемов [21–22].

2.3 Состояние почвенного покрова

Исследование состояния почвенного покрова Гатчинского района Ленинградской области проводилось на основе данных региональной геоинформационной системы (ГИС) комитета по природным ресурсам и материалов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) [22–24]. Согласно классификации FAO, на территории района преобладают дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы, а в южной части расположены водно-болотные угодья (см. рисунок 2.3.1) [23–24]. Мониторинг качества почв включал анализ химических показателей, таких как содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть, марганец), бенз(а)пирена, нефтепродуктов и водородного показателя (pH), в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.3684-21 (см. таблицы 2.3.1–2.3.5) [22].

Результаты исследований показали, что в большинстве проб показатели находятся в пределах норм, однако в отдельных точках зафиксированы превышения предельно допустимых концентраций (ПДК). В частности, в пробе ЛО-ГТ-18-015-1-и выявлено превышение ПДК по кадмию, а в пробе ЛО-ГТ-16-015-1-и — по бенз(а)пирену (см. таблицы 2.3.3, 2.3.4) [22]. Эти превышения могут быть связаны с локальным антропогенным воздействием, включая промышленные выбросы, автотранспорт и сельскохозяйственную деятельность. Для оценки степени загрязнения применялся расчет суммарного показателя загрязнения (Z_c), который позволил классифицировать уровень химического загрязнения почв (см. таблицы 2.3.2, 2.3.6). Комплексная оценка пригодности почв для эксплуатации, представленная в таблице 2.3.7, показала,

что большинство исследованных участков пригодно для сельскохозяйственного и иного использования, за исключением зон с превышениями ПДК.

Ограниченное количество точек отбора проб, преимущественно в северной части района, затрудняет полную оценку состояния почвенного покрова, особенно в болотистых и лесных зонах юга. Местоположение точек мониторинга представлено на рисунке 2.3.1 [22–24].

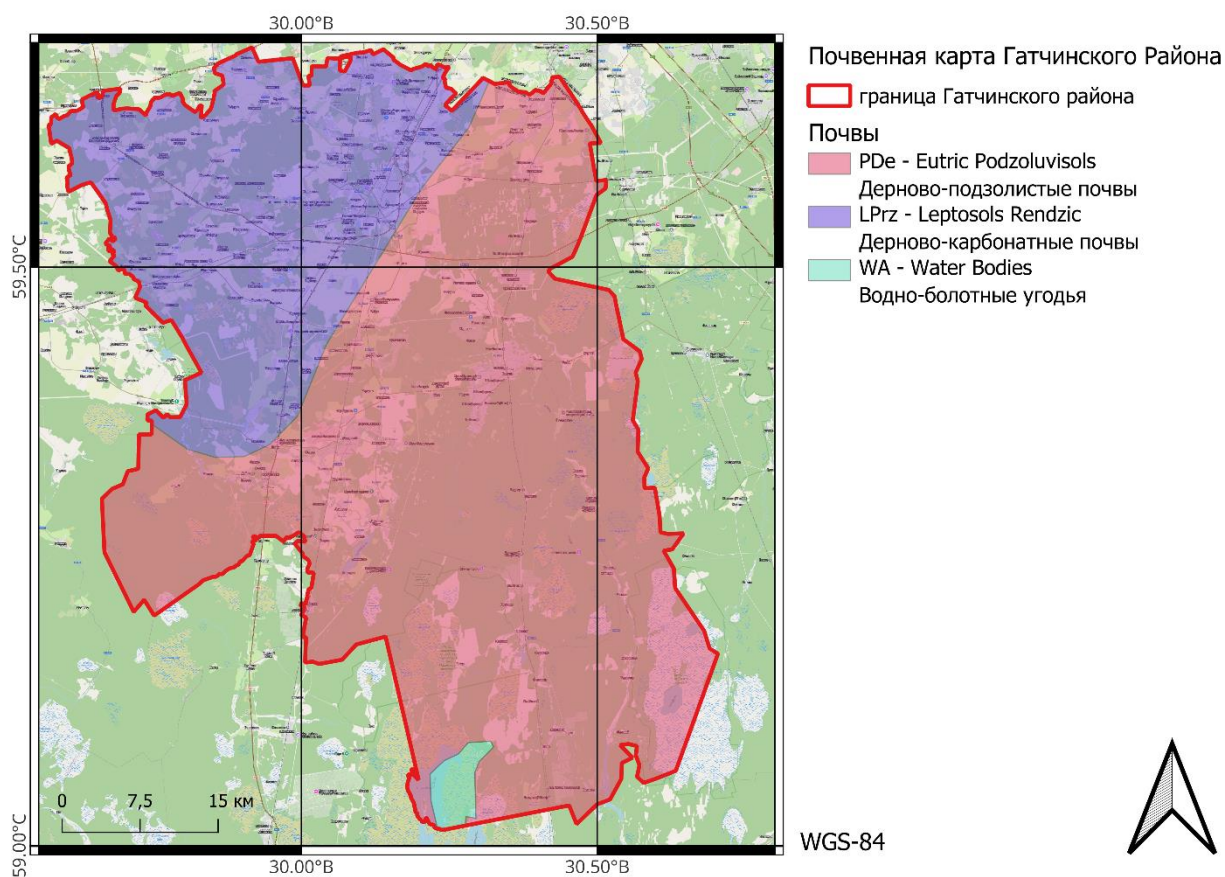


Рисунок 2.3.1 – Почвенная карта Гатчинского района [23-24]

Таблица 2.3.1 – Характеристики состояния качества почвенного покрова Гатчинского района [22]

Номер участка	ЛО-ГТ-15-015-1-и	ЛО-ГТ-16-016-2-и	ЛО-ГТ-16-015-2-и	ЛО-ГТ-20-015-1-и
Тип почвы	Торфяная олиготрофная почва на торфяно-болотных отложениях	Агрозем текстурно-дифференцированный на ледниковых отложениях	Агрозем текстурно-дифференцированный глееватый на ледниковых отложениях	Серогумусовая легкосуглинистая на морене
рН водный ед.	6,40	6,50	7,10	6,20
рН солевой ед.	5,80	5,60	6,80	5,90
Гранулометрический состав	суглинок	суглинок	суглинок	суглинок
Мышьяк мг/кг	<0.05	<0.05	<0.05	<0.20
Кадмий мг/кг	<0.01	<0.05	<0.05	0,23
Медь мг/кг	11,10	5,90	4,80	7,80
Ртуть мг/кг	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Никель мг/кг	4,00	6,10	4,40	5,11
Свинец мг/кг	4,60	5,40	4,20	3,31
Цинк мг/кг	21,40	25,20	13,70	21,40
Хром мг/кг	3,50	<0.10	4,50	7,10
Марганец мг/кг	244,00	242,00	124,00	153,00
Бенз(а)пирен мг/кг	<0.005	0,01	<0.005	<0.005
Нефть мг/кг	17,80	5,00	<5.0	<5.0
Органическое вещество %	1,53	4,92	5,15	8,40
Азот общий %	-	<0.1	<0.1	0,46
Zc	1,00	1,00	1,00	1,36

Продолжение таблицы 2.3.1

Номер участка	ЛО-ГТ-18-017-1-ф	ЛО-ГТ-16-016-1-и	ЛО-ГТ-15-017-1-ф	ЛО-ГТ-20-016-1-и
Тип почвы	Постагрозём типичный на аллювиальных песках	Агрозем текстурно-дифференцированный на ледниковых отложениях	Постагрозём типичный на аллювиальных песках	Торфяная эутрофная на органогенной породе
рН водный ед.	7,20	6,00	4,10	4,90
рН солевой ед.	5,00	5,00	3,40	4,00
Гранулометрический состав	суглинок	суглинок	суглинок	суглинок
Мышьяк мг/кг	<0.05	<0.05	<0.05	<0.20
Кадмий мг/кг	0,37	<0.05	<0.01	0,18
Медь мг/кг	7,30	6,60	1,70	6,40
Ртуть мг/кг	<0.005	<0.05	<0.05	<0.05
Никель мг/кг	7,60	5,80	1,15	4,51
Свинец мг/кг	1,75	5,80	0,95	<0.50
Цинк мг/кг	35,00	19,80	1,22	5,40
Хром мг/кг	11,00	7,90	0,50	2,77
Марганец мг/кг	505,00	199,00	2,60	56,30
Бенз(а)пирен мг/кг	<0.005	0,01	<0.005	<0.005
Нефть мг/кг	10,90	12,20	18,90	50,00
Органическое вещество %	3,89	2,66	2,00	10,40
Азот общий %	0,20	<0.1	-	0,55
Zc	2,18	1,00	1,00	1,05

Продолжение таблицы 2.3.1

Номер участка	ЛО-ГТ-18-016-1-и	ЛО-ГТ-18-015-1-и	ЛО-ГТ-16-015-1-и
Тип почвы	Аллювиальная гумусовая типичная почва на речном аллювии	Дерново- подзолистая почва со вторым гумусовым горизонтом на речном аллювии	Торфяная олиготрофная почва на торфяно- болотных отложениях
рН водный ед.	6,90	7,00	6,30
рН солевой ед.	5,00	5,30	6,00
Гранулометрический состав	супесь	супесь	супесь
Мышьяк мг/кг	<0.05	<0.05	<0.05
Кадмий мг/кг	0,38	0,61	<0.05
Медь мг/кг	7,50	6,20	9,40
Ртуть мг/кг	<0.005	<0.005	<0.05
Никель мг/кг	6,40	7,90	4,30
Свинец мг/кг	3,70	<0.5	6,50
Цинк мг/кг	40,00	46,00	22,70
Хром мг/кг	6,20	10,60	2,91
Марганец мг/кг	473,00	842,00	229,00
Бенз(а)пирен мг/кг	<0.005	<0.005	0,08
Нефть мг/кг	9,10	16,20	26,00
Органическое вещество %	4,89	8,14	11,10
Азот общий %	0,27	0,42	<0.1
Zc	2,24	4,66	1,00

Таблица 2.3.2 – Параметры оценки степени химического загрязнения (СанПиН 1.2.3685-21)

Элемент	Ед.изм	Допустимые уровни, мг/кг в зависимости от типа почв и показателя кислотности (валовое содержание)				Лимитиру ющий показател ь вредности	Kmax (валовое содержани е) согласно МУ 2.1.7.730- 99
		песчаные и супесчаные	суглинист ые и глинистые рН <5,5	суглинист ые и глинистые рН>5,5	-		
Неорганические загрязнители							
1 класс опасности							
Ртуть (Hg)	мг/ кг	2,1			ПДК	Транслокацион ный	33,3
Свинец (Pb)	мг/ кг	32,0	65,0	130,0	ОДК	-	260
Мышьяк (As)	мг/ кг	2,0	5,0	10,0	ОДК	-	15
Кадмий (Cd)	мг/ кг	0,5	1,0	2,0	ОДК	-	-
Цинк (Zn)	мг/ кг	55,0	110,0	220,0	ОДК	-	-
2 класс опасности							
Никель (Ni)	мг/ кг	20,0	40,0	80,0	ОДК	-	-
Медь (Cu)	мг/ кг	33,0	66,0	132,0	ОДК	-	-
3 класс опасности							
Марганец (Mn)	мг/кг	1500			ПДК	Общесанитарн ый	-
Органические загрязнители							
Бенз(а)пи ре н	мг/ кг	0,02			ПДК	Общесанитар ный	0,5
Нефтепроду кты	мг/ кг	1000			ДУ	-	-

Таблица 2.3.3 – Результаты исследований содержания химических показателей в пробах почвы (грунта)

Индекс образца	Механический состав	pH	Элементы по классам опасности																					Категория загрязнения по СанПиН 1.2.3685- 21			
			I класс															II класс							III класс		
			Zn мг/кг			Pb мг/кг			Cd мг/кг			As мг/кг			Hg мг/кг			Ni мг/кг			Cu мг/кг				Mn мг/кг		
			факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ		факт.	ПДК	КЗ
ЛО-ГТ-15-015-1-и	суглинок	6,4	21,4	220,0	ч	4,6	130,0	ч	<0,01	2,0	ч	<0,05	10,0	ч	<0,05	2,1	ч	4	80,0	ч	11,1	132,0	ч	244	150,0	ч	Чистая
ЛО-ГТ-16-016-2-и	суглинок	6,5	25,2	220,0	ч	5,4	130,0	ч	<0,05	2,0	ч	<0,05	10,0	ч	<0,05	2,1	ч	6,1	80,0	ч	5,9	132,0	ч	242	150,0	ч	Чистая
ЛО-ГТ-16-015-2-и	суглинок	7,1	13,7	220,0	ч	4,2	130,0	ч	<0,05	2,0	ч	<0,05	10,0	ч	<0,05	2,1	ч	4,4	80,0	ч	4,8	132,0	ч	124	150,0	ч	Чистая
ЛО-ГТ-20-015-1-и	суглинок	6,2	21,4	220,0	ч	3,31	130,0	ч	0,23	2,0	ч	<0,20	10,0	ч	<0,05	2,1	ч	5,11	80,0	ч	7,8	132,0	ч	153	150,0	ч	Чистая

Продолжение таблицы 2.3.3

Индекс образца	Механический состав	рН	Элементы по классам опасности																					Категория загрязнения по СанПиН 1.2.3685-21			
			I класс										II класс						III класс								
			Zn мг/кг			Pb мг/кг			Cd мг/кг			As мг/кг			Hg мг/кг			Ni мг/кг			Cu мг/кг				Mn мг/кг		
			факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ		факт.	ПДК	КЗ
ЛО-ГТ-18-017-1-ф	суглинок	7,2	35	22 0,0	ч	1,7 5	13 0,0	ч	0,3 7	2,0	ч	<0. 05	10, 0	ч	<0.0 05	2,1	ч	7,6	80, 0	ч	7,3	13 2,0	ч	50 5	15 00	ч	Чистая
ЛО-ГТ-16-016-1-и	суглинок	6	19,8	22 0,0	ч	5,8	13 0,0	ч	<0. 05	2,0	ч	<0. 05	10, 0	ч	<0.0 5	2,1	ч	5,8	80, 0	ч	6,6	13 2,0	ч	19 9	15 00	ч	Чистая
ЛО-ГТ-15-017-1-ф	суглинок	4,1	1,2 2	11 0,0	ч	0,9 5	65, 0	ч	<0. 01	1,0	ч	<0. 05	5,0	ч	<0.0 5	2,1	ч	1,1 5	40, 0	ч	1,7	66, 0	ч	2,6	15 00	ч	Чистая
ЛО-ГТ-20-016-1-и	суглинок	4,9	5,4	11 0,0	ч	<0. 50	65, 0	ч	0,1 8	1,0	ч	<0. 20	5,0	ч	<0.0 5	2,1	ч	4,5 1	40, 0	ч	6,4	66, 0	ч	56, 3	15 00	ч	Чистая

Продолжение таблицы 2.3.3

Индекс образца	Механический состав	рН	Элементы по классам опасности																					Категория загрязнения по СанПиН 1.2.3685-21			
			I класс															II класс							III класс		
			Zn мг/кг			Pb мг/кг			Cd мг/кг			As мг/кг			Hg мг/кг			Ni мг/кг			Cu мг/кг				Mn мг/кг		
			факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ		факт.	ПДК	КЗ
ЛО-ГТ-18-016-1-и	сулесь	6,90	40,00	55,00	ч	3,70	32,00	ч	0,38	0,50	ч	<0,05	2,00	ч	<0,05	2,10	ч	6,40	20,00	ч	7,50	33,00	ч	473,00	1500	ч	Чистая
ЛО-ГТ-18-015-1-и	сулесь	7,00	46,00	55,00	ч	<0,5	32,00	ч	0,61	0,50	у	<0,05	2,00	ч	<0,05	2,10	ч	7,90	20,00	ч	6,20	33,00	ч	842,00	1500	ч	Умеренно опасная
ЛО-ГТ-16-015-1-и	сулесь	6,30	22,70	55,00	ч	6,50	32,00	ч	<0,05	0,50	ч	<0,05	2,00	ч	<0,05	2,10	ч	4,30	20,00	ч	9,40	33,00	ч	229,00	1500	ч	Чистая

Таблица 2.3.4 – Результаты исследований содержания бензапирена

№ п/п	Индекс образца	Содержание, мг/кг	Категория загрязнения согласно СанПиН 1.2.3685-21	Степень загрязнения по Табл.4.4. СанПин 1.2.3685-21
1	ЛО-ГТ-15-015-1-и	<0.005	Чистая	-
2	ЛО-ГТ-16-016-2-и	0,01	Чистая	-
3	ЛО-ГТ-16-015-2-и	<0.005	Чистая	-
4	ЛО-ГТ-20-015-1-и	<0.005	Чистая	-
5	ЛО-ГТ-18-017-1-ф	<0.005	Чистая	-
6	ЛО-ГТ-16-016-1-и	0,01	Чистая	-
7	ЛО-ГТ-15-017-1-ф	<0.005	Чистая	-
8	ЛО-ГТ-20-016-1-и	<0.005	Чистая	-
9	ЛО-ГТ-18-016-1-и	<0.005	Чистая	-
10	ЛО-ГТ-18-015-1-и	<0.005	Чистая	-
11	ЛО-ГТ-16-015-1-и	0,08	Опасная	Очень сильная

Таблица 2.3.5 – Результаты исследований нефтепродуктов

№ п/п	Индекс образца	Содержание, мг/кг	Согласно Таблице 4 «Порядка определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», М., 1993
1	ЛО-ГТ-15-015-1-и	17,80	1 уровень допустимый
2	ЛО-ГТ-16-016-2-и	5,00	1 уровень допустимый
3	ЛО-ГТ-16-015-2-и	<5,00	1 уровень допустимый
4	ЛО-ГТ-20-015-1-и	<5,00	1 уровень допустимый
5	ЛО-ГТ-18-017-1-ф	10,90	1 уровень допустимый
6	ЛО-ГТ-16-016-1-и	12,20	1 уровень допустимый
7	ЛО-ГТ-15-017-1-ф	18,90	1 уровень допустимый
8	ЛО-ГТ-20-016-1-и	50,00	1 уровень допустимый
9	ЛО-ГТ-18-016-1-и	9,10	1 уровень допустимый
10	ЛО-ГТ-18-015-1-и	16,20	1 уровень допустимый
11	ЛО-ГТ-16-015-1-и	26,00	1 уровень допустимый

Таблица 2.3.6 – Расчетный метод определения класса опасности

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Индекс образца	ЛО-ГТ-15-015-1-и	ЛО-ГТ-16-016-2-и	ЛО-ГТ-16-015-2-и	ЛО-ГТ-20-015-1-и	ЛО-ГТ-18-017-1-ф	ЛО-ГТ-16-016-1-и	ЛО-ГТ-15-017-1-ф	ЛО-ГТ-20-016-1-и	ЛО-ГТ-18-016-1-и	ЛО-ГТ-18-015-1-и	ЛО-ГТ-16-015-1-и
K1 Zn	0,0462	0,0544	0,0296	0,0462	0,0755	0,0427	0,0026	0,0117	0,0863	0,0993	0,0490
K2 Pb	0,1390	0,1631	0,1269	0,1000	0,0529	0,1752	0,0287	0,01510	0,1118	0,0151	0,1964
K3 Cd	0,0004	0,0018	0,0018	0,0086	0,0138	0,0018	0,0004	0,0067	0,0141	0,0227	0,0018
K4 As	0,0009	0,0009	0,0009	0,0036	0,0009	0,0009	0,0009	0,0036	0,0009	0,0009	0,0009
K5 Hg	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
K6 Ni	0,0311	0,0474	0,0342	0,0397	0,0590	0,0450	0,0089	0,0350	0,0497	0,0613	0,0334
K7 Cu	0,0309	0,0164	0,0134	0,0217	0,0203	0,0184	0,0047	0,0178	0,0209	0,0173	0,0262
K8 Mn	0,4544	0,4507	0,2309	0,2849	0,9404	0,3706	0,0048	0,1048	0,8808	1,5680	0,4264
Кнеф нефтепродукты	0,0041	0,0012	0,0011	0,0011	0,0025	0,0028	0,0044	0,0115	0,0021	0,0037	0,0060
К8 бенз(а)пирен	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013
Степень опасности отхода	0,7074	0,7364	0,4392	0,5063	1,1658	0,6581	0,0560	0,2067	1,1671	1,7888	0,7419
Расчетный класс опасности (по приказу МПР №536)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

Таблица 2.3.7 – Комплексная оценка

№	Индекс образца	Категория химического загрязнения неорганическими токсикантами	Категория химического загрязнения бенз(а)пиреном	Категория химического загрязнения по Zс	Категория химического загрязнения нефтепродуктами	Комплексная оценка категории загрязнения	Степень загрязнения по Приложение N 9 к СП 2.1.3684-21	Рекомендации по использованию почв
1	ЛО-ГТ-15-015-1-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше предельно допустимых концентраций	Использование без ограничений, использование под любые культуры растений
2	ЛО-ГТ-16-016-2-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
3	ЛО-ГТ-16-015-2-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
4	ЛО-ГТ-20-015-1-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
5	ЛО-ГТ-18-017-1-ф	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
6	ЛО-ГТ-16-016-1-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
7	ЛО-ГТ-15-017-1-ф	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
8	ЛО-ГТ-20-016-1-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
9	ЛО-ГТ-18-016-1-и	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая		
10	ЛО-ГТ-18-015-1-и	Умеренно опасная	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их предельно допустимые концентрации при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю вредности	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска, использование под любые культуры с контролем качества пищевой продукции
11	ЛО-ГТ-16-015-1-и	Чистая	Опасная	Допустимая	1 уровень допустимый	Опасная		

Вывод:

Анализ состояния почвенного покрова Гатчинского района за 2020–2023 годы выявил преимущественно удовлетворительное качество почв, соответствующих дерново-подзолистому и дерново-карбонатному типам, с локальными превышениями ПДК по кадмию и бенз(а)пирену в точках ЛО-ГТ-18-015-1-и и ЛО-ГТ-16-015-1-и (см. таблицы 2.3.3, 2.3.4) [22–24]. Эти нарушения указывают на влияние антропогенных факторов, таких как промышленные выбросы и сельскохозяйственная деятельность. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) и комплексная оценка подтверждают пригодность большинства участков для эксплуатации, но требуют усиления контроля в зонах с повышенным содержанием загрязнителей (см. таблицы 2.3.6, 2.3.7). Для повышения точности оценки рекомендуется расширение сети мониторинга, включая дополнительные точки отбора проб в южных болотистых зонах, а также разработка мер по снижению антропогенного воздействия, таких как регулирование применения агрохимикатов и рекультивация загрязненных участков [22–24].

2.4 Состояние недр

Исследование состояния недр Гатчинского района Ленинградской области проводилось на основе данных региональной геоинформационной системы (ГИС) комитета по природным ресурсам [22]. На территории района расположены несколько действующих геологических объектов: Гатчинское хранилище газа, Борисовское месторождение, Кауштенское 1 и 2, Тихковицы-Северное, Новинское Б-305 и участок Чистое (см. рисунок 2.4.1) [22]. Эти объекты представляют собой ключевые ресурсы недр, включающие запасы природного газа, песка и глины, используемые в промышленных и строительных целях.

Мониторинг состояния недр направлен на оценку их эксплуатационного

потенциала и экологических последствий добычи. Данные ГИС указывают на активную разработку перечисленных месторождений, что способствует экономическому развитию района, но одновременно создает антропогенную нагрузку на окружающую среду [22]. Основное воздействие связано с изменением ландшафта, нарушением почвенного покрова и потенциальным загрязнением подземных вод в зонах добычи. Особое внимание уделяется Гатчинскому подземному хранилищу газа, которое играет стратегическую роль в обеспечении региона энергоресурсами. Разработка песчано-гравийных месторождений, таких как Кауштенское и Новинское, сопровождается локальными изменениями рельефа и требует контроля за рекультивацией земель.

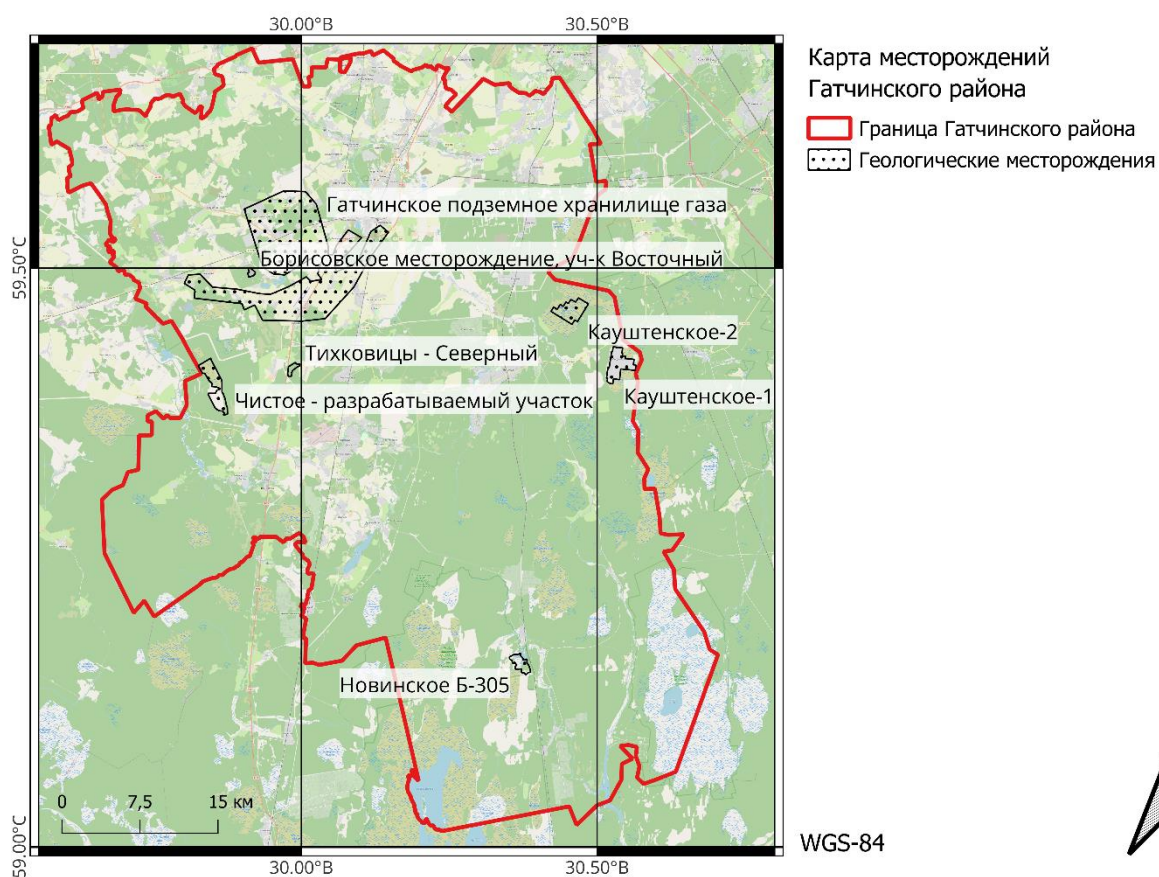


Рисунок 2.4.1 – Карта месторождений Гатчинского района [22]

Вывод:

Состояние недр Гатчинского района характеризуется наличием стратегически важных объектов, таких как Гатчинское хранилище газа, Борисовское, Кауштенское, Тиховицы-Северное и Новинское месторождения, а также участок Чистое, активно разрабатываемых для добычи газа, песка и глины (см. рисунок 2.4) [22]. Эти ресурсы обеспечивают экономическую значимость района, но их эксплуатация приводит к изменению ландшафта и потенциальному загрязнению окружающей среды. Ограниченность данных о воздействии добычи на экосистемы подчеркивает необходимость расширения мониторинга, включая регулярные исследования подземных вод и почв в зонах разработки. Для минимизации антропогенного воздействия рекомендуется усилить контроль за соблюдением экологических стандартов, внедрить обязательные меры по рекультивации земель и разработать программы мониторинга экологических последствий эксплуатации недр [22].

2.5 Состояние особо охраняемых природных территорий

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) Гатчинского района Ленинградской области играют ключевую роль в сохранении биоразнообразия и природных экосистем региона. На территории района расположены Мшинское болото, Ракитинское и Глебовское болота, а также обнажения девона на реке Оредеж, приравненные к зонам ООПТ. Кроме того, район граничит с Лисинским заказником и истоками реки Оредеж в урочище Донцо, которые имеют региональное природоохранное значение (см. рисунок 2.5.1) [25]. Данные об ООПТ получены из информационно-справочной системы «ООПТ России» и региональной геоинформационной системы (ГИС) [22, 25].

Мшинское болото, как крупнейшая ООПТ района, представляет собой водно-болотный комплекс, обеспечивающий среду обитания для редких видов

флоры и фауны, включая охраняемые виды птиц и растений. Ракитинское и Глебовское болота выполняют аналогичные экологические функции, поддерживая гидрологический баланс и биоразнообразие. Обнажения девона на реке Оредеж имеют геологическую и научную ценность, отражая уникальные палеонтологические характеристики региона. Однако антропогенное воздействие, включая сельскохозяйственную деятельность, туризм и близость урбанизированных зон, создает риски для сохранности этих территорий. Основные угрозы включают загрязнение поверхностных вод, нарушение почвенного покрова и несанкционированный доступ посетителей.

Мониторинг состояния ООПТ проводится ограниченно, с акцентом на оценку биоразнообразия и гидрологических показателей. Данные ГИС подтверждают стабильное состояние Мшинского болота, но отмечают локальные нарушения в зонах Ракитинского и Глебовского болот, связанные с нерегулируемым посещением и стоками [25]. Для обнажений девона на реке Оредеж требуется усиление охранных мер, так как их геологическая уникальность подвергается риску из-за эрозии и человеческой деятельности.

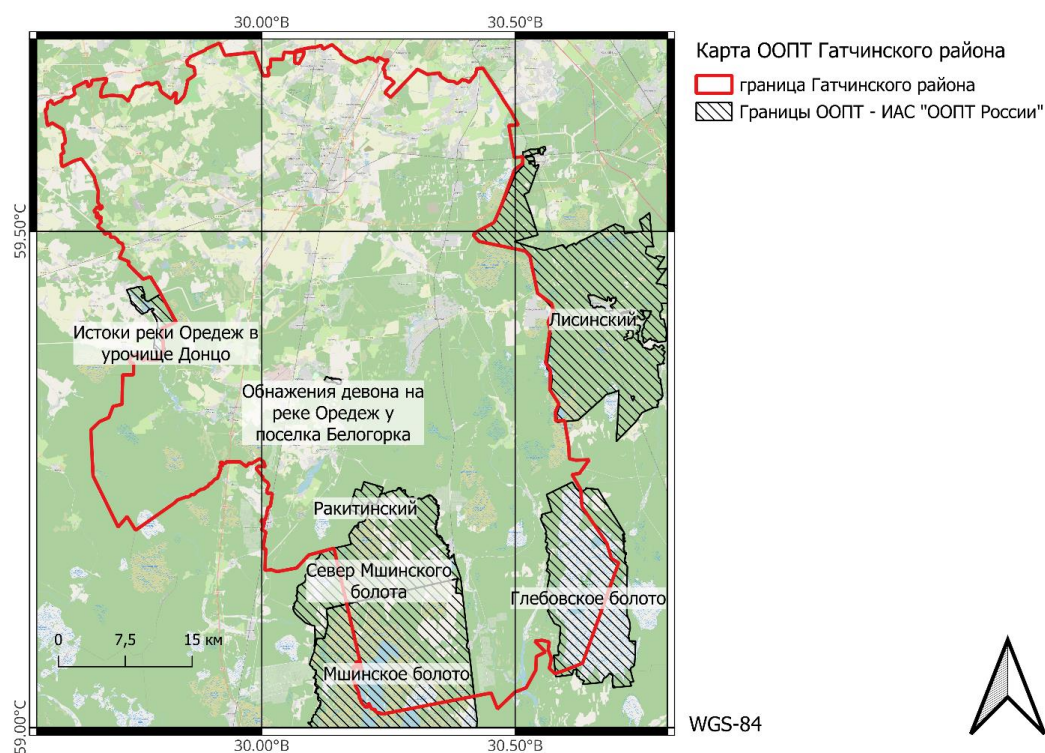


Рисунок 2.5.1 – Карта ООПТ Гатчинского района [25]

Вывод:

Особо охраняемые природные территории Гатчинского района, включая Мшинское, Ракитинское и Глебовское болота, а также обнажения девона на реке Оредеж, являются ключевыми объектами для сохранения биоразнообразия и геологического наследия региона (см. рисунок 2.5.1) [22, 25]. Эти территории поддерживают экологический баланс, но подвергаются антропогенному воздействию, включая загрязнение и нерегулируемый туризм. Ограниченность мониторинга затрудняет полную оценку их состояния, особенно в условиях роста антропогенной нагрузки. Для обеспечения сохранности ООПТ рекомендуется усилить контроль за посещением, разработать программы мониторинга биоразнообразия и гидрологических показателей, а также внедрить меры по предотвращению загрязнения и рекультивации нарушенных участков. Особое внимание следует уделить защите геологически значимых обнажений девона и укреплению статуса приграничных зон, таких как Лисинский заказник и урочище Донцо [22, 25].

3. Материалы и методы

Дополнительное исследование участка на территории д. Малое Верево в Гатчинском районе было проведено для изучения экологических условий в зоне, подверженной потенциальному антропогенному воздействию. Выбор данного участка обусловлен его географическим положением в северо-западной части района, вблизи г. Гатчина и крупных транспортных магистралей, что предполагает влияние техногенных факторов. Малое Верево расположено недалеко от промышленных и коммунальных объектов, а также зон активного землепользования, что делает участок репрезентативным для оценки состояния природной среды в условиях урбанизации. Кроме того, грунтовые воды в районе д. Малое Верево относятся к категории незащищенных, что повышает их уязвимость к возможным загрязнениям от близлежащих источников. Исследование было направлено на сбор первичных данных о состоянии природных компонентов, включая почвы и подземные воды, для уточнения экологической ситуации в этой части района. Проведение работ на данном участке позволило дополнить имеющиеся материалы мониторинга и получить информацию о локальных особенностях природной среды.

Районом исследования является участок площадью 0,6 га находящийся в деревне Малое Верево вблизи автодороги федерального значения Е95 и железнодорожной линии, в зоне смешанного воздействия природных и техногенных факторов (см. рисунок 3.1-3.3). Отбор проб проводился в ноябре 2023 года на пробной площадке.

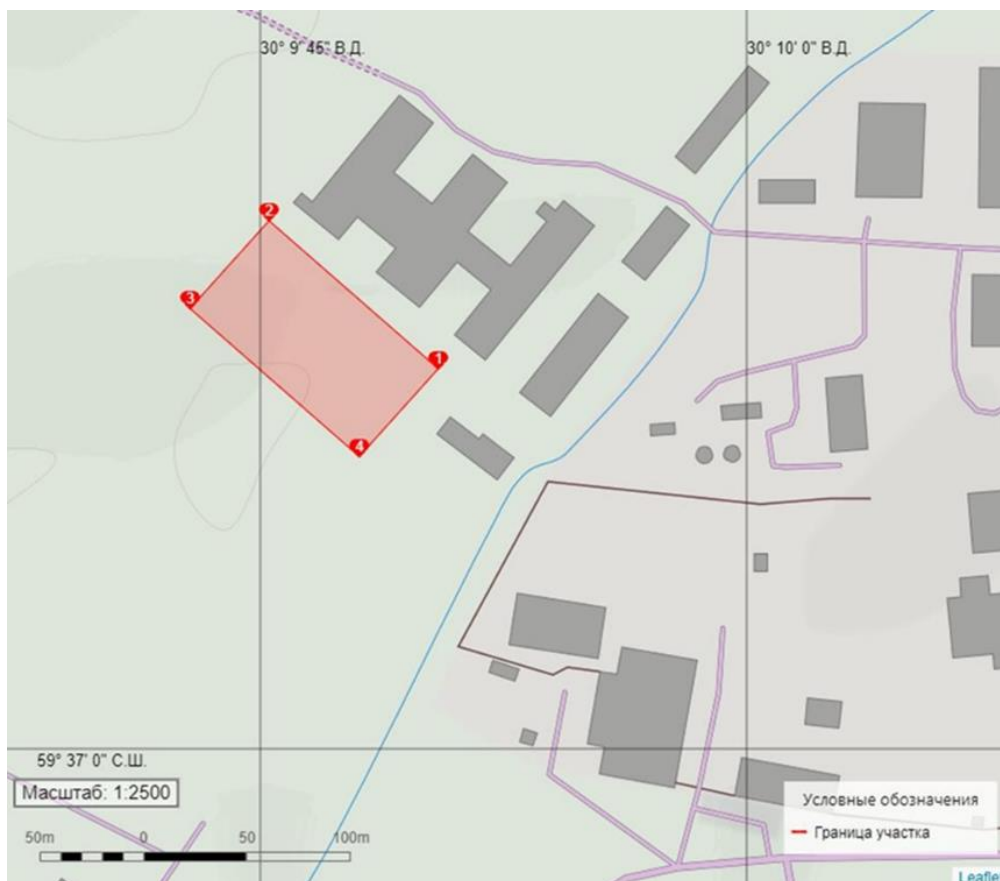


Рисунок 3.1 – Обзорная схема исследуемой территории

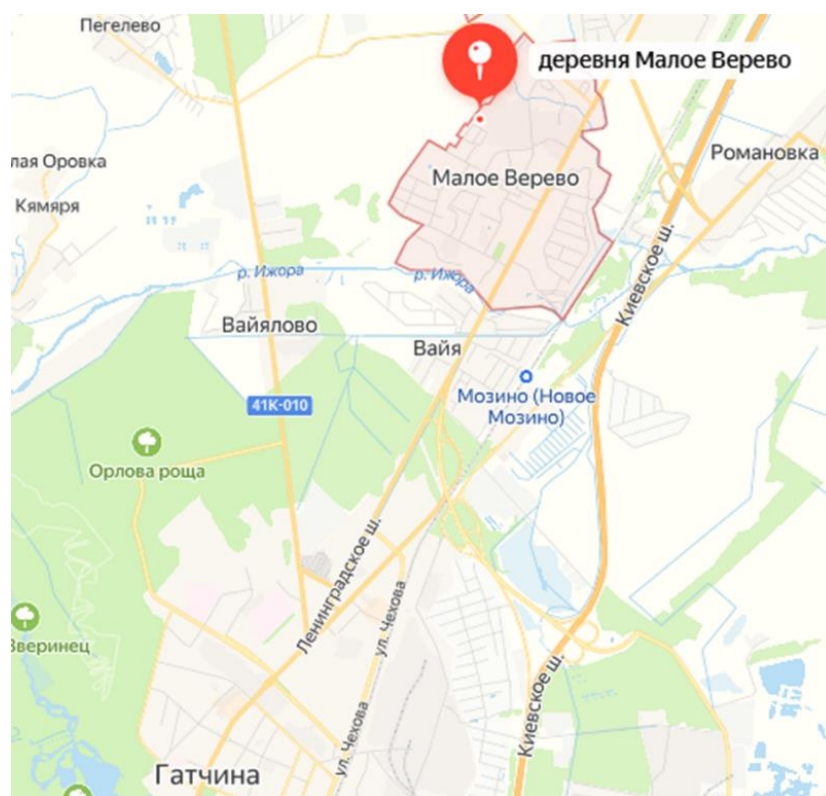


Рисунок 3.2 – Расположение деревни Малое Верево.



Рисунок 3.3 – Процесс изыскательных работ на исследуемом участке

Координаты пробной площадки, на которой производились отборы проб представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Координаты пробной площадки

Номер пробной площадки	Координаты
1	59°37'06,6" с.ш. 30°09'46,2" в.д.

3.1 Методика обследования почвы (грунта).

Отбор проб почвы (грунта) для лабораторных анализов проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-2017 и ГОСТ 17.4.3.01-2017. Размер пробной площадки, количество и вид проб почвы (грунта) для

дальнейшего лабораторного анализа соответствовали требованиям п. 5 ГОСТ 17.4.3.01-2017. Объемы работ определены после анализа ситуации на обследуемом земельном участке. На этом этапе производилась оценка однородности почвенного и растительного покровов, оценка возможного негативного влияния на участок от антропогенных источников загрязнения.

Для комплексной оценки состояния почвенного покрова производился отбор проб почв (грунтов) для химического, микробиологического, паразитологического, токсикологического анализов с целью последующей санитарной оценки.

Отбор фоновой пробы проводился на достаточном удалении от поселений (с наветренной стороны) не менее чем в 500 м от автодорог, на землях (лугах, пустошах), где не применялись пестициды и гербициды.

Для химического анализа, в соответствии с п. 5.3 ГОСТ 17.4.4.02-2017, объединенная проба почвы (грунта) составлена из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки.

Масса объединенной пробы составила 1 кг. Точечные пробы отбирались ножом или шпателем из прикопок или почвенным буром. Глубина отбора 0,0-0,2 м.

При отборе точечных проб и составлении объединённой приняты меры, исключающие возможность их вторичного загрязнения. Инструмент и тара для транспортировки, используемые при отборе проб в соответствии с п. 5.4 ГОСТ 17.4.4.02-2017 исполнены из материалов, не содержащих анализируемые показатели.

Отбор проб для исследования химического состава грунтов выемки, образующихся при производстве земляных строительных работ, осуществлялся из скважин методом индивидуальной пробы через 1 м на глубину планируемого освоения (п. 5.24.2.2 СП 502.1325800.2021).

Для бактериологического анализа, в соответствии с п. 5.5 ГОСТ 17.4.4.02-2017, с каждой пробной площадки составлена объединенная проба. Каждую объединенную пробу составляют из трех точечных проб массой от 200 до 250 г каждая, отобранных послойно с глубины 0,0-0,05 м и 0,05-0,20 м. Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, в целях предотвращения их вторичного загрязнения отбирались с соблюдением условий асептики: отбираются стерильным инструментом, перемешиваются на стерильной поверхности и помещаются в стерильную тару.

Для гельминтологического анализа, в соответствии с п. 5.7 ГОСТ 17.4.4.02-2017, с каждой пробной площадки отбиралась одна объединенная проба массой 200 г, составленная из десяти точечных проб массой 20 г каждая, отобранных послойно с глубины 0,0-0,05 м и 0,05-0,10 м.

При планировании земляных работ, в результате которых образуются грунты выемки, которые в процессе проектирования могут быть определены под вывоз, отбирались пробы для проведения токсикологического анализа методом биотестирования.

Все объединенные пробы были зарегистрированы и пронумерованы. На все отбираемые пробы заполнена сопроводительная документация в установленном в организации, осуществляющей отбор проб, порядке.



Рисунок 3.1.1 – Отобранные пробы грунтов

Анализ проб проводился в специализированных аккредитованных лабораториях по методикам, прошедшим метрологическую аттестацию.

3.2 Методика обследования природных вод.

Отбор проб природной подземной (грунтовой) воды проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012. В соответствии с п. 5.24.5 СП 502.1325800.2021 для оценки химического состава и уровня загрязнения подземных вод участка изысканий наибольшее значение имеет опробование первых от поверхности водоносных горизонтов, находящихся в зоне взаимодействия с проектируемыми инженерными сооружениями, после желонирования или прокачки скважины (шурфа) и восстановления статического уровня.

В зависимости от поставленных задач для отбора проб из скважин применяются батометры и насосы. Используемое оборудование и тара для

отбора проб воды были свободны от загрязнений и не вносили изменений в состав пробы.

Сроки хранения отобранных проб природной подземной воды, необходимость их консервации, способы хранения и транспортировки, а также объем необходимый для проведения анализа соответствовали требованиям ГОСТ 31861-2012, а также устанавливались аналитическими лабораториями, в соответствии с используемыми для проведения анализа методами.

Проба была зарегистрирована и пронумерована, следом заполнена сопроводительная документация в установленном в организации, осуществляющей отбор проб, порядке. В сопроводительной документации указывалась глубина, с которой производился отбор проб.

Анализ проб проводился в специализированных аккредитованных лабораториях по методикам, прошедшим метрологическую аттестацию.

4. Результаты

Исследования в д. Малое Верево позволили получить данные о состоянии природных компонентов, включая почвы и грунтовые воды. Результаты отражают общую экологическую ситуацию на участке, подверженном антропогенному воздействию.

4.1 Оценка степени химического загрязнения почв и грунтов

Основным критерием оценки загрязнения почв (грунтов) химическими веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) химических веществ в почве (грунтах).

Оценка степени опасности загрязнения почвы (грунта) химическими веществами проводится по каждому веществу с учетом класса опасности компонента загрязнения, его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания элементов (K_{\max}) по одному из четырех показателей вредности: транслокационному, миграционному водному, миграционному воздушному и общесанитарному. Наименьший из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК.

В соответствии с п. 120 СанПиН 2.1.3684-21 перечень химических показателей должен включать определение:

- тяжелых металлов: свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть;
- 3,4-бензапирена и нефтепродуктов;
- pH (водородный показатель);
- расчет суммарного показателя загрязнения (Z_c).

Химическое загрязнение почв (грунтов) комплексом металлов оценивается по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c),

являющемуся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения (МУ 2.1.7.730-99).

Суммарный показатель химического загрязнения определяется как сумма коэффициентов концентрации (K_k) отдельных компонентов загрязнения по формуле:

$$Z_c = \sum K_k - (n - 1) \quad (4.1)$$

где n - количество определяемых элементов.

Коэффициент концентрации (K_k) определяется как отношение содержания элемента (C_i) к фоновому его содержанию (C_f) по следующей формуле:

$$K_k = \frac{C_i}{C_f} \quad (4.2)$$

При расчете Z_c учитываются только $K_k > 1$.

Классификация категорий загрязнения почв (грунтов) неорганическими и органическими соединениями, а также степень загрязнения приведена в таблице 4.1.1 в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21. Параметры оценки степени химического загрязнения приведены в таблице 4.1.2

Таблица 4.1.1 – Оценка степени химического загрязнения почвы (грунта) органическими и неорганическими соединениями

Категории загрязнения	Z_c	Степень загрязнения	Содержание в почве					
			1 класс опасности		2 класс опасности		3 класс опасности	
			Орган. Соед.	Неорг. соед.	Орган. соед.	Неорг. соед.	Орган. соед.	Неорг. соед.
Чистая	-	-	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК
Допустимая	<16	Слабая	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК

Продолжение таблицы 4.1.1

Категории загрязнения	Zс	Степень загрязнения	Содержание в почве					
			1 класс опасности		2 класс опасности		3 класс опасности	
			Орган. Соед.	Неорг. соед.	Орган. соед.	Неорг. соед.	Орган. соед.	Неорг. соед.
Умеренно опасная	16-32	Средняя	-	-	-	-	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до К _{max}
Опасная	32-128	Сильная	-	-	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до К _{max}	>5 ПДК	>К _{max}
		Очень сильная	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до К _{max}	-	-	-	-
Чрезвычайно опасная	>128	Очень сильная	>5 ПДК	>К _{max}	>5 ПДК	>К _{max}	-	-

Таблица 4.1.2 – Параметры оценки степени химического загрязнения (СанПиН 1.2.3685-21)

Элемент	Ед.изм.	Допустимые уровни, мг/кг в зависимости от типа почв и показателя кислотности (валовое содержание)				Лимитирующий показатель вредности	К _{max} (валовое содержание) согласно МУ 2.1.7.730-99
		песчаные и супесчаные	суглинистые и глинистые рН <5,5	суглинистые и глинистые рН>5,5	-		
Неорганические загрязнители							
1 класс опасности							
Ртуть (Hg)	мг/ кг	2,1			ПДК	Транслокационный	33,3
Свинец (Pb)	мг/ кг	32,0	65,0	130,0	ОДК	-	260
Мышьяк (As)	мг/ кг	2,0	5,0	10,0	ОДК	-	15
Кадмий (Cd)	мг/ кг	0,5	1,0	2,0	ОДК	-	-
Цинк (Zn)	мг/ кг	55,0	110,0	220,0	ОДК	-	-
2 класс опасности							
Никель (Ni)	мг/ кг	20,0	40,0	80,0	ОДК	-	-
Медь (Cu)	мг/ кг	33,0	66,0	132,0	ОДК	-	-
Органические загрязнители							
Бенз(а)пирен	мг/ кг	0,02			ПДК	Общесанитарный	0,5
Нефтепродукты	мг/ кг	1000			ДУ	-	-

Для расчета Zс использовались данные по фоновому содержанию элементов в почве, указанные в таблице 4.1.3.

Таблица 4.1.3 – Фоновое содержание элементов в почве

Элемент	Ед. изм.	Класс опасности	Фоновое содержание (валовое)	Основание
Ni	мг/кг	II	15.3	Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Ленинградской области». Администрация Ленинградской области. Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды 2022г
Cu	мг/кг	II	18	
Zn	мг/кг	I	43.1	
Pb	мг/кг	I	19.1	
Cd	мг/кг	I	0.17	
As	мг/кг	I	2.62	
Hg	мг/кг	I	0.03	
Бенз(а)пирен	мг/кг		Не используется при расчете Zс (п. 6.8 МУ 2.1.7.730-99: «Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом металлов...»)	
Нефтепродукты	мг/кг			

В рамках проведения инженерно-экологических изысканий на рассматриваемой территории в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» были отобраны: пробы почвы(грунта) и проведен химический анализ по показателям: рН солевой, тяжелые металлы и металлоиды (Hg, Pb, As, Cd, Zn, Ni, Cu), нефтепродукты, бенз(а)пирен

Точки отбора проб почвы (грунта) для лабораторных исследований по химическим показателям представлены на обзорной карте исследуемого участка (см. рисунок 3.1).

Результаты лабораторных исследований содержания химических показателей в пробах почвы (грунта) приведены в таблицах 4.1.4. – 4.1.6

Результаты расчета суммарного показателя химического загрязнения (Z_c) и категория проб почвы (грунта) по данному показателю приведены в таблице 4.1.7

Кратность превышения исследуемых показателей над допустимым уровнем загрязнителей в пробах почвогрунта приведена в таблице 4.1.8.

Категория загрязнения проб почвы (грунта) обследованного участка по химическим показателям приведена в таблице 4.1.9

Комплексная оценка представлена в Таблице 4.1.9

Таблица 4.1.4 – Результаты лабораторных исследований содержания химических показателей в пробах почвы (грунта)

№ п/п	Индекс образца	Глубина отбора, м	Механический состав	pH	Элементы по классам опасности																				Категория загрязнения по СанПиН 1.2.3685-21	
					I класс												II класс									
					Zn			Pb			Cd			As			Hg			Ni			Cu			
					факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК	КЗ	факт.	ПДК		КЗ
1	2212-225	0,0-0,2	супесь	8	22	55	Ч	5,5	32	Ч	0,14	0,5	Ч	0,76	2	Ч	0,037	2,1	Ч	17	20	Ч	11	33	Ч	Чистая
2	2212-226	0,2-1,0	супесь	8,2	20	55	Ч	6,1	32	Ч	0,05	0,5	Ч	0,53	2	Ч	0,044	2,1	Ч	12	20	Ч	8,3	33	Ч	Чистая
3	2212-227	1,0-2,0	супесь	7,9	42	55	Ч	7,5	32	Ч	0,22	0,5	Ч	0,51	2	Ч	0,025	2,1	Ч	18	20	Ч	19	33	Ч	Чистая
4	2212-228	2,0-3,0	супесь	7,8	27	55	Ч	5,4	32	Ч	0,096	0,5	Ч	0,48	2	Ч	0,02	2,1	Ч	15	20	Ч	12	33	Ч	Чистая
ОДК для песчаных и супесчаных почв на основании результатов исследования фоновой точки					-	55	-	-	32	-	-	0,5	-	-	2	-	-	2,1	-	-	20	-	-	33	-	
ОДК для суглинистых и глинистых почв, согласно СанПиН 1.2.3685-21					-	220	-	-	130	-	-	2	-	-	10	-	-	2,1	-	-	80	-	-	132	-	

Таблица 4.1.5 – Результаты лабораторных исследований содержания бензапирена

№ п/п	Индекс образца	Глубина отбора, м	Содержание, мг/кг	Коэффициент	Категория загрязнения согласно СанПиН 1.2.3685-21	Степень загрязнения по Табл.4.4. СанПин 1.2.3685-21
1	2212-225	0,0-0,2	0,005	0,25	Чистая	-
2	2212-226	0,2-1,0	0,005	0,25	Чистая	-
3	2212-227	1,0-2,0	0,005	0,25	Чистая	-
4	2212-228	2,0-3,0	0,005	0,25	Чистая	-

Таблица 4.1.6 – Результаты лабораторных исследований нефтепродуктов

№ п/п	Индекс образца; глубина отбора, м	Глубина, м	Содержание, мг/кг	Согласно Таблице 4 «Порядка определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», М., 1993
1	2212-225	0,0-0,2	413	1 уровень допустимый
2	2212-226	0,2-1,0	372	1 уровень допустимый
3	2212-227	1,0-2,0	84	1 уровень допустимый
4	2212-228	2,0-3,0	39	1 уровень допустимый

Таблица 4.1.7 – Результаты расчета суммарного показателя химического загрязнения (Z_c) и категория проб почвы (грунта)

№ п/п	Индекс образца	Глубина золожения, м	KZn	KPb	KCd	KAs	KHg	KNi	KCu	Z_c	Категория загрязнения почв по СанПиН 1.2.3685-21
1	2212-225	0,0-0,2	-	-	-	-	1,23	1,11	-	1,34	Допустимая
2	2212-226	0,2-1,0	-	-	-	-	1,47	-	-	1,47	Допустимая
3	2212-227	1,0-2,0	-	-	1,29	-	-	1,18	1,06	1,53	Допустимая
4	2212-228	2,0-3,0	-	-	-	-	-	-	-	1,00	Допустимая

Таблица 4.1.8 – Расчетный метод определения класса опасности

№ п/п	Индекс образца	K1 Zn	K2 Pb	K3 Cd	K4 As	K5 Hg	K6 Ni	K7 Cu	Кнеф нефтепродукты	K8 бенз(а)пирен	Степень опасности отхода / расчетный класс опасности	
											По приказу МПР №536	
1	2212-225	0,0088	0,0085	0,0005	0,0015	0,0003	0,0111	0,0039	0,0951	0,0001	0,13	V
2	2212-226	0,0080	0,0094	0,0002	0,0011	0,0004	0,0078	0,0029	0,0857	0,0001	0,12	V
3	2212-227	0,0167	0,0115	0,0007	0,0010	0,0002	0,0117	0,0067	0,0193	0,0001	0,07	V
4	2212-228	0,0107	0,0083	0,0003	0,0010	0,0002	0,0098	0,0042	0,0090	0,0001	0,04	V

Таблица 4.1.9 – Комплексная оценка

	Индекс образца	Глубина отбора, м	Категория химического загрязнения неорганическими токсикантами	Категория химического загрязнения бенз(а)пиреном	Категория химического загрязнения по Zc	Категория химического загрязнения нефтепродуктами	Категория биологического загрязнения	Комплексная оценка категории загрязнения	Степень загрязнения по Приложение N 9 к СП 2.1.3684-21	Степень загрязнения по Приложение N 9 к СП 2.1.3684-21
1	2212-225	0,0-0,2	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая	Чистая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше предельно допустимых концентраций	Использование без ограничений, использование под любые культуры растений
2	2212-226	0,2-1,0	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая	Чистая		
3	2212-227	1,0-2,0	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая	Чистая		
4	2212-228	2,0-3,0	Чистая	Чистая	Допустимая	1 уровень допустимый	Чистая	Чистая		

Вывод:

Почва на глубине исследования (0,0-3,0 м) в исследуемой точке соответствует СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» по содержанию бензапирена и тяжелых металлов.

Почва на глубинах исследования (0,0-3,0 м) в исследуемой точке соответствует СанПиН 1.2.3685-21 по содержанию бензапирена. По результатам лабораторных исследований проб почвы (грунта) на содержание бензапирена пробы почвы: (0,0-3,0 м) относятся к «Чистой».

По суммарному показателю загрязнения Z_c пробы почвы (грунта) относятся к «Допустимой» (0,0-3,0м) категории загрязнения почв по СанПиН 1.2.3685-21. По содержанию нефтепродуктов в соответствии с Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель (утв. Минприроды РФ 15.02.1995 и письмом Роскомзема 28.12.94) пробы почвы (грунта) относятся к: 1-ому уровню «Допустимый уровень загрязненности».

Категория загрязнения проб почвы (грунта) обследованного участка по санитарно- бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СанПиН 1.2.3685-21 – «Чистая».

Согласно СанПиН 2.1.3684-21 была проведена оценка возможного использования почвы. Результаты представлены в Таблице 4.1.10

Таблица 4.1.10. Рекомендации по использованию почвы.

Номера и глубины проб, м	Основание	Рекомендации по использованию почв
Точка 1 (0,0-3,0м);	Превышения отсутствуют	Использование без ограничений, использование под любые культуры растений

4.2 Оценка биологического загрязнения почвы (грунта)

Под биологическим загрязнением почв (грунта) подразумевается составная часть органического загрязнения, обусловленного диссеминацией возбудителей инфекционных и инвазионных болезней, а также вредными насекомыми и клещами, переносчиками возбудителей болезни человека, животных и растений.

В рамках проведения инженерно-экологических изысканий на рассматриваемой территории в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» отобраны пробы почвы (грунта) для проведения анализа по санитарно-бактериологическим (индекс БГКП, индекс энтерококков, патогенные бактерии в т.ч. сальмонеллы) и санитарно-паразитологическим (яйца и личинки гельминтов, цисты кишечных патогенных простейших) показателям.

Описание точек отбора проб почвы (грунта) для лабораторных исследований по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям представлено в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Описание точек отбора проб почвы (грунта) для лабораторных исследований по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям

№ пробы*	Глубина отбора сводных проб, м	
	для санитарно-микробиологического анализа	для санитарно-паразитологического анализа
1-2	0,0-0,05;0,05-0,2	0,0-0,05;0,05-0,1
*- сводная проба из 10 объединенных точечных проб, отобранных с одной пробной площадки (при однородном почвенном покрове на участках в границах населенных пунктов)		

Результаты лабораторных исследований проб почвы (грунта) по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям приведены в таблице 4.2.2

Таблица 4.2.2 – Результаты лабораторных исследований пробы почвы (грунта) по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям

№ пробы	Определяемые показатели				
	санитарно-бактериологические			санитарно-паразитологические	
	ОКБ, в т.ч. E. coli, КОЕ/г	Энтеробактерии родов Salmonella, Shigella в 1,0 г	Энтерококки, КОЕ/г	Яйца и личинки гельминтов, экз./кг	Цисты патогенных кишечных простейших, экз./100 г
Величина допустимого уровня					
Чистая	0	0	0	0	0
Допустимая	1-9	0	1-9	1-9	1-9
Умеренно опасная	10-99	0	10-99	10-99	10-99
Опасная	100 и более	1-99	100-999	100-999	100-999
Чрезвычайно опасная	-	100 и более	1000 и более	1000 и более	1000 и более
Результаты исследований					
1	Не обнаружены	Не обнаружено	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

Вывод:

Во всех пробах патогенная микрофлора не обнаружена, яйца и личинки гельминтов не обнаружены. По микробиологическим показателям (индекс бактерий группы кишечной палочки, индекс энтерококков, патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы) и по паразитологическим показателям (яйца и личинки гельминтов) почвы обследованной территории, в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1287-03 относятся к категории «Чистая».

4.3 Исследование грунта по токсикологическим показателям

Выявление возможного вредного воздействия токсических веществ на среду обитания и здоровья человека оценивали методами биотестирования с использованием в качестве тест- объектов рачков *Daphnia magna* Straus и зеленой водоросли *Chlorella vulgaris* Baijer.

Результаты проведения биотестирования проб почвы (грунта) приведены в таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1 – Результаты проведения биотестирования проб почвы (грунта)

Тест-организм /тест-культура	Условия биотестирования	Продолжительность эксперимента, час	Кратность	Лаб.№	Результаты исследований	Критерии токсичности	НД на методы исследования
<i>Chlorella vulgaris</i> Baijer	400 см ³ /100г t=36±0,5° С	22	-	-	Изменение скорости роста, %	Ингибирование не более 20%, Стимуляция не более 30%	ПНДФТ 14.1:2:3:41. 0-04 ПНДФТ 16.1:2:2.2:2. 3:3.7-04
			1	2212-229	11		
<i>Daphnia magna</i> Straus	400 см ³ /100г t=20±2°С	96	-	-	Гибель дафний, %	Гибель дафний >7%	ФР.1.39.200 7.03222
			1	2212-229	3		

В процессе строительных работ образуются грунты выемки, которые будут квалифицироваться как отходы грунта при проведении земляных работ, и для которых в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии России от 04 декабря 2014 г. № 536 «Критерии отнесения отходов

к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» должен быть определен класс опасности для окружающей среды.

Вывод:

В результате токсикологических исследований объединённых проб почвогрунта, отобранных с глубины 0,0-3,0 м, по действию на DAPHNIA MAGNA (гибель дафний при разведении без разбавления не превышала 7%) и на водоросли хлореллы (отклонение оптической плотности водоросли от контроля находилось в нормативном интервале от -30% до +20%) в соответствии с приказом Минприроды России от 04.12.2014 № 536 почвогрунт следует отнести к V классу опасности – практически неопасный.

4.4 Оценка степени химического загрязнения грунтовой воды

В рамках проведения инженерно-экологических изысканий в соответствии с программой работ были отобраны пробы грунтовой воды.

Пробы проанализированы по показателям: рН, взвешенные вещества, запах при 20°C, запах при 60°C, цветность, мутность, растворенный кислород, сероводород, общая жесткость, сухой остаток, сульфат-ион, хлорид-ион, гидрокарбонат-ион, БПК₅, ХПК, перманганатная окисляемость, СПАВ, нефтепродукты, фенолы, аммиак и аммоний-ион, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, марганец, мышьяк, тяжелые металлы (медь, свинец, ртуть, кадмий, цинк, никель, хром), кальций, магний, натрий, калий, хром, фторид-ион.

Таблица 4.4.1 – Описание точек отбора проб грунтовой воды для лабораторных исследований по оценке степени химического загрязнения

№ пробы	Место отбора	Дата отбора	Координаты
2212-232	Пробная площадка 1	13.11.2023 г.	59°37'06.6"N 30°09'46.2"E

В таблице 4.4.2 приведены кратности превышения над ПДК в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 и СанПиН 2.1.3684-21(сухой остаток, ХПК, БПК5 (для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест), запах, взвешенные вещества, растворенный кислород, температура, рН);

Таблица 4.4.2 – Результаты санитарно-химических исследований проб природной грунтовой воды

Показатель	ПДК	Результаты исследований	Кратность превышения
		2212-232	2212-232
рН, ед. рН	6-9	6,9	-
Запах при 20°С, баллы	2	0	-
Запах при 60°С, баллы	2	0	-
ХПК, мг/дм ³	30	48	1,6
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	-	17	н.о.
БПК5, мгО ₂ /дм ³	4	8,3	2,075
Сероводород, мкг/дм ³	50	0,002	-
Азот аммонийный, мг/дм ³	-	0,29	н.о
Жесткость общая, °Ж	-	5,9	н.о
Мутность, ЕМФ	-	5,9	н.о
Цветность, град. цветности	-	55	н.о
Нитрат-ион, мг/дм ³	45	0	-
Нитрит-ион, мг/дм ³	3	0,98	-

Продолжение таблицы 4.4.2

Показатель	ПДК	Результаты исследований	Кратность превышения
		2212-232	2212-232
Сухой остаток, мг/дм ³	1000	364	-
Хлориды, мг/дм ³	350	70	-
Сульфаты, мг/дм ³	500	42	-
Фосфаты, мг/дм ³	-	0,05	н.о
Железо общее, мг/дм ³	0,3	1,5	5
Марганец, мг/дм ³	0,1	0,069	-
Медь, мг/дм ³	1	0,01	-
Цинк, мг/дм ³	5	0,011	-
Никель, мг/дм ³	0,02	0,005	-
Ртуть, мг/дм ³	0,0005	0,00005	-
Кадмий, мг/дм ³	0,001	0,0005	-
Свинец, мг/дм ³	0,01	0,005	-
Мышьяк, мг/дм ³	0,01	0,005	-
АПАВ, мг/дм ³	0,5	0,025	-
Фенолы, мг/дм ³	0,001	0,005	5
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,1	0,005	-

Высоких и экстремально-высоких концентраций загрязняющих веществ в проанализированных пробах поверхностной воды не обнаружено.

Оценку загрязнения грунтовых вод согласно СП 502.1325800.2021 производят в соответствии с таблицей 4.4.3.

Таблица 4.4.3 – Критерии оценки степени загрязнения подземных вод в зоне влияния хозяйственных объектов

Определяемые показатели	Критерии оценки		
	Зона экологического бедствия	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
Содержание загрязняющих веществ (нитраты, фенолы, тяжелые металлы, СПАВ, нефтепродукты), ПДК	>100	10-100	3-5
Хлорорганические соединения, ПДК	>3	1-3	<1
Канцерогены –бенз(а)пирен, ПДК	>3	1-3	<1
Площадь области загрязнения, км ²	>8	3-5	<0,5
Минерализация, г/л	>100	10-100	<3
Растворенный кислород, мг/л	<1	1-4	>4

В соответствии с таблицей 4.4.4 подземные воды характеризуют экологическую ситуацию как относительно удовлетворительную.

Защищенность подземных вод рассчитывается по методу В.М. Гольдберга. Принцип оценки защищенности состоит в том, что вследствие слабой изученности фильтрационных свойств пород зоны аэрации реальная качественная оценка защищенности должна проводиться по трем показателям: глубине уровня грунтовых вод, литологическому составу пород зоны аэрации, мощности слабопроницаемых отложений в разрезе зоны аэрации, т.е. складываться из суммы баллов, определяемой по таблице 4.4.5

Таблица 4.4.4 – Глубина уровня грунтовых вод, мощность и литология слабопроницаемых отложений зоны аэрации и соответствующие им баллы

Уровень Грунтовых вод, м					Суммарная мощность (м) и литология слабопроницаемого слоя (а,б,в) по Кф																																
≤10	10-20	20-30	30-40	>40	<2			2-4			4-6			6-8			8-10			10-12			12-14			14-16			16-18			18-20			>20		
					а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Баллы																																					
1	2	3	4	5	1	1	2	2	3	4	3	4	6	4	6	8	5	7	10	6	9	12	7	10	14	8	12	18	9	13	18	10	15	20	12	18	25

По литологии и фильтрационным свойствам выделяются три группы слабопроницаемых отложений: а-супеси, легкие суглинки ($K_f=0.1-0.01$ м/сут), б – суглинки, песчаные глины ($K_f=0.01-0.001$ м/сут), в – тяжелые глины ($K_f<0.001$ м/сут).

Оценка категории защищенности производится по таблице 5.4.5

Таблица 4.4.5 – Категории условий защищенности грунтовых вод (по сумме баллов)

Категория	Сумма баллов	Степень защищенности
I	<5	Незащищенные
II	5-10 (<10)	
III	10-15 (<15)	Условно защищенные
IV	15-20 (<20)	
V	20-25 (<25)	Защищенные
VI	>25	

Исследуемые подземные воды относятся к незащищенным подземным водам (2, 3, 4 балла, категория I).

Вывод:

Исследование грунтовых вод в д. Малое Верево показало, что они относятся к категории незащищённых подземных вод, что повышает их уязвимость к антропогенному воздействию. Анализ проб выявил превышения химического потребления кислорода (ХПК), биохимического потребления кислорода (БПК), содержания железа и фенолов по сравнению с нормативными значениями (см. таблицу 4.4.2). Эти отклонения указывают на умеренное химическое загрязнение, вероятно, обусловленное близостью коммунальных объектов и транспортных магистралей, влияющих на качество вод. Повышенные концентрации железа и фенолов свидетельствуют о локальном техногенном воздействии, а увеличенные показатели ХПК и БПК отражают наличие органических загрязнителей.

5. Основные техногенные объекты Гатчинского района Ленинградской области как возможные источники воздействия на компоненты природной среды

Оценка техногенных объектов как источников воздействия на природную среду Гатчинского района Ленинградской области проводится в рамках государственного экологического надзора, который основывается на системе управления рисками, направленной на предотвращение и минимизацию экологического ущерба [26]. Данная система предполагает классификацию объектов контроля по категориям риска причинения вреда окружающей среде, что позволяет оптимизировать надзорные мероприятия и сосредоточить усилия на наиболее значимых источниках загрязнения. Такой подход обеспечивает рациональное использование ресурсов контрольных органов и повышает эффективность мер по охране окружающей среды.

Классификация объектов контроля осуществляется на основании критериев, утвержденных нормативными актами, и включает шесть категорий риска: чрезвычайно высокий, высокий, значительный, средний, умеренный и низкий [26]. Отнесение объекта к определенной категории определяется решением руководителя или заместителя руководителя территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) на основе анализа характеристик объекта и их соответствия установленным критериям [26]. Эти критерии учитывают масштаб и интенсивность воздействия на компоненты природной среды, включая атмосферный воздух, водные ресурсы, почвенный покров и природный ландшафт, а также степень применения наилучших доступных технологий (НДТ).

Объекты, отнесенные к категории значительного риска, характеризуются существенным негативным воздействием на окружающую среду и относятся к I категории в соответствии с критериями, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г.

№ 2398 [27]. Такие объекты, как правило, включают крупные промышленные предприятия, использующие энергоемкие технологии или производящие значительные объемы отходов. Категория среднего риска охватывает объекты II категории, оказывающие умеренное воздействие, например, предприятия с ограниченным объемом выбросов или сбросов [27]. Объекты умеренного риска, соответствующие III категории, имеют незначительное воздействие и включают, в частности, предприятия, занимающиеся транспортировкой отходов [27]. Объекты с минимальным воздействием, отнесенные к IV категории, классифицируются как низкого риска и подлежат минимальному надзору [27].

Периодичность проведения контрольных мероприятий определяется категорией риска объекта. Для объектов чрезвычайно высокого риска проверки проводятся не реже одного раза в год, высокого риска — не реже одного раза в два года, значительного риска — не реже одного раза в три года, среднего риска — не реже одного раза в четыре года, а умеренного риска — не реже одного раза в пять лет [26]. Объекты низкого риска, как правило, исключаются из плановых проверок, что позволяет сосредоточить ресурсы на более опасных объектах. Такой дифференцированный подход обеспечивает приоритетный контроль за деятельностью, связанной с высоким экологическим риском, и способствует своевременному выявлению нарушений.

Критерии категорирования учитывают такие параметры, как объем и характер выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, образование отходов, а также географическое расположение объектов относительно природоохранных зон и жилых территорий [27]. Например, объекты, расположенные вблизи особо охраняемых природных территорий (ООПТ) или густонаселенных районов, имеют повышенную вероятность отнесения к категориям высокого или чрезвычайно высокого риска. Кроме того, учитывается наличие современных систем очистки и соответствие технологических процессов требованиям НДТ, что позволяет снизить

категорию риска при условии внедрения экологически безопасных технологий [28].

5.1 Основные сведения об объектах

Федеральный государственный экологический надзор, осуществляемый на территории Гатчинского района Ленинградской области, направлен на контроль техногенных объектов, оказывающих воздействие на окружающую среду. По данным реестра Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор), в районе зарегистрировано 13 объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска: два объекта чрезвычайно высокого риска, три объекта высокого риска и восемь объектов значительного риска (см. таблицу 5.1.1) [26]. В рамках данной работы рассматриваются только объекты этих категорий, так как они представляют наибольшую потенциальную угрозу для природной среды. Ниже представлена характеристика этих объектов, включая их виды деятельности и общий вклад в антропогенное воздействие на окружающую среду, основанные на открытых данных и нормативных документах [26,27, 29].

К объектам чрезвычайно высокого риска относятся канализационные очистные сооружения г. Гатчины (пос. Вайялово) и производственная площадка АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (г. Коммунар). Очистные сооружения г. Гатчины, эксплуатируемые ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», обеспечивают обработку сточных вод города, но из-за высокой нагрузки и устаревших технологий могут быть источником загрязнения водных объектов и атмосферы при сбросе недостаточно очищенных стоков или выбросе летучих соединений [27]. АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» занимается производством гофрированной бумаги, картона и упаковки, что сопровождается значительными выбросами в атмосферу (взвешенные

вещества, диоксид серы, оксид углерода) и образованием промышленных отходов, влияющих на почвы и подземные воды [29].

К категории высокого риска относятся АО «Коммунальные системы Гатчинского района» (пос. Войсковицы), полигон коммунальных и промышленных отходов (пос. Новый Свет) и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (г. Коммунар). АО «Коммунальные системы Гатчинского района» управляет системами теплоснабжения и водоотведения, включая котельные, работающие на газе или мазуте, что приводит к выбросам диоксида азота, сажи и парниковых газов, а также сбросам сточных вод [26]. Полигон вблизи пос. Новый Свет принимает коммунальные и промышленные отходы, что вызывает эмиссию метана и летучих органических соединений, а также потенциальное загрязнение почв и подземных вод при нарушении технологий захоронения [30]. ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» производит бумагу и картон, что связано с выбросами в атмосферу (SO_2 , NO_2 , пыль) и сбросами сточных вод, содержащих органические загрязнители [29].

Объекты значительного риска включают ЗАО «Сиброспереработка» (д. Малые Колпаны), полигон отходов АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (д. Ивановка), ООО «Леноблптицепром» (пос. Пудость), детский оздоровительный городок (гп. Вырица), второе производство ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (г. Коммунар), станция биологической очистки АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (г. Коммунар), канализационные очистные сооружения больницы им. П.П. Кащенко (с. Никольское) и ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» (д. Батово). ЗАО «Сиброспереработка» занимается переработкой древесины, что сопровождается выбросами пыли и ЛОС, а также образованием отходов, влияющих на почвы [31]. Полигон АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» принимает промышленные отходы, создавая риск загрязнения почв и вод. ООО «Леноблптицепром» специализируется на птицеводстве, что приводит к выбросам аммиака и образованию органических отходов, влияющих на почвы и водоемы [32]. Детский оздоровительный городок в Вырице оказывает минимальное воздействие, связанное с бытовыми отходами. Станция

биологической очистки АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и очистные сооружения больницы им. П.П. Кащенко обрабатывают сточные воды, но при сбоях могут загрязнять водные объекты [27]. ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» занимается сельскохозяйственным производством, включая использование удобрений, что влияет на почвы и воды [32].

Таблица 5.1.1 – Объекты чрезвычайного высокого, высокого и значительного уровня экологического риска расположенные в Гатчинском округе Ленинградской области [26]

№	Название объекта	Адрес	Уровень риска
1	Канализационные очистные сооружения г. Гатчины	Гатчинский район, вблизи пос. Вайялово	Чрезвычайно высокий
2	Производственная площадка АО "КНАУФ ПЕТРОБОРД"	Гатчинский р-н, г Коммунар, ул Павловская, д 9	Чрезвычайно высокий
3	АО «Коммунальные системы Гатчинского района»	Гатчинский р-н, поселок Войсковицы, ул Ростова, д 21	Высокий
4	Полигон коммунальных отходов, полигон захоронения промышленных отходов	Гатчинский район, вблизи п.Новый свет, уч. № 2	Высокий
5	Публичное Акционерное Общество "Бумажная фабрика "Коммунар"	Гатчинский р-н, г Коммунар, ул Фабричная, д 1	Высокий
6	Малые Колпаны ЗАО "СИБРОСЫПЕРЕРАБОТКА"	Гатчинский район, вблизи д. М. Колпаны, участок 1а	Значительный
7	Полигон отходов АО "КНАУФ ПЕТРОБОРД"	Гатчинский район, вблизи дер. Ивановка уч. б/н	Значительный
8	Основное производство ООО "Леноблптицепром"	Гатчинский р-н, поселок Пудость, ул Новая, д 49	Значительный
9	Детский оздоровительный городок	Гатчинский р-н, гп Вырица, ул Московская, д 61	Значительный
10	Основное производство АО "БУМАЖНАЯ ФАБРИКА " КОММУНАР"	Гатчинский р-н, г Коммунар, ул Фабричная, д 1	Значительный
11	Станция биологической очистки АО "КНАУФ ПЕТРОБОРД"	Гатчинский район, п.Коммунар, Промзона №2 (1250 метров на восток от основной площадки)	Значительный
12	Канализационные очистные сооружения больницы им. П.П. Кащенко, ГУП "ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА"	Гатчинский р-н, село Никольское, ул Меньковская, д 10	Значительный
13	ЗАО "Агрокомплекс "Оредеж"	Гатчинский р-н, деревня Батово, д 1	Значительный

Вывод:

На территории Гатчинского района расположено 13 техногенных объектов чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска, включая промышленные предприятия, очистные сооружения, полигоны отходов и сельскохозяйственные комплексы (см. таблицу 5.1.1) [26]. Их деятельность связана с выбросами в атмосферу, сбросами в водные объекты, образованием отходов и изменением почвенного покрова, что создает комплексное антропогенное воздействие на природную среду. Для минимизации рисков необходимы регулярный экологический контроль, модернизация технологий очистки и внедрение наилучших доступных технологий (НДТ). Ограниченность данных о некоторых объектах подчеркивает важность расширения мониторинга и актуализации реестра Росприроднадзора [29-32].

5.2 Источники воздействия на компоненты природной среды

Техногенные объекты Гатчинского района Ленинградской области, отнесенные к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска, оказывают комплексное воздействие на природные компоненты, включая атмосферный воздух, водные объекты, почвенный покров и ландшафт (см. таблицу 5.1.1) [26]. Эти объекты, включающие промышленные предприятия, коммунальные системы, полигоны отходов и сельскохозяйственные комплексы, являются основными источниками антропогенной нагрузки в регионе. Их деятельность связана с выбросами загрязняющих веществ, сбросами сточных вод, образованием отходов и изменением природной среды, что требует строгого контроля в рамках государственного экологического надзора [26, 27].

Характер и масштабы воздействия зависят от специфики деятельности объектов, их технологических процессов и применяемых методов очистки. Основные факторы риска включают эмиссию газообразных и твердых

загрязнителей, загрязнение водоемов органическими и химическими веществами, а также деградацию почв и ландшафта в результате добычи ресурсов или захоронения отходов [27]. Для оценки и минимизации воздействия применяются критерии категорирования, утвержденные нормативными актами, и наилучшие доступные технологии (НДТ), направленные на снижение экологического ущерба [28].

5.2.1 Источники воздействия на атмосферу

Атмосферный воздух Гатчинского района Ленинградской области подвергается антропогенному воздействию со стороны техногенных объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска (см. таблицу 5.1.1) [26]. Основной вклад в загрязнение атмосферы вносят промышленные предприятия, коммунальные системы и объекты, связанные с обращением отходов. Ключевыми источниками эмиссии являются АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (г. Коммунар), ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (г. Коммунар), АО «Коммунальные системы Гатчинского района» (пос. Войсковицы), полигон коммунальных и промышленных отходов (пос. Новый Свет) и ООО «Леноблптицепром» (пос. Пудость) [26]. Их деятельность сопровождается выбросами загрязняющих веществ, влияющих на качество воздуха и здоровье населения.

АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» занимается производством гофрированной бумаги, картона и упаковочных материалов в г. Коммунар [29]. Производственные процессы включают переработку целлюлозы, сушку и использование энергоемкого оборудования, что приводит к выбросам взвешенных веществ (пыли), диоксида серы (SO_2), оксида углерода (CO) и летучих органических соединений (ЛОС). Эти загрязнители ухудшают качество воздуха в промзоне Коммунара, особенно в условиях слабой вентиляции, способствуя накоплению пылевых частиц и газов. ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"», также расположенное в г. Коммунар,

производит бумагу и картон для полиграфии и упаковки [29]. Технологии варки целлюлозы и сушки продукции сопровождаются эмиссией SO_2 , диоксида азота (NO_2) и пыли, которые могут оседать в жилых районах, повышая концентрации загрязнителей и создавая риски для дыхательной системы населения.

АО «Коммунальные системы Гатчинского района» в пос. Войсковицы управляет инфраструктурой теплоснабжения, включая котельные, работающие на природном газе или мазуте [30]. Сжигание топлива приводит к выбросам NO_2 , CO , сажи и углекислого газа (CO_2), которые особенно интенсивны в отопительный сезон. Эти вещества ухудшают качество воздуха в пос. Войсковицы и прилегающих территориях, а также вносят вклад в региональный парниковый эффект. Полигон коммунальных и промышленных отходов вблизи пос. Новый Свет служит источником метана (CH_4) и ЛОС, образующихся при разложении органических отходов [27]. Метан усиливает климатические изменения, а ЛОС создают неприятные запахи и ухудшают санитарно-гигиенические условия вблизи полигона, особенно при отсутствии современных систем улавливания газов.

ООО «Леноблптицепром» в пос. Пудости занимается птицеводством, включая выращивание и переработку птицы [32]. Эта деятельность сопровождается выбросами аммиака (NH_3) из отходов жизнедеятельности птиц и пыли от кормовых операций. Аммиак способствует образованию вторичных аэрозолей, которые ухудшают качество воздуха и могут вызывать закисление окружающей среды при осаждении. Воздействие данного объекта ограничено локальной зоной, но в совокупности с другими источниками усиливает антропогенную нагрузку на атмосферу района.

Контроль выбросов осуществляется в рамках федерального экологического надзора, однако ограниченное число стационарных постов мониторинга в Гатчинском районе затрудняет точную оценку суммарного воздействия [26]. Согласно данным Росприроднадзора, объекты I и II категорий (чрезвычайно высокого и высокого риска) требуют приоритетного

внимания из-за значительного вклада в загрязнение атмосферы [27]. Основными факторами риска являются устаревшие технологии очистки, высокая концентрация промышленных объектов в г. Коммунар и недостаточная эффективность систем улавливания газов на полигонах.

Вывод:

Техногенные объекты Гатчинского района, включая АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"», АО «Коммунальные системы Гатчинского района», полигон отходов в пос. Новый Свет и ООО «Леноблптицепром», оказывают значительное воздействие на атмосферный воздух, выбрасывая взвешенные вещества, SO_2 , NO_2 , CO , ЛОС, метан и аммиак (см. таблицу 5.1.1) [26, 27, 29, 30, 32]. Промышленная деятельность в г. Коммунар и работа котельных в пос. Войсковичи усиливают локальное загрязнение, особенно в зимний период, а полигоны и птицеводческие комплексы способствуют эмиссии парниковых и токсичных газов. Для снижения воздействия рекомендуется модернизация систем пылегазоочистки, внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) и расширение сети мониторинга атмосферного воздуха. Дополнительно необходимо оптимизировать управление отходами на полигонах и внедрить системы вентиляции на птицеводческих предприятиях для минимизации выбросов аммиака [26, 27].

5.2.2 Источники воздействия на водный бассейн

Водные объекты Гатчинского района Ленинградской области, включая реки Славянка, Суйда и прилегающие водотоки, испытывают значительное антропогенное воздействие от техногенных объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска (см. таблицу 5.1.1) [26]. Основной вклад в загрязнение водного бассейна вносят предприятия, связанные с обработкой сточных вод, промышленным

производством и сельскохозяйственной деятельностью. Ключевыми источниками воздействия являются канализационные очистные сооружения г. Гатчины (пос. Вайялово), АО «Коммунальные системы Гатчинского района» (пос. Войковицы), канализационные очистные сооружения больницы им. П.П. Кащенко (с. Никольское), станция биологической очистки АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (г. Коммунар), ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (г. Коммунар) и ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» (д. Батово) [26, 27].

Канализационные очистные сооружения г. Гатчины, эксплуатируемые ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», предназначены для обработки бытовых и промышленных сточных вод города [27]. Высокая нагрузка на сооружения и износ оборудования могут приводить к сбросу недостаточно очищенных стоков, содержащих биогенные элементы (азот, фосфор), органические вещества и, в некоторых случаях, тяжелые металлы, в реку Славянка. Это повышает химическое потребление кислорода (ХПК), способствует эвтрофикации и ухудшает экологическое состояние водоема. АО «Коммунальные системы Гатчинского района» в пос. Войковицы управляет инфраструктурой водоотведения, включая очистные сооружения, которые сбрасывают стоки в местные водотоки [30]. При недостаточной эффективности очистки в воды могут поступать патогенные микроорганизмы и органические загрязнители, что создает риски для водных экосистем и хозяйственно-бытового использования водоемов.

Канализационные очистные сооружения больницы им. П.П. Кащенко в с. Никольское обрабатывают сточные воды медицинского учреждения, содержащие органические вещества, дезинфицирующие средства и, потенциально, остатки фармацевтических препаратов [27]. При сбоях в работе систем очистки эти вещества могут попадать в водные объекты, нарушая биологический баланс и создавая токсические эффекты для водных организмов. Станция биологической очистки АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» в г. Коммунар обслуживает сточные воды от производства гофрированной бумаги и картона [29]. Эти стоки содержат целлюлозные остатки, химические

реагенты и ЛОС, которые при неполной очистке увеличивают ХПК и загрязняют водоемы, включая реку Славянку, расположенную вблизи промзоны.

ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» в г. Коммунар занимается производством бумаги и картона, что связано со сбросом сточных вод, содержащих органические соединения, сульфаты и хлорсодержащие вещества, используемые в технологических процессах [29]. Даже при наличии очистных систем такие сбросы могут снижать содержание кислорода в воде, угрожая водным организмам и способствуя накоплению загрязнителей в донных отложениях. ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» в д. Батово осуществляет сельскохозяйственное производство, включая растениеводство и животноводство [32]. Применение минеральных удобрений и пестицидов приводит к смыву азота, фосфора и химических веществ в водотоки, вызывая эвтрофикацию, цветение воды и ухудшение качества водоемов, особенно в периоды интенсивных осадков.

Мониторинг состояния водных объектов в Гатчинском районе осуществляется в рамках федерального экологического надзора, однако ограниченное число точек контроля (например, на реках Славянка и Суйда) затрудняет комплексную оценку воздействия [26]. Данные Росприроднадзора подчеркивают, что объекты I и II категорий (чрезвычайно высокого и высокого риска) требуют приоритетного внимания из-за значительного вклада в загрязнение водного бассейна [27]. Основными факторами риска являются устаревшие технологии очистки, высокая нагрузка на очистные сооружения и отсутствие строгого контроля за смывом агрохимикатов.

Вывод:

Канализационные очистные сооружения г. Гатчины, АО «Коммунальные системы Гатчинского района», очистные сооружения больницы им. П.П. Кащенко, станция биологической очистки АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» и ЗАО «Агрокомплекс

"Оредеж"» оказывают значительное воздействие на водный бассейн Гатчинского района, сбрасывая сточные воды с органическими, биогенными и химическими загрязнителями (см. таблицу 5.1.1) [26, 27, 29, 30, 32]. Эти объекты способствуют повышению ХПК, эвтрофикации и загрязнению рек Славянки и Суйды, создавая риски для экосистем и водопользования. Для минимизации воздействия необходимы модернизация очистных сооружений, внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) и усиление контроля за сбросами. Рекомендуется расширить сеть мониторинга водных объектов, включая дополнительные точки контроля, и разработать программы по регулированию применения агрохимикатов для предотвращения смыва загрязнителей в водотоки [26, 27].

5.2.3 Источники воздействия на почвенный покров

Почвенный покров Гатчинского района Ленинградской области, представленный преимущественно дерново-подзолистыми и дерново-карбонатными почвами, подвергается антропогенному воздействию со стороны техногенных объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска (см. таблицу 5.1.1) [26]. Основной вклад в деградацию почв вносят объекты, связанные с промышленной деятельностью, обращением отходов и сельскохозяйственным производством. Ключевыми источниками воздействия являются полигон коммунальных и промышленных отходов (пос. Новый Свет), полигон отходов АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (д. Ивановка), ЗАО «Сиброспереработка» (д. Малые Колпаны), ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» (д. Батово), ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (г. Коммунар) и ООО «Леноблптицепром» (пос. Пудость) [26, 27].

Полигон коммунальных и промышленных отходов вблизи пос. Новый Свет принимает бытовые и промышленные отходы, что создает риск загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, нефтепродуктами и

органическими соединениями [27]. При нарушении технологий захоронения или отсутствии надежных противofильтрационных экранов токсичные вещества могут проникать в почвы, вызывая их химическое загрязнение и снижение плодородия. Полигон отходов АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» в д. Ивановка обслуживает производственные отходы предприятия, связанного с изготовлением гофрированной бумаги и картона [29]. Отходы, содержащие целлюлозные остатки, химические реагенты и золу, при ненадлежащем хранении могут загрязнять почвы тяжелыми металлами (например, свинцом, кадмием) и органическими соединениями, что приводит к деградации земель вблизи полигона.

ЗАО «Сиброспереработка» в д. Малые Колпаны занимается переработкой древесины, включая производство пиломатериалов и древесных отходов [31]. Эта деятельность сопровождается накоплением отходов (опилок, коры), которые при неправильном складировании могут вызывать закисление почв и нарушение их структуры. Кроме того, пыль от переработки древесины оседает на почвенный покров, изменяя его физико-химические свойства. ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» в д. Батово осуществляет сельскохозяйственное производство, включая растениеводство и животноводство [32]. Интенсивное использование минеральных удобрений и пестицидов приводит к накоплению в почвах нитратов, фосфатов и токсичных химикатов, что вызывает их закисление, снижение плодородия и загрязнение грунтовых вод. Навоз и органические отходы от животноводства также могут способствовать локальному загрязнению почв биогенными элементами.

ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» в г. Коммунар производит бумагу и картон, что связано с образованием отходов, содержащих химические реагенты и целлюлозные остатки [29]. При складировании или утилизации этих отходов на прилегающих территориях возможно загрязнение почв сульфатами и органическими соединениями, что ухудшает их экологическое состояние. ООО «Леноблптицепром» в пос. Пудости занимается птицеводством, производя значительные объемы органических

отходов (помет), богатых азотом и фосфором [32]. Неконтролируемое внесение помета в почвы приводит к их перегрузке биогенными элементами, что вызывает эвтрофикацию близлежащих водоемов и деградацию почвенного покрова.

Мониторинг состояния почв в Гатчинском районе проводится в рамках федерального экологического надзора, однако ограниченное число точек отбора проб затрудняет полную оценку воздействия [26]. Данные Росприроднадзора подчеркивают, что объекты I и II категорий, такие как полигоны и промышленные предприятия, требуют приоритетного контроля из-за высокого риска загрязнения [27]. Основными факторами деградации почв являются ненадлежащее обращение с отходами, отсутствие современных технологий утилизации и интенсивное использование агрохимикатов. Для оценки степени загрязнения применяются показатели, включая содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов и суммарный показатель загрязнения (Zc), который выявляет зоны с повышенным риском [30].

Вывод:

Полигон коммунальных и промышленных отходов в пос. Новый Свет, полигон АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», ЗАО «Сиброспереработка», ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"», ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» и ООО «Леноблптицепром» оказывают значительное воздействие на почвенный покров Гатчинского района, вызывая загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами, биогенными элементами и органическими соединениями (см. таблицу 5.1.1) [26, 27, 29, 30, 31, 32]. Полигоны и промышленные предприятия способствуют химическому загрязнению, а сельскохозяйственная деятельность приводит к закислению и снижению плодородия почв. Для минимизации воздействия необходимы внедрение наилучших доступных технологий (НДТ), усиление контроля за обращением с отходами и регулирование применения агрохимикатов. Рекомендуется расширить сеть мониторинга почв, включая дополнительные точки отбора

проб, и разработать программы рекультивации загрязненных земель для восстановления их экологических функций [26, 27].

5.2.4 Источники воздействия на природный ландшафт.

Природный ландшафт Гатчинского района Ленинградской области, включающий лесные массивы, водно-болотные угодья и речные долины, подвергается антропогенному воздействию со стороны техногенных объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска (см. таблицу 5.1.1) [26]. Основной вклад в изменение ландшафта вносят объекты, связанные с обращением отходов, промышленным производством и сельскохозяйственной деятельностью. Ключевыми источниками воздействия являются полигон коммунальных и промышленных отходов (пос. Новый Свет), полигон отходов АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (д. Ивановка), ЗАО «Сиброспереработка» (д. Малые Колпаны), ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» (д. Батово) и АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (г. Коммунар) [26, 27]. Эти объекты влияют на рельеф, растительный покров и гидрологический режим территории.

Полигон коммунальных и промышленных отходов вблизи пос. Новый Свет предназначен для захоронения бытовых и промышленных отходов, что приводит к значительным изменениям ландшафта [27]. Формирование отвалов и накопление отходов изменяют рельеф, нарушают естественный дренаж и уничтожают растительный покров на прилегающих территориях. Отсутствие или недостаточная эффективность противофильтрационных экранов может усиливать эрозию почв и загрязнение грунтовых вод, что дополнительно нарушает структуру ландшафта. Полигон отходов АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» в д. Ивановка, обслуживающий производство гофрированной бумаги и картона, также способствует изменению ландшафта [29]. Складирование отходов, включая золу и целлюлозные остатки, приводит

к формированию техногенных форм рельефа, таких как отвалы, и утрате природной растительности в зоне полигона.

ЗАО «Сиброспереработка» в д. Малые Колпаны занимается переработкой древесины, производя пиломатериалы и древесные отходы [31]. Эта деятельность связана с вырубкой лесных участков для организации складов и производственных площадок, что нарушает естественный лесной ландшафт и снижает биоразнообразие. Складирование опилок и коры изменяет микрорельеф и способствует эрозии почв, особенно в условиях интенсивных осадков. ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» в д. Батово осуществляет сельскохозяйственное производство, включая растениеводство и животноводство [32]. Интенсивная обработка земель, распашка и использование тяжелой техники приводят к уплотнению почв, изменению рельефа и разрушению естественного травяного покрова. Дренажные работы для сельскохозяйственных нужд могут нарушать гидрологический режим, особенно вблизи водно-болотных угодий.

АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» в г. Коммунар, производящее гофрированную бумагу и картон, оказывает воздействие на ландшафт через расширение производственных площадок и инфраструктуры [29]. Строительство новых цехов и складов приводит к выемке грунта, уничтожению растительности и изменению рельефа в промзоне Коммунара. Кроме того, выбросы пыли и химических веществ оседают на прилегающих территориях, подавляя рост растений и нарушая эстетическую ценность ландшафта. Близость объектов к особо охраняемым природным территориям (ООПТ), таким как Мшинское болото, усиливает риски для природных экосистем [26].

Мониторинг воздействия на природный ландшафт в Гатчинском районе ограничен и проводится в рамках федерального экологического надзора [26]. Данные Росприроднадзора подчеркивают, что объекты I и II категорий (чрезвычайно высокого и высокого риска) требуют особого внимания из-за их

способности изменять рельеф и растительный покров [27]. Основными факторами воздействия являются отсутствие эффективных мер рекультивации, нарушение гидрологического режима и утрата природной растительности. Для оценки степени изменения ландшафта применяются геоэкологические методы, включая анализ изменений рельефа и состояния растительного покрова [30].

Вывод:

Полигон коммунальных и промышленных отходов в пос. Новый Свет, полигон АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», ЗАО «Сиброспереработка», ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» и АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» оказывают значительное воздействие на природный ландшафт Гатчинского района, изменяя рельеф, уничтожая растительный покров и нарушая гидрологический режим (см. таблицу 5.1.1) [26, 27, 29, 31, 32]. Полигоны отходов формируют техногенные формы рельефа, а промышленная и сельскохозяйственная деятельность приводит к эрозии почв и утрате биоразнообразия. Для минимизации воздействия необходимы обязательные меры рекультивации земель, внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) и усиление контроля за вырубкой лесов и дренажными работами. Рекомендуется разработать программы мониторинга ландшафтных изменений и восстановления природных экосистем, особенно вблизи ООПТ [26, 27].

6. Анализ экологической опасности объектов

Гатчинский район Ленинградской области характеризуется высокой концентрацией техногенных объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска, которые оказывают комплексное воздействие на природную среду (см. таблицу 5.1.1) [26]. Эти объекты, включающие промышленные предприятия, очистные сооружения, полигоны отходов и сельскохозяйственные комплексы, создают значительную антропогенную нагрузку, особенно в северной части района, где сосредоточена основная инфраструктура и транспортные пути, связывающие регион с Санкт-Петербургом. Анализ экологической опасности объектов основывается на данных реестра Росприроднадзора, результатах мониторинга окружающей среды (главы 2–4) и характеристиках их деятельности, описанных в главе 5. Подавляющее большинство объектов расположено в северо-западной части района, что определяет дифференциацию экологической ситуации между северо-западной и юго-восточной областями (см. рисунок 6.1) [26]. Основной акцент в данном разделе сделан на оценке рисков, связанных с воздействием объектов на атмосферный воздух, водные ресурсы, почвенный покров и природный ландшафт, а также на прогнозе их влияния на экологическую безопасность региона.

Согласно данным Росприроднадзора, в Гатчинском районе зарегистрировано 13 объектов чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска, включая канализационные очистные сооружения г. Гатчины (пос. Вайялово), АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (г. Коммунар), ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (г. Коммунар), полигон коммунальных и промышленных отходов (пос. Новый Свет) и другие (см. таблицу 5.1.1) [26]. Как показано на рисунке 6.1, большинство этих объектов сосредоточено в северо-западной части района, вблизи г. Гатчина, пос. Войсковичи и г. Коммунар, где развита промышленная и коммунальная инфраструктура. Эта

территория характеризуется высокой плотностью населения (55,3 чел./км²) и близостью к федеральным трассам, таким как Е95, что усиливает антропогенное воздействие [1, 3]. Юго-восточная часть района, напротив, менее урбанизирована, включает крупные лесные массивы и особо охраняемые природные территории (ООПТ), такие как Мшинское болото, что снижает экологическую нагрузку (см. рисунок 2.5.1) [25].

Объекты чрезвычайно высокого риска, такие как канализационные очистные сооружения г. Гатчины и АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», представляют наибольшую угрозу из-за значительного объема выбросов и сбросов. Очистные сооружения в пос. Вайялово обрабатывают сточные воды города, но их устаревшие технологии и высокая нагрузка приводят к сбросу недостаточно очищенных стоков в реку Славянка, повышая ХПК и содержание биогенных элементов (см. подглаву 5.2.2) [27]. Это подтверждается данными мониторинга, где река Славянка классифицируется как загрязненная (см. таблицу 2.2.1) [22]. АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» в г. Коммунар выбрасывает в атмосферу взвешенные вещества, диоксид серы и оксид углерода, а также сбрасывает стоки с целлюлозными остатками, что ухудшает качество воздуха и водоемов в промзоне (см. подглавы 5.2.1 и 5.2.2) [29]. Эти объекты создают локальные зоны высокого экологического риска, особенно вблизи жилых районов Коммунара и Гатчины.

Объекты высокого риска, включая полигон в пос. Новый Свет и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"», также вносят значительный вклад в деградацию окружающей среды. Полигон отходов является источником метана и летучих органических соединений, загрязняющих атмосферу, а также потенциально токсичных веществ, проникающих в почвы и грунтовые воды при нарушении противофильтрационных экранов (см. подглавы 5.2.1 и 5.2.3) [27]. ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» сбрасывает сточные воды с органическими и хлорсодержащими соединениями, что снижает содержание кислорода в водоемах и способствует накоплению загрязнителей в донных

отложениях (см. подглаву 5.2.2) [29]. Эти объекты усиливают экологическую нагрузку в северо-западной части района, где уже зафиксированы превышения ПДК по кадмию и бенз(а)пирену в почвах (см. таблицы 2.3.3, 2.3.4) [22].

Объекты значительного риска, такие как ЗАО «Сиброспереработка» (д. Малые Колпаны), ООО «Леноблптицепром» (пос. Пудость) и ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» (д. Батово), оказывают локальное воздействие, но в совокупности увеличивают антропогенную нагрузку. Например, ЗАО «Сиброспереработка» выбрасывает пыль и ЛОС, а также накапливает древесные отходы, вызывающие закисление почв (см. подглавы 5.2.1 и 5.2.3) [31]. ООО «Леноблптицепром» производит органические отходы, богатые азотом и фосфором, которые при неконтролируемом внесении загрязняют почвы и водоемы (см. подглавы 5.2.2 и 5.2.3) [32]. ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» способствует смыву агрохимикатов в водотоки, вызывая эвтрофикацию (см. подглаву 5.2.2) [32].

Экологическая опасность объектов в Гатчинском районе определяется их категорией риска, типом деятельности и географическим положением. Северо-западная часть региона, включающая г. Гатчина, г. Коммунар и пос. Войсковицы, испытывает наибольшую нагрузку из-за концентрации объектов I и II категорий (см. рисунок 6.1) [26]. Здесь фиксируются превышения ПДК по ХПК и ртути в реке Славянка, а также по кадмию и бенз(а)пирену в почвах, что подтверждает высокий уровень загрязнения (см. таблицы 2.2.1, 2.3.3, 2.3.4) [22]. Близость к Санкт-Петербургу и развитая транспортная сеть (трасса Е95) усиливают воздействие, увеличивая выбросы диоксида азота и взвешенных веществ от автотранспорта (см. подглаву 2.1) [18–20].

Юго-восточная часть района, напротив, менее затронута антропогенной деятельностью благодаря удаленности от промышленных зон и наличию ООПТ, таких как Мшинское болото (см. рисунок 2.5.1) [25]. Однако даже здесь сельскохозяйственные объекты, такие как ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"», создают риски, связанные с эвтрофикацией водоемов из-за смыва удобрений

(см. подглаву 5.2.2) [32]. Ограниченное число точек мониторинга в южной части (см. рисунок 2.1) затрудняет оценку этих рисков, но природные условия, включая лесные массивы (63% территории) и болотные системы, способствуют устойчивости экосистем (см. подглаву 1.6 и рисунок 6.1.1) [1, 33].

Прогноз экологической опасности объектов в Гатчинском районе основывается на текущих тенденциях антропогенной нагрузки и данных мониторинга. В северной части региона, без внедрения мер по снижению воздействия, вероятно дальнейшее ухудшение качества водоемов, особенно реки Славянка, из-за сбросов с очистных сооружений и промышленных предприятий (см. подглаву 2.2) [22]. Увеличение концентраций биогенных элементов и ХТП может привести к усилению эвтрофикации и снижению биоразнообразия водных экосистем. В атмосфере ожидается рост концентраций взвешенных веществ и диоксида азота, особенно в г. Коммунар, из-за деятельности АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (см. подглаву 2.1) [18–20].

Почвенный покров вблизи полигонов (пос. Новый Свет, д. Ивановка) и промышленных зон останется под угрозой загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами, если не будут внедрены современные технологии утилизации отходов (см. подглаву 5.2.3) [27, 29]. Ландшафтные изменения, связанные с формированием отвалов и вырубкой лесов, будут продолжаться в северо-западной части, особенно вблизи полигонов и АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» (см. подглаву 5.2.4) [29]. В юго-восточной части прогнозируется относительно стабильное состояние благодаря низкой плотности объектов и природоохранным мерам на ООПТ, но сельскохозяйственная деятельность требует контроля для предотвращения смыва агрохимикатов.

Для минимизации экологической опасности объектов в Гатчинском районе необходимо внедрение следующих мер:

1. Модернизация очистных сооружений: Обновление технологий на очистных сооружениях г. Гатчины и АО «Коммунальные системы Гатчинского района» для повышения эффективности очистки стоков и снижения ХПК (см. подглаву 5.2.2) [27, 30].
2. Внедрение НДТ: Применение наилучших доступных технологий на АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» для сокращения выбросов и сбросов (см. подглавы 5.2.1 и 5.2.2) [28, 29].
3. Управление отходами: Установка современных противофильтрационных экранов и систем улавливания газов на полигонах в пос. Новый Свет и д. Ивановка для предотвращения загрязнения почв и атмосферы (см. подглавы 5.2.3 и 5.2.4) [27, 29].
4. Контроль агрохимикатов: Регулирование применения удобрений и пестицидов на ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» для минимизации смыва в водоемы (см. подглаву 5.2.2) [32].
5. Расширение мониторинга: Увеличение числа точек мониторинга в юго-восточной части района, включая малые реки и болотные системы, для более точной оценки рисков (см. подглавы 2.2 и 2.5) [22, 25].



Рисунок 6.1 – Карта расположения объектов чрезвычайного высокого, высокого и значительного уровня экологического риска в Гатчинском округе Ленинградской области [26]

Вывод:

Техногенные объекты Гатчинского района, включая очистные сооружения г. Гатчины, АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» и полигоны отходов, создают высокую экологическую опасность, особенно в северо-западной части региона, где зафиксированы превышения ПДК в водоемах и почвах (см. таблицу 5.1.1 и рисунок 6.1) [26, 22]. Юго-восточная часть остается менее затронутой благодаря ООПТ и низкой плотности объектов, но требует контроля за сельскохозяйственной деятельностью. Прогноз указывает на возможное ухудшение экологической ситуации в северной части без внедрения мер по снижению воздействия. Для

обеспечения экологической безопасности необходимы модернизация технологий, усиление мониторинга и внедрение НДТ, что позволит минимизировать риски и сохранить природные ресурсы района [26–32].

6.1 Комплексная оценка современного состояния природной среды Гатчинского района Ленинградской области с целью обеспечения экологической безопасности.

Гатчинский район Ленинградской области представляет собой территорию с уникальными природными комплексами и значительной антропогенной нагрузкой, обусловленной близостью к Санкт-Петербургу и концентрацией техногенных объектов (см. главу 1 и таблицу 5.1.1) [1, 26]. Комплексная оценка состояния природной среды района основана на анализе данных мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенного покрова, недр и особо охраняемых природных территорий (ООПТ) за период 2020–2023 годы (см. главы 2–4) [18–25]. Учитывая физико-географические особенности, пространственное распределение техногенных объектов и результаты исследований, экологическая ситуация в районе характеризуется как неоднородная, с выраженной дифференциацией между северо-западной и юго-восточной частями (см. рисунки 6.1, 6.1.1) [26, 33]. Северо-западная область испытывает наибольшую антропогенную нагрузку из-за высокой урбанизации, промышленной деятельности и развитой транспортной инфраструктуры, тогда как юго-восточная часть сохраняет более стабильное природное состояние благодаря наличию ООПТ и меньшей плотности объектов. В данном разделе представлены выводы о текущем состоянии окружающей среды, прогноз ее возможных изменений и рекомендации по обеспечению экологической безопасности, с акцентом на минимизацию рисков и сохранение природных ресурсов.

Современное состояние природной среды:

Атмосферный воздух: Мониторинг атмосферного воздуха, проведенный преимущественно в г. Гатчина, показывает низкий уровень загрязнения (ИЗА < 2) с отсутствием превышений ПДК по основным загрязняющим веществам (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, бенз(а)пирен) за 2020–2022 годы (см. таблицы 2.1.1–2.1.6, рисунки 2.1.1–2.1.4) [18–20]. Однако тенденция роста концентраций взвешенных веществ и диоксида азота вблизи промышленных зон и транспортных артерий (например, трасса Е95) указывает на потенциальные риски, связанные с деятельностью АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (см. подглаву 5.2.1) [29]. Ограниченность мониторинга одной точкой снижает точность оценки в южной части района, где влияние объектов, таких как ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"», остается недостаточно изученным [18].

Поверхностные воды: Качество поверхностных вод варьируется по району. Река Славянка классифицируется как загрязненная, с превышениями ПДК по ХПК и ртути, что связано со сбросами с канализационных очистных сооружений г. Гатчины и промышленных предприятий (см. таблицы 2.2.1, 2.2.2) [21–22]. Река Суйда, напротив, слабо загрязнена, но также демонстрирует умеренное антропогенное воздействие, вероятно, от сельскохозяйственных стоков ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» (см. подглаву 5.2.2) [32]. Ограниченное число точек мониторинга (см. рисунок 2.1) затрудняет оценку состояния малых рек и озвров, что требует расширения исследований [22].

Почвенный покров: Почвы района, представленные преимущественно дерново-подзолистыми и дерново-карбонатными типами, в целом соответствуют нормам, но в северной части выявлены локальные превышения ПДК по кадмию и бенз(а)пирену (см. таблицы 2.3.3, 2.3.4) [22–24]. Эти нарушения связаны с деятельностью полигонов отходов (пос. Новый Свет, д. Ивановка) и промышленных объектов, таких как АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД»

и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» (см. подглавление 5.2.3) [29, 27]. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) указывает на допустимый уровень загрязнения ($Z_c < 16$), но подтверждает более высокую степень деградации вблизи административного центра и трассы E95 (см. рисунок 6.1.3) [33]. Южные болотные и лесные зоны (см. рисунок 2.3.1) остаются менее затронутыми, но требуют мониторинга [23–24].

Подземные воды: Грунтовые воды в северной части района, особенно вблизи д. Малое Верево, характеризуются как относительно удовлетворительные, с отсутствием высоких концентраций загрязняющих веществ (см. таблицы 4.4.2, 4.4.4) [22]. Однако их незащищенность (категория I по методу В.М. Гольдберга) повышает риск загрязнения от полигонов и промышленных стоков (см. подглавление 4.4) [22]. Ордовикско-кембрийский водоносный горизонт, используемый для водоснабжения г. Гатчины, сохраняет стабильный химический состав благодаря естественной защите (см. подглавление 1.4) [10–12].

Недра и ландшафт: Разработка месторождений (Гатчинское хранилище газа, Кауштенское, Новинское) сопровождается изменением рельефа и нарушением почвенного покрова, особенно в северо-западной части (см. рисунок 2.4.1, подглавление 5.2.4) [22, 27]. Полигоны отходов (пос. Новый Свет, д. Ивановка) формируют техногенные формы рельефа, а вырубка лесов для нужд ЗАО «Сиброспереработка» снижает биоразнообразие (см. подглавление 5.2.4) [31]. Юго-восточная часть, включая Мшинское болото, сохраняет природный ландшафт благодаря ООПТ (см. рисунок 2.5.1) [25].

ООПТ: Мшинское, Ракитинское и Глебовское болота, а также обнажения девона на реке Оредеж поддерживают биоразнообразие, но подвергаются рискам от нерегулируемого туризма и стоков (см. подглавление 2.5) [25]. Их стабильное состояние подтверждается данными ГИС, но требует усиления охранных мер [22].

Пространственная дифференциация и землепользование:

По данным карты землепользования, Гатчинский район разделен на северо-западную и юго-восточную области с различной антропогенной нагрузкой (см. рисунок 6.1.1) [33]. Северо-западная часть, включающая г. Гатчина и г. Коммунар, характеризуется высокой долей строительных сооружений (9%) и сельскохозяйственных угодий (12%), что отражает интенсивное освоение территории (см. рисунок 6.1.2) [33]. Юго-восточная часть, напротив, доминирует лесами (63%) и водно-болотными угодьями (см. рисунок 2.3.1), что снижает экологическую нагрузку [23]. Наличие ООПТ в южной части (см. рисунок 2.5.1) и удаленность от трассы Е95 способствуют сохранению природных экосистем [25].

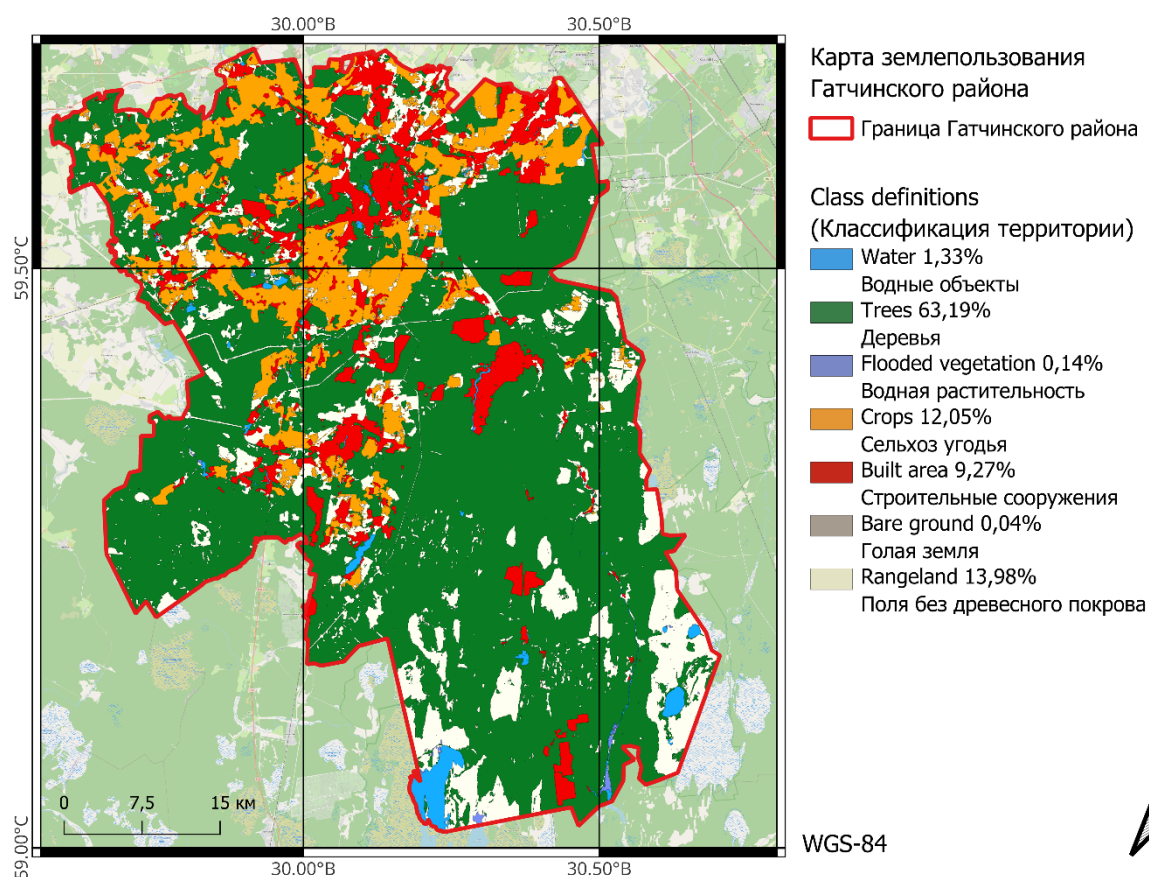


Рисунок 6.1.1 – Карта землепользования Гатчинского района [33]

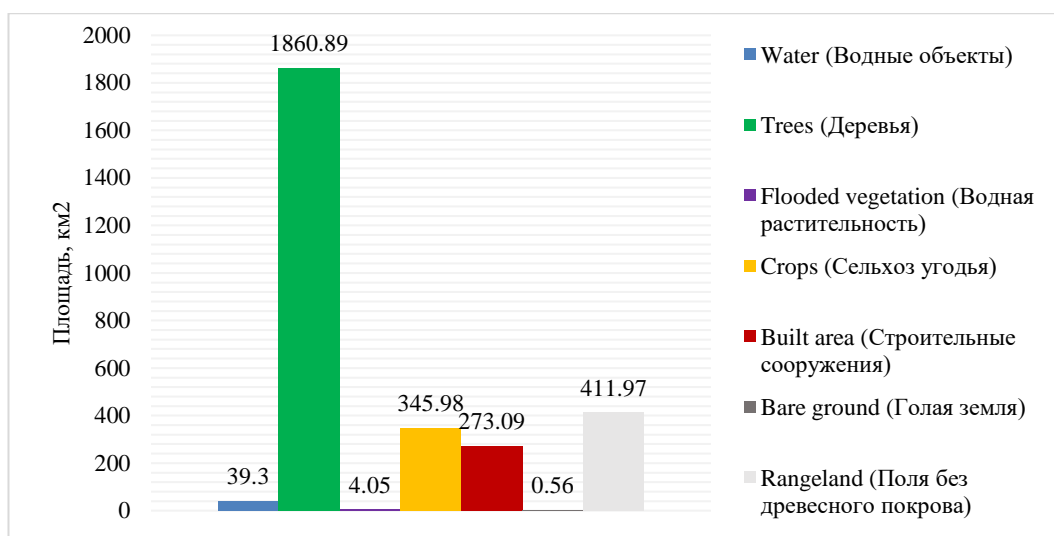


Рисунок 6.1.2 – Сравнение классифицированных территорий по площади

Для иллюстрации распределения загрязнения по северной части региона были взяты значения суммарного показателя загрязнения почвенного слоя (Z_c) с исследованных точек и проинтерполированы между собой (см. рис. 6.1.3). Для более достоверной картины также были использованы данные мониторинга почвенного слоя Волосовского округа, граничащего с Гатчинским округом на западе. Из-за нехватки данных проинтерполирован был только северный район округа. Интерполяция была проведена в программе SAGA GIS методом Ordinary Kriging, так как он наиболее подходит для полей точек с неполными данными. Карта распределения суммарного показателя загрязнения почв (Z_c) подтверждает более высокий уровень деградации в северной части, особенно вблизи г. Гатчина и трассы Е95, где значения Z_c выше, чем в южных зонах (см. рисунок 6.1.3) [33]. Это коррелирует с концентрацией техногенных объектов (см. рисунок 6.1) и подтверждает выводы главы 6 о высокой экологической опасности в северо-западной области [26].

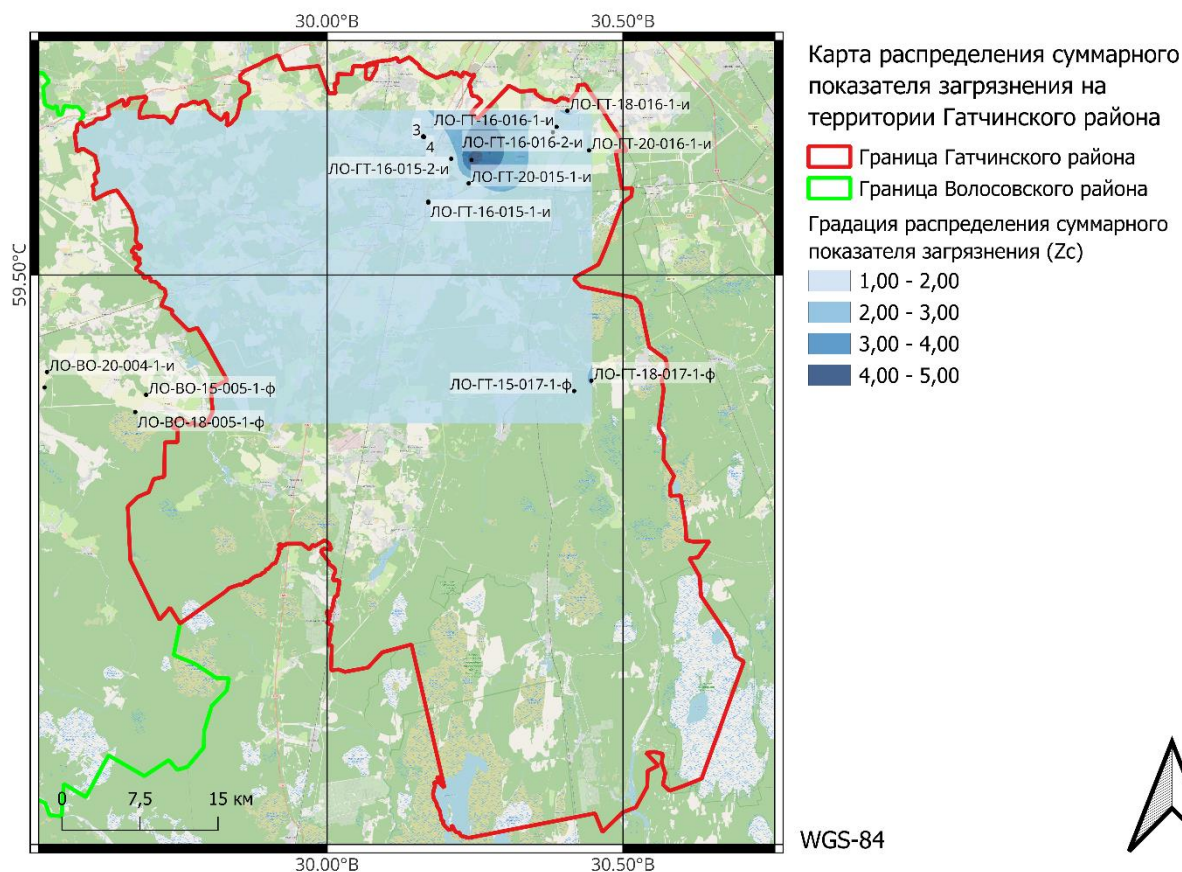


Рисунок 6.1.3 – Карта распределения суммарного показателя загрязнения (Z_c) на территории Гатчинского района

Прогноз экологических изменений:

Без внедрения мер по снижению антропогенной нагрузки в северо-западной части района прогнозируется ухудшение качества природной среды. Реки, такие как Славянка, могут столкнуться с усилением эвтрофикации из-за сбросов с очистных сооружений г. Гатчины и промышленных предприятий, что снизит биоразнообразие водных экосистем (см. подглавление 2.2) [22]. Атмосферный воздух в г. Коммунар и пос. Войсковицы может ухудшиться из-за роста выбросов взвешенных веществ и диоксида азота от АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и котельных АО «Коммунальные системы Гатчинского района» (см. подглавление 5.2.1) [29, 30]. Почвы вблизи полигонов (пос. Новый Свет, д. Ивановка) останутся под угрозой загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами, что усилит их деградацию (см. подглавление 5.2.3) [27].

Ландшафтные изменения, включая техногенные отвалы и вырубку лесов, продолжатся в северной части, снижая эстетическую и экологическую ценность территории (см. подглавление 5.2.4) [27, 31].

В юго-восточной части прогнозируется относительно стабильное состояние благодаря природоохранным мерам на ООПТ и низкой плотности техногенных объектов (см. рисунок 2.5.1) [25]. Однако сельскохозяйственная деятельность ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» может привести к локальной эвтрофикации водоемов из-за смыва удобрений, если не будет внедрен строгий контроль (см. подглавление 5.2.2) [32]. Климатические изменения, включая рост осадков (600–800 мм/год), могут усилить эрозию почв и смыв агрохимикатов, особенно в южной части (см. подглавление 1.2) [4–6].

Рекомендации по обеспечению экологической безопасности:

Для минимизации антропогенной нагрузки и сохранения природной среды Гатчинского района предлагаются следующие меры:

1. Модернизация очистных систем: Обновление технологий на канализационных очистных сооружениях г. Гатчины и АО «Коммунальные системы Гатчинского района» для повышения эффективности очистки стоков и снижения ХПК (см. подглавление 5.2.2) [27, 30]. Внедрение биологических методов очистки на станции АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» для сокращения сбросов целлюлозных остатков [29].

2. Внедрение наилучших доступных технологий (НДТ): Применение НДТ на АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и ПАО «Бумажная фабрика "Коммунар"» для сокращения выбросов взвешенных веществ, диоксида серы и диоксида азота, а также оптимизации водопотребления (см. подглавы 5.2.1, 5.2.2) [28, 29].

3. Управление отходами: Установка современных противофильтрационных экранов и систем улавливания метана на полигонах в пос. Новый Свет и д. Ивановка для предотвращения загрязнения почв и

атмосферы (см. подглавы 5.2.3, 5.2.4) [27]. Разработка программ рекультивации земель в зонах полигонов и карьеров [22].

4. Регулирование сельскохозяйственной деятельности: Введение строгого контроля за применением удобрений и пестицидов на ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"» и ООО «Леноблптицепром» для предотвращения смыыва биогенных элементов в водоемы и загрязнения почв (см. подглавы 5.2.2, 5.2.3) [32].

5. Расширение мониторинга: Увеличение числа точек мониторинга в юго-восточной части района, включая малые реки, озера и болотные системы, для оценки воздействия сельскохозяйственных объектов и состояния ООПТ (см. подглавы 2.2, 2.5) [21–25]. Внедрение мобильных лабораторий для анализа атмосферного воздуха в южных зонах [18].

6. Охрана ООПТ: Усиление контроля за посещением Мшинского, Ракитинского и Глебовского болот, а также обнажений девона на реке Оредеж, для предотвращения антропогенных нарушений (см. подглавление 2.5) [25]. Разработка образовательных программ для туристов и местных жителей [22].

7. Оптимизация транспортных потоков: Снижение выбросов диоксида азота от автотранспорта на трассе Е95 путем организации объездных маршрутов и внедрения экологичных видов транспорта (см. подглавление 2.1) [18–20].

Вывод:

Современное состояние природной среды Гатчинского района характеризуется как удовлетворительное с локальными нарушениями в северо-западной части, где сосредоточены техногенные объекты чрезвычайно высокого и высокого риска, такие как очистные сооружения г. Гатчины, АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и полигоны отходов (см. таблицу 5.1.1, рисунок 6.1) [26]. Превышения ПДК по ХПК и ртути в реке Славянка, а также по кадмию и бенз(а)пирену в почвах указывают на высокую антропогенную нагрузку вблизи г. Гатчина и г. Коммунар (см. таблицы 2.2.1, 2.3.3, 2.3.4) [22]. Юго-

восточная часть сохраняет стабильное состояние благодаря ООПТ и низкой урбанизации, но требует контроля за сельскохозяйственной деятельностью (см. рисунки 2.5.1, 6.1.1) [25, 33]. Прогноз указывает на риск ухудшения экологической ситуации в северной части без внедрения мер по снижению воздействия. Для обеспечения экологической безопасности необходимы модернизация очистных систем, внедрение НДТ, усиление мониторинга и регулирование землепользования, что позволит минимизировать риски и сохранить уникальные природные комплексы района [26–33].

Заключение

Проведённое исследование позволило выполнить комплексную оценку современного состояния природной среды Гатчинского района Ленинградской области, выявить основные факторы антропогенного воздействия и разработать рекомендации по обеспечению экологической безопасности. Анализ физико-географических особенностей района показал его неоднородность: северо-западная часть, включающая г. Гатчина и г. Коммунар, характеризуется высокой урбанизацией и плотностью техногенных объектов, тогда как юго-восточная часть, с преобладанием лесов и ООПТ, таких как Мшинское болото, сохраняет более стабильное экологическое состояние [1, 25, 33].

Данные мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и недр за 2020–2023 годы выявили локальные нарушения в северной части района. Река Славянка классифицируется как загрязнённая с превышениями ПДК по ХПК и ртути, а почвы вблизи трассы Е95 и полигонов отходов содержат повышенные концентрации кадмия и бенз(а)пирена (см. таблицы 2.2.1, 2.3.3, 2.3.4) [21–24]. Атмосферный воздух остаётся относительно чистым ($\text{ИЗА} < 2$), но отмечается рост концентраций взвешенных веществ и диоксида азота в промзонах [18–20]. ООПТ, включая Мшинское и Ракитинское болота, поддерживают биоразнообразие, но требуют защиты от нерегулируемого туризма [25].

Полевые исследования в д. Малое Верево дополнили данные мониторинга, показав удовлетворительное состояние почв с незначительными отклонениями и умеренное химическое загрязнение грунтовых вод, проявляющееся в превышениях ХПК, БПК, железа и фенолов (см. таблицу 4.4.2). Незащищённость грунтовых вод подчёркивает их уязвимость к техногенному воздействию, особенно вблизи транспортных и коммунальных объектов [22].

Анализ техногенных объектов выявил 13 предприятий I–III категорий риска, включая канализационные очистные сооружения г. Гатчины, АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» и полигон в пос. Новый Свет, которые создают основную экологическую нагрузку в северо-западной части (см. таблицу 5.1.1, рисунок 6.1) [26]. Их деятельность приводит к загрязнению водоёмов органическими и хлорсодержащими соединениями, выбросам ЛОС и накоплению тяжёлых металлов в почвах [27–29]. Юго-восточная часть испытывает меньшее воздействие, но сельскохозяйственные объекты, такие как ЗАО «Агрокомплекс "Оредеж"», способствуют смыву агрохимикатов, вызывая локальную эвтрофикацию [32].

Прогноз экологической ситуации указывает на риск ухудшения состояния природных компонентов в северной части без внедрения природоохранных мер. Возможны усиление эвтрофикации водоёмов, рост загрязнения атмосферы и деградация почв вблизи промышленных зон и полигонов [22, 27]. Юго-восточная часть сохранит стабильность при условии контроля сельскохозяйственной деятельности и усиления охраны ООПТ [25, 33].

Для минимизации экологических рисков предложены рекомендации, включающие модернизацию очистных сооружений, внедрение наилучших доступных технологий на промышленных предприятиях, установку противofiltrационных экранов на полигонах, регулирование применения агрохимикатов и расширение сети мониторинга, особенно в южной части района [27–30, 32]. Усиление контроля за ООПТ и оптимизация транспортных потоков на трассе E95 позволят снизить антропогенное давление [18, 25].

Практическая значимость работы заключается в предоставлении данных для органов местного самоуправления и экологических служб, которые могут использовать результаты для планирования природоохранных мероприятий. Рекомендации способствуют сохранению природных комплексов, включая ООПТ, и обеспечению экологической безопасности региона. Научная новизна

состоит в локальном исследовании д. Малое Верево и комплексной оценке экологической опасности техногенных объектов с учётом пространственной дифференциации [26, 33].

В заключение, исследование подчёркивает необходимость сбалансированного подхода к развитию Гатчинского района, сочетающего экономическую активность с мерами по защите природной среды. Реализация предложенных мер позволит минимизировать экологические риски и сохранить уникальные природные ресурсы региона для будущих поколений.

Список литературных источников

1. Атлас Ленинградской области / гл. ред. А.А. Субетто. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2022. — 112 с.
2. Гатчинский муниципальный округ. Официальный сайт. URL: <https://gmolo.ru> (дата обращения: 23.04.2025).
3. Карта административно-территориального устройства Ленинградской области. URL: <https://lenobl.ru/ru/o-regione/msu/karta/> (дата обращения: 23.04.2025).
4. Климат и средняя погода круглый год в Гатчине // Weatherspark. URL: <https://ru.weatherspark.com/y/96712/Обычная-погода-в-Гатчина-Россия-весь-год> (дата обращения: 23.04.2025).
5. Климат Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Северо-Западное УГМС. URL: <https://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=2> (дата обращения: 23.04.2025).
6. Климат Ленинградской области // Метеонова. URL: <https://www.meteonova.ru/klimat/47/Leningradsкая%20Oblast/> (дата обращения: 23.04.2025).
7. Киселёв И.И., Проскуряков В.В., Саванин В.В. Геология и полезные ископаемые Ленинградской области. — СПб.: Недра, 2002. — 256 с.
8. Геология СССР. Том 1. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Геологическое описание / ред. В.А. Селиванова, В.С. Кофман. — М.: Недра, 1971. — 504 с.
9. Геология в развивающемся мире: сборник научных трудов. URL: <https://elis.psu.ru/node/623026?language=en> (дата обращения: 23.04.2025).
10. Бродская Н.А., Виноград Н.А., Соколова А.А. Полевая гидрогеология: учебник. — СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. — 410 с.
11. Муляренко Д. Гидроэкологические исследования Гатчинского района Ленинградской области. — СПб.–Гатчина: Гатчинский Дворец-музей, 2003. — 37 с.

12. Особенности формирования подземных вод в условиях антропогенной нагрузки Гатчинского района Ленинградской области // Экологическая химия. — 2020. — № 2. — С. 45–56.
13. Виноград Н.А., Романова А.А. Экологическое состояние грунтовых вод деревни Даймище Гатчинского района Ленинградской области // Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках: сб. науч. тр. — 2020. — С. 45–50.
14. Химические составы подземных вод южных районов Ленинградской области: Гатчинский район, родники села Рождествено, Источник Святой пещеры // Химбур. — 2020. — URL: <https://vodabur.ru/articles/chemical-compositions-of-natural-waters-springs/> (дата обращения: 23.04.2025).
15. Красная книга почв Ленинградской области / Под ред. Б. Ф. Апарина. — СПб.: Аэроплан, 2007. — 320 с. — Режим доступа: <https://files.soil-db.ru/files/red-data-soil-book-leningrad-region.pdf>
16. Сухачева Е. Ю., Апарин Б. Ф. Структура почвенного покрова антропогенно-измененных ландшафтов Ленинградской области // Почвоведение. — 2019. — № 9. — С. 1140–1154.
17. Гатчинское лесничество Ленинградской области. — 2018. — 84 с.
18. Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2022 г.: доклад. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — Санкт-Петербург, 2023.
19. Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2021 г.: доклад. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — Санкт-Петербург, 2022.
20. Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2020 г.: доклад. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — Санкт-Петербург, 2021.
21. Карта качества поверхностных вод Российской Федерации [Электронный ресурс] / ФГБУ «Гидрохимический институт». — Режим доступа: <https://gidrohim.com/node/61> (дата обращения: 23.04.2025).

22. Региональная геоинформационная система Ленинградской области [Электронный ресурс] / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — Режим доступа: <https://fpd.lenobl.ru/app/5/layers> (дата обращения: 23.04.2025).
23. FAO Soils Portal [Электронный ресурс]. - URL: <https://data.apps.fao.org/map/catalog/srv/eng/catalog.search#/metadata/446ed430-8383-11db-b9b2-000d939bc5d8> (дата обращения: 23.04.2025).
24. Инфопочва [Электронный ресурс]. - URL: <https://infoil.ru/index.php?pageID=mapcorr> (дата обращения: 22.05.2025).
25. Информационно-справочная система "ООПТ России" [Электронный ресурс]. - URL: <https://oopt.info/> (дата обращения: 22.05.2025).
26. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). Надзорные виды деятельности [Электронный ресурс]. — URL: <https://rpn.gov.ru/activity/supervision/types/> (дата обращения: 22.05.2025).
27. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» // Собрание законодательства РФ. — 2021. — № 2. — Ст. 398.
28. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 25.12.2023) // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 2. — Ст. 133.
29. АО «КНАУФ ПЕТРОБОРД». Официальный сайт [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.knauf.ru> (дата обращения: 22.05.2025).
30. Приказ Росприроднадзора от 18 сентября 2017 г. № 447 «Об утверждении порядка ведения реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» // Российская газета. — 2017. — № 220.
31. ЗАО «Сиброспереработка». Официальный сайт [Электронный ресурс]. — URL: <https://sibros.ru> (дата обращения: 22.05.2025).

32. Министерство сельского хозяйства РФ. Реестр сельскохозяйственных предприятий [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru> (дата обращения: 22.05.2025).
33. ArcGIS Online: Global Ecological Zones [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=cfc7609de5f478eb7666240902d4d3d> (дата обращения: 22.05.2025).