



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической без-
опасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему Экологическая оценка урбопочв намывных территорий Санкт-Петербурга

Исполнитель Абрамов Виктор Александрович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Рижия Елена Яновна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой 
(подпись)

кандидат биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Мухин Иван Андреевич
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2025 г.

Санкт-Петербург

2025

Оглавление	
Введение	4
Глава 1. Намывные территории в мире и в Российской Федерации	8
1.1. Зарубежный опыт намыва территорий и их дальнейшее использование.....	8
1.2 Опыт Российской Федерации по формированию намывных территорий и их использование	11
1.3 Экологические проблемы намывных территорий.....	14
1.4 Анализ потенциальных источников загрязнения урбопочв насыпных территорий Васильевского и Приморского районов Санкт-Петербурга	16
Глава 2. Объекты и методы.....	18
2.1 Объекты исследования	18
2.2 Методы измерений и термины.....	30
2.2.1 Отбор проб почвы для химического анализа	30
2.2.2. Тяжелые металлы.....	31
2.2.3. Определение массовой концентрации нефтепродуктов	33
2.2.4 Определение летучих фенолов.....	33
2.2.5 Определение наличия концентрации бенз(а)пирена в почвогрунте.....	34
2.2.6 Определение водорастворимых катионов и анионов.....	35
2.2.7 Биотестирование	35
2.3 Потенциальный ущерб	35
Глава 3. Оценка экологического состояния почвогрунтов намывных территорий Санкт-Петербурга	38
3.1 Органические загрязнители.....	38
3.1.1 Содержание нефтепродуктов в образцах почв намывных территорий... 38	
3.1.2 Содержание бенз(а)пирена в исследуемых почвогрунтах намывных территорий.	40
3.2 Содержание летучего фенола в исследуемых почвогрунтах намывных территорий.	40

3.3 Биотестирование тест-системой «Эколюм»	41
Глава 4. Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий Санкт-Петербурга тяжелыми металлами.....	44
4.1 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий железом	45
4.2 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой свинца.	48
4.3 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой кадмия.....	50
4.4 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой никеля	52
4.5 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой меди.	56
4.6 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий марганцем в валовой форме	59
4.7 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий цинком.....	62
4.8 Суммарное загрязнение почвогрунтов исследованных территорий тяжелыми металлами.....	65
5. Рекомендации.....	67
Заключение	69
Список литературы.....	72
Приложения	79

Введение

Вопрос намыва территорий в различных странах остается актуальным, особенно если этого требуют физико-географические и природно-климатические условия, к примеру, они расположены на низменном заболоченном рельефе, ограничены пустынями или горами, входят в разряд островных территорий, требующих укрепления береговой линии, либо этого требуют социальные аспекты – территории характеризуются высокой плотностью населения на ограниченном морем участке и т.д. Благодаря расширению площади территории увеличиваются или создаются новые участки суши, которые можно использовать для жизнедеятельности, и на которых появляется новая инфраструктура, соответствующая требованиям к качеству жизни людей. Намывные территории — это участки суши, которые были созданы искусственно. В настоящее время новые территории предоставляют дополнительные возможности для строительства жилых и коммерческих объектов, возведения морских портовых терминалов, аэропортов, мостов, защитных и гидротехнических сооружений и других объектов. Это способствует развитию туризма, промышленности и градостроительства. Ряд стран, среди которых Голландия, Япония, США, Сингапур, Кипр и Китай использовали этот метод и продолжают использовать для увеличения своих территорий [1].

Санкт-Петербург входит в число городов мира, который также использует способ использования намыва территорий для различных целей. По своему определению, намыв — это механизированный процесс гидравлической укладки грунтовых или горных пород с заданной плотностью в земляные сооружения. Следует отметить, что это не современный технологический способ, в том же Петербурге его использовали с момента основания города. В частности, еще в XVIII веке, для защиты молодой столицы России с моря, вокруг острова Котлин возводились форты из камня, а для борьбы с периодическими наводнениями – возводили дамбы. Болотистая

местность Приморской низины, которую занимает город, требовала укрепления берегов и осушения почв, и таким образом расширились Заячий остров, сформировались искусственные насыпи на берегах Васильевского, Адмиралтейского островов, Стрельны, Петергофа, Ораниенбаума. К началу XX века особенно претерпела заметные антропогенные изменения акватория Невской губы и прилегающие к ней участки восточной части Финского залива. Начал создаваться новый облик города со стороны Финского залива вдоль западной части Васильевского острова. Данный процесс продолжился до настоящего времени. В частности, с 2005 года реализуется проект «Морской фасад» для круизных лайнеров и фарватеров к нему, а также реализуется проект создания намывных территорий под застройку. Намывают территорию перед морской дамбой в Ломоносовском районе (станция Бронка), со стороны Курортного района города (проект «Новый берег» рядом со Сестрорецком. В Приморском районе – парк 300-летия Санкт-Петербурга, а также высочайшая в Европе башня Лахта-центр, который принимает посетителей полюбоваться красотой Санкт-Петербурга с высоты птичьего полета [2].

Конечно, данная технология оказывает негативное воздействие на прибрежную экосистему, и в первую очередь – на водную. Из-за перемещения больших объемов донного грунта, который используют в процессе намыва территорий, происходит ухудшение качества воды, отрицательное влияние на биоты, а также изменение геологической среды. Снижается прозрачность воды, происходит увеличение количества взвешенных частиц – мутности. Также в природных водах снижается концентрация кислорода, усиливается инфильтрация загрязняющих веществ в придонный слой воды из донных отложений, а также происходит изменение сорбционной способности осадков. В совокупности ухудшаются световые условия в водоеме, происходит угнетение фотосинтеза у первичных продуцентов - фототрофов. Страдает от избыточного поглощения минеральной взвеси и от повышенного количества взвеси в воде бентос [3].

Для того, чтобы намывная территория превратилась в комфортную городскую застройку с зонами отдыха и парков, после проведения технического этапа укладки песчаных масс требуется биологическая рекультивация. Пройдет до нескольких десятков, а то и сотен лет, прежде чем на данных территориях сформируются почвы, подобные естественным для региона. В первые десятки лет они будут представлять собой почвогрунты, которые отличаются от естественных почв своей искусственностью. В его составе в верхней части укладывается на достаточно плотный песчаный грунт в определенных пропорциях плодородный гумусовый и пытаются добиться улучшения качества земли, создающие условия для роста и развития растений, что особенно необходимо при благоустройстве земельных участков, озеленении территорий. Данные антропогенные образования относятся к урбанизированным почвам (урбопочвам) – урбоземам. Они характеризуются отсутствием естественных генетических горизонтов, а также отличаются примесью городского мусора, включениями камней, щебня. Спустя время в данной урбопочве начинает развиваться биоценоз с огромным количеством бактерий, микроорганизмов, грибов, насекомых, червей, личинок, произрастать растения [4].

Для молодых почв характерна высокая вариабельность физических и химических свойств по сравнению с почвами природных ландшафтов. На них начинают воздействовать компоненты окружающей среды. В условиях урбанизированной техногеосистемы в результате прямых воздействий на почвенный покров неизбежно происходит количественное и качественное преобразование его вещественного состава, накопление ряда загрязняющих веществ и их перераспределение по профилю, активное преобразование минеральной основы. Постоянные ветра приносят смог и отходы промышленных предприятий. Строительство жилья, рост потока большегрузных автомобилей с песком и машин с выхлопными газами, утечками масел и горючих углеводородов загрязняет почвы, и вызывает цепную реакцию на изменении ее биоразнообразия через снижение запасов

органического вещества почвы, фильтрующей способности, нарушения баланса, что, в совокупности, оказывает пагубное влияние на травяной, моховой, лишайниковый и растительный покров. Создание на намывных территориях экологически сбалансированных культурных биоценозов требует разработки научно обоснованной системы экомониторинга. Требуется экологическая оценка урбопочв намывных территорий Санкт-Петербурга, следовательно работа относится к числу актуальных тем [5].

Цель работы – оценить экологическое состояние урбопочв намывных территорий Санкт-Петербурга.

Задачи исследования:

1. На основе литературных источников ознакомиться с опытом развития намывных территорий и их использования в мире и Российской Федерации
2. Проанализировать химический состав урбопочв намывных территорий Васильевского и Приморского районов Санкт-Петербурга
3. Исследовать загрязнение городских почв исследуемых территорий на содержание тяжелых металлов
4. Оценить суммарное загрязнение почв тяжелыми металлами и некоторыми токсикантами.
5. Предложить рекомендации по устранению существующих загрязнений урбопочв.

Научная новизна: проведен сравнительный анализ изменения свойств намывных почвогрунтов разного возраста, который позволяет расширить базу данных о молодых почвах и определить дальнейшие мероприятия по их сохранению и улучшению.

Глава 1. Намывные территории в мире и в Российской Федерации

1.1. Зарубежный опыт намыва территорий и их дальнейшее использование

Для рассмотрения отечественного и зарубежного опыта развития намывных территорий сперва необходимо определиться, что означает понятие «намывные территории», так как также существуют понятия «искусственный земельный участок» и «искусственный остров».

Понятие «искусственный остров» закреплено в ст. 4.1 ФЗ от 31.07.1998 №155-ФЗ и в ст. 4 ФЗ от 30.11.1995 №187-ФЗ. В перечисленных Федеральных законах можно увидеть, что искусственные острова это стационарно закрепленные согласно проектной документации на их создание по месту расположения объекты (конструкции сооруженные искусственно), которые имеют насыпное, свайное, намывное и (или) иные опорные основания, являющиеся не плавучими, и выступают над поверхность воды во время максимального прилива.

Иными словами, когда речь заходит об искусственных островах, подразумевается «гибко или стационарно закрепленные в соответствии с проектной документацией на их создание по месту расположения стационарные и плавучие (подвижные) буровые установки (платформы), морские плавучие (передвижные) платформы, морские стационарные платформы и другие объекты, а также подводные сооружения (включая скважины)». Помимо этого, подходит название искусственный земельный участок, а также сооружение, местом создания, которого послужил, находящийся в федеральной собственности, какой-либо водный объект. Либо на части этого объекта, посредством намыва, отсыпки донного грунта, а также путём с задействованием каких-либо других технологий, что также признается земельным участком после ввода в эксплуатацию. Подразумевается, что это

может быть как остров, то есть участок, который изолирован от уже существующих земельных участков, либо он может к ним прилегать. В данной формулировке исключается возможность создания искусственного земельного участка в исключительной экономической зоне, а также на континентальном шельфе, из-за их нахождения за пределами государственной границы [6].

В итоге имеем, что искусственный земельный участок можно охарактеризовать как сооружение, создание которого произошло в процессе намыва или в процессе отсыпки грунта, который после ввода в эксплуатацию признается земельным участком.

В Российском законодательстве отсутствует термин «намывные территории». Причины создания намывных территорий могут быть разными. Нехватка земли для строительства жилых зон, решение проблем инфраструктурного характера, изменения облика города (населённого пункта). Чтобы расширить возможности для строительства зданий и различных сооружений государство ищет пути расширения территорий, в связи с чем прибегают к созданию намывных территорий.

Различные страны мира активно создают намывные территории. Помимо России это такие страны как ОАЭ, Нидерланды, Япония, Китай, Дания, Италия, США, Катар и другие. Лидером в данном направлении является Китай. Существуют долгосрочные проекты, среди которых проект Lantau Tomorrow Vision. Планируется намыв между островом Лантау и Гонконгом площадью 1700 га, на котором жильем будет обеспечено 1,1 млн человек, для этих целей проект подразумевает строительство 400 тысяч единиц жилья [2].

Однако дело не ограничивается созданием намывной территории и строительством на ней различных зданий. Необходимо продумать многие аспекты, такие как создание экономического центра, объекты обеспечивающий досуг населения и самое главное – создание отрегулированной транспортной инфраструктуры. Также проект будет

включать мероприятия по мелиорации, жилищное строительства, природоохранную деятельность. Всё это составляет стратегическое планирование [7].

Китай является ярким примером того, как искусственные территории используются для самых разных целей. Например, там создаются порты, терминалы обслуживающие авиалинии и суда, жилые дома, промышленные зоны. Всё это включает в себя экономическая цель. Также создаются острова в виде необычных фигур, который привлекают внимание туристов и инвесторов, это также поднимает престиж. Кроме того, Китай использует намывные территории для расположения своих военных баз. При необходимости имеется возможность быстрого развертывания войск [2].

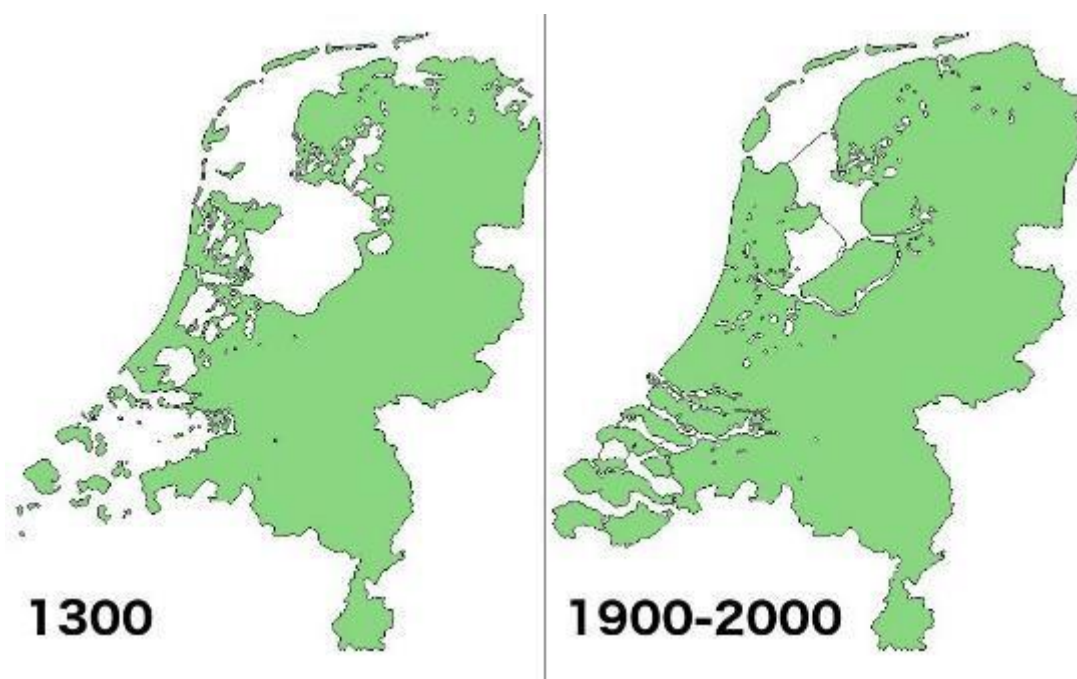


Рисунок 1 – Преобразования береговой линии Нидерландов.

Также при упоминании искусственных территорий сразу вспоминаются Нидерланды. Это относительно небольшое государство имеет проблему дефицита земельных ресурсов, из чего возникают проблемы перенаселения. Помимо этого, в таких условиях промышленность тормозит ход своего

развития. По различным подсчётам 40% от общей площади приходится на искусственные территории. На рисунке 1 можно увидеть изменения береговой линии.

Объединенные Арабские Эмираты прибегают к методу создания искусственных островов, чем значительно увеличивают площадь своих территорий. Данные острова привлекают большое количество туристов, что немало важно, инвесторов. Речь идёт про, уже ставшие знаменитыми, Пальмовые острова, Архипелаги Вселенная и Мир. Остров Пальма Джумейра является самым известным из таких островов, и располагает на себе виллы класса люкс, роскошные отели, торговые центры, небоскрёбы, пляжи, яхт-клубы и торговые центры [7].

Создание искусственных территорий активно осуществляется и в Сингапуре. Порядка 20% этого государства состоит из подобных участков суши. Строительным материалом служит переработанный мусор.

Технологию переработки мусора в строительные материалы также используют и в Японии. Целых семь искусственных архипелагов было создано из таких материалов. Архипелаг Одайба является самым большим из них и располагает на себе парк развлечений. Остров Кансай был выбран для расположения на нём международного аэропорта Осаки [2].

1.2 Опыт Российской Федерации по формированию намывных территорий и их использование.

В Екатеринбурге, Йошкар-Оле, Санкт-Петербурге и в других городах России, таких как Мурманск и Архангельск также прибегают к созданию намывных территорий [2].

Например, в 1702 году по указу Петра I в Ростовской области был создан первый искусственный остров, получивший название Черепаха. Это было с целью воздвигнуть на нём морскую крепость для защиты гавани Таганрога в Азовском море.

В Екатеринбурге намыв появится на реке Исеть, а именно в пределах акватории бывшего Паркового пруда. По плану, на созданном искусственном земельном участке будет построен жилой квартал «Малая Голландия». Комплекс будет включать себя здания, набережные, бульвары и другие социальные сооружения для комфортного проживания населения. Данный квартал является частью Стратегической программы «Чистый благоустроенный город» и направлен на благоустройство территорий, создания зелёной зоны и развития существующей рекреационной системы города[2].

Также искусственные земельные участки могут быть призваны для выполнения менее масштабных планов. Например, в Красноярске строят среднюю образовательную школу для уже существующего микрорайона «Южный берег». Для этих целей было принято решение произвести инженерную подготовку территории, которая будет сопряжена с территорией микрорайона с целью дальнейшего осуществления намыва.

В Санкт-Петербурге, городе часть территории которого и будет рассмотрена в данной работе создание намывных территорий происходит с начала основания города. По указу Петра I расширялись уже существующие острова, например Заячий остров. Изначально цель намывов заключалась в защите от угрозы наводнений, но впоследствии расширение земельных участков стало преследовать цель размещения зданий, таких как портовые сооружения [8].

Намывы на рассматриваемом Васильевском острове появились ещё 1970-1980. Их площадь составляла порядка 50 га и в последствии на них были размещены Новосмоленская и Морская набережные, улица Кораблестроителей, достроили продолжение улицы Наличной.

В наше время процесс намывов продолжается и планируется на будущее, например проекты «Новый берег», «Северный парус», «Санкт-Петербург», «Морской фасад», «Глубоководный порт «Бронка» (рисунок 2).

С учётом того, что для Санкт-Петербурга характерна болотистая местность, активное применение получила технология свайного фундамента. Для того чтобы обеспечить прочное фиксирование оснований, глубоко в грунт вбиваются сваи. После чего необходимо создать систему каналов, которые будут служить водоотводом. Далее создается контур, который идёт по периметру, и который впоследствии наполняют специальной смесью [9].

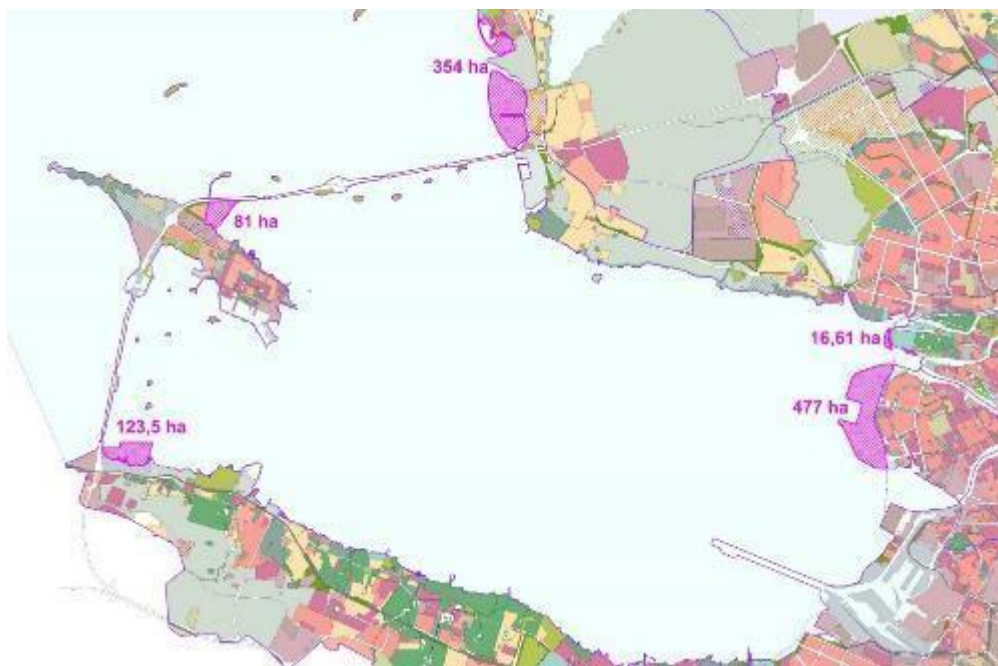


Рисунок 2 - Существующие и запланированные намывные территории в Санкт-Петербурге по состоянию на 2023 год

При создании смеси намыва важно, чтобы не было глиняных и известковых примесей, поэтому для её изготовления зачастую, прибегают к использованию речного песка. Смешивание песка с водой происходит напрямую на борту гидроперегрузжателя после чего поступает на площадку по трубопроводам. Затем происходит откачка избыточной воды, она осуществляется при помощи вертикального дренажа, по итогу чего идёт создание подушки из осевшего песка, на который поступает следующий слой. От глубины засыпки зависит количество слоёв [2].

Современный анализ литературных источников показывает, что намывные территории в Санкт-Петербурге преследуют две цели: (1) — создание дополнительной инфраструктуры в старых и густонаселённых районах города, в основном это автомобильные дороги. (2) — строительство жилых комплексов. Преимущество такого жилья — близость к центру города и относительно низкая стоимость.

К числу главных недостатков намывных территорий в Санкт-Петербурге относится неудовлетворительная экологическая ситуация основных компонентов урбоэкосистем, в том числе и для намывных территорий. Постоянные ветра приносят смог. Для формирования каркаса территорий часто используются отходы промышленных предприятий. Технология намыва не позволяет проводить одновременно с формированием площади проводить работы по благоустройству и закреплению грунта. Это означает, что поверхностный слой песка поднимается ветром и может наблюдаться дефляция. Более подробно экологические проблемы намывных территорий рассмотрены в следующей подглаве [2].

1.3 Экологические проблемы намывных территорий

Использование искусственных территорий, созданных путём намыва, имеет свои преимущества и недостатки. С одной стороны, это позволяет решить проблему нехватки земли и перенаселения. Однако в то же время, значительные изменения в ландшафте и окружающей среде сопутствуют процессу создания новых участков суши. Природные катастрофы, изменения климата и другие экологические проблемы могут возникнуть в результате подобного вмешательства человека в природную среду.

Как утверждают многие экологи, причиной нарушения баланса в Персидском заливе и Аравийском море послужило создание искусственных

островов в ОАЭ. К изменениям в морской экосистеме привело повышение температуры [7].

В результате работ по мелиорации земель и дноуглублению происходит разрушение коралловых рифов, из-за чего происходит сокращение популяций рыб. В свою очередь из-за этого объем коммерческого рыболовства снижается. Также коралловые рифы осуществляют защитную функцию прибрежной зоны от эрозии, фактически служат естественным барьером от волн. Естественная среда обитания птиц исчезает из-за создания искусственных островов. Так, редкий вид морского баклана — персидский — находится на грани вымирания [6].

Происходит изменение естественной береговой линии, что также является проблемой. Искусственные преграды разбивают волны и не дают тем донести песок до материковых. Из-за этого материковые очертания терпят значительные изменения и могут быть затоплены морем [9].

Создание искусственных территорий в Санкт-Петербурге вызывает опасения учёных из-за загрязнения Финского залива и изменения миграционных путей птиц. Это также влияет на популяции рыб, включая корюшку [Намывные территории, 2021] [7].

Таким образом, намывы Санкт-Петербурга в основном застраиваются жильем, деловыми и социальными объектами, общественными зонами. Однако многие петербуржцы выступают против строительства большего количества намывов, т.к. обеспокоены неразвитой инфраструктурой строящихся районов и экологическими проблемами, в частности тем, что строительство намывных территорий может навредить экосистеме Финского залива. Жители элитных районов Васильевского острова также столкнулись с социальной напряжённостью из-за изменения линии горизонта и потери панорамных видов. Болотистая структура грунта приводит к проседанию зданий.

1.4 Анализ потенциальных источников загрязнения урбопочв насыпных территорий Васильевского и Приморского районов Санкт-Петербурга

Прежде чем приступить необходимо разобраться в причинах загрязнения, а именно в его источниках. В данном районе много действующих предприятий, таких как заводы «Эскалатор», «Севкабель», «Электроаппарат», «Муза», «Прибой», «Балтийский завод» и другие. Каждое из этих предприятий вносит свой вклад в загрязнение окружающей среды. На некоторых остановимся подробнее.

АО «Балтийский завод» специализируется на строительстве судов ледового класса с атомными и дизель-электрическими силовыми установками, атомных плавучих энергоблоков. Входит в состав Объединённой судостроительной корпорации.

На данном предприятии используется большое количество химических веществ, растворы для металлического покрытия, растворители при помощи которых проводится удаление жиры, щелочные и кислотные моющие средства. Всё это используется при подготовке и отделки поверхностей кораблей. Также неотъемлемым процессом на предприятиях данного типа являются металlosварочные работы, при которых происходит выделение продуктов горения газосварочных смесей. Также при плавлении флюсов происходит выделение токсичных паров. Помимо этого, применяется дробеструйная или пескоструйная очистка, причём в качестве дробы выступает различный шлак [10].

«Прибой» - радиотехническое предприятие занимающиеся, в частности, изготовлением сложных электро- и радиотехнических устройств, таких как радио и телевизионных передатчиков, источников питания, импульсных модуляторов и так далее. Также завод включает в себя малярно-гальваническое, трансформаторное, механообрабатывающее и деревообрабатывающее производства. При функционировании предприятия происходит создание

отходов, которые могут содержать химические вещества высокого класса опасности. Кадмий, свинец, бром, ртуть. Данные отходы особенно требуют правильной утилизации. Также предприятия выбрасывают в атмосферу диоксид серы, оксид азота, пыль и другие вещества. В сбрасываемых предприятием стоках могут содержаться фенолы, щелочи, кислоты, соли тяжёлых металлов и другие вещества [11].

Василеостровский электромеханический завод – производственное предприятие, которое выпускает электролизное газосварочное оборудование. Также завод занимается выпуском сварочных аппаратов, дизель-сварочных автономных агрегатов, припоев и флюсов для высокотемпературной пайки. В процессе производства используются различные химические элементы. Предприятия, которые производят низковольтную аппаратуру нередко можно обнаружить немалые количества марганца и ртути [12].

ЗСД (Западный скоростной диаметр) - строительство этого объекта началось в 2005 году, и до сих пор он остаётся единственной платной дорогой в Санкт-Петербурге. Для того чтобы проехать по этой дороге, водители как небольших легковых автомобилей, так и крупных грузовиков должны оплатить проезд на специальных пунктах оплаты. Считается основным загрязнителем воздуха Васильевского и Приморского районов, включая частицы PM10 и PM2.5, диоксид азота, озон, оксид углерода, диоксид серы, аммиак и формальдегид. В районе ЗСД концентрация загрязняющих веществ часто превышает в среднем в 1,8 раза по сравнению с ПДК. А в целом по городу среднемесячная концентрация взвешенных веществ достигает допустимых концентраций в 1,1 раза [9].

Глава 2. Объекты и методы

2.1 Объекты исследования

Территория намыва Васильевского острова была выбрана не случайно. Дело в том, что по результатам ряда исследований Васильевский район входит в число наиболее неблагоприятных районов Санкт-Петербурга касательно состояния окружающей среды. Его почвы загрязнены тяжёлыми металлами, являются возможным источником вторичного загрязнения и представляют опасность здоровью населения. Однако большинство исследований не распространялось на намывные территории, появившиеся относительно недавно. Имея это ввиду было принято решение провести исследования и дать оценку эколого-токсикологического состояния урбопочв намывных территорий Васильевского острова (1) и Приморского района (2) [13].



Рисунок 3. Объекты исследования: южный намыв «Морского фасада» и парк «300-летия Санкт-Петербурга



Рисунок 4 – Вид на южные намывные земли Васильевского Острова
«Морской фасад»

«Морской фасад» (рис. 4) на западе Васильевского Острова включает территории Невской губы Финского залива, площадью немного более 470 гектаров. Работы по намыву начались с 2006 года, а с 2008 года, в его центральной части стал возводиться морской терминал, площадью 140 га под паромно-пассажирский порт и инфраструктуру с участком западного скоростного диаметра. Намыв на юг от порта, площадью 150 га формировался с 2010 года, а с 2011 года - намыв на север от порта (180 га). На освоенных намывных территориях планируется возведение нового делового района Санкт-Петербурга, а также выставочного и конгресс-центра. Кроме того, здесь появятся жилые кварталы, торговые комплексы и предприятия сферы услуг, рестораны и развлекательные заведения, образовательные учреждения, гостиницы, музеи, театры и другие объекты культуры. В 2025 году в Петербурге появятся 42 новых общественных пространства и открытие третьей очереди Линейного парка, который объединит южную и северную части намывных территорий Васильевского острова: аллеи, фонтан, панорамные качели, шезлонги у воды и выход к Финскому заливу [1].

Второй объект исследования – Парк имени 300-летия Санкт-Петербурга, расположен в Приморском районе города, напротив северного намыва.



Рисунок 5 – Вид с вертолета на парк имени 300-летия Санкт-Петербурга

Расположен в северо-западной части города и ограничен с севера Приморским проспектом и Приморским шоссе, а с востока — Яхтенной улицей. Занимает площадь 38,6 га. с 2003 года территория парка благоустроена, разбиты газоны и установлено ограждение [4].

Создание искусственных земельных участков на данных объектах позволило изучить экологическое состояние молодых почвогрунтов – урбопочв. В результате проведения мониторинга было выделено 5 площадок на южном намыве и 3 площадки на территории парка. Было решено уделить внимание накоплению в урбопочвах тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенола и бенз(а)пирена. Также было проведено биотестирование и установлены кислотность и влажность отобранных проб. Кроме того, изучались некоторые их химические характеристики, которые позволили бы провести экологическую оценку намывных территорий. Данные параметры выбраны не случайно. Так, например, в лаборатории кафедры геоэкологии и природопользования Санкт-Петербургского университета было проведено

исследование почв Василеостровского района. В результате было отмечено превышение ПДК показателями свинца в 3 раза и цинка в 2,5 раза. Марганец, никель, хром, кадмий и медь в целом близки к ПДК. Также был произведён расчёт суммарного показателя загрязнения почв на территории исследования. Это показатель, который равняется сумме коэффициентов концентрации химических элементов загрязнителей. В данном случае он равняется 64 и относится к категории «опасного» загрязнения. В результате чего был сделан вывод, что данный район опасен для здоровья населения ввиду высокого уровня загрязнения тяжёлыми металлами, а также может выступать в качестве вероятного источника вторичного загрязнения [14].

Исследование, проведённое представителями Российского Государственного Гидрометеорологического университета, также показало высокую загрязненность почв данного района. Было зафиксировано что свинец превышает ОДК в 6 раз, кадмий в 3 раза, а показатели цинка превышают ОДК в 15 раз, что существенно выше общегородских уровней. Результатом данного исследования стал вывод, что величина суммарного показателя загрязнения составляет 9 условные единицы, что определяется как опасное загрязнение почв и находится близко на пути к уровню чрезвычайно опасного загрязнения [13].

Было выявлено, что в предыдущих исследованиях почти не затрагивались намывные территории, а именно их урбопочвы, в связи с чем было принято решение провести исследования и дать им токсикологическую оценку, доказав, что почвы намывных территорий более пригодны для жизни и не представляют угрозу здоровью населения, особенно под влиянием таких объектов, как ЗСД и морской порт. Также в исследуемой территории ведётся активное строительство. Площадки отбора На ВО представлены на рисунке 6-11, а в парке – на рисунке 7.

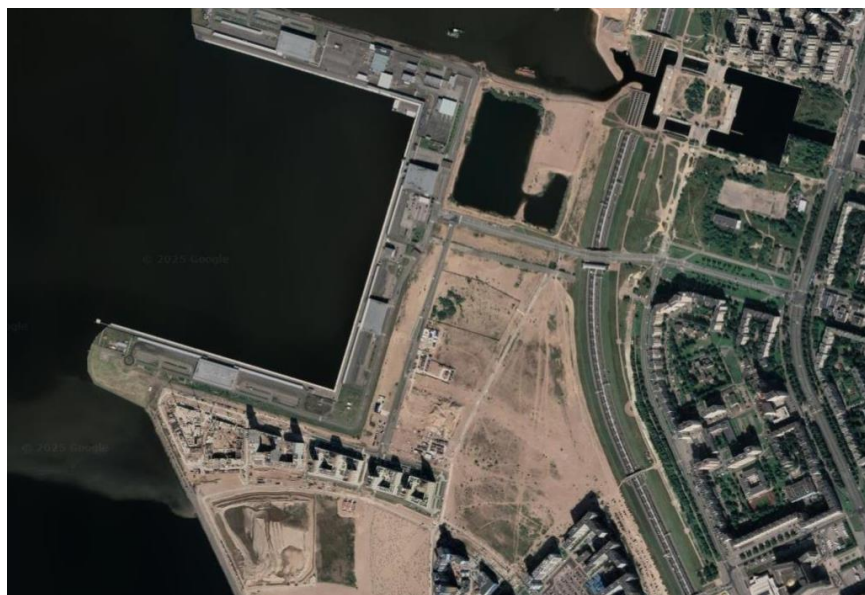


Рисунок 6 – Площадки отбора проб на южном намыве

При выборе площадок было решено отбирать пробы в разных местах, будь то жилая зона или участок у дороги. Это было сделано для того, чтобы целостно охватить выбранную территорию, а также для того, чтобы сравнить показатели при разных факторах потенциального загрязнения.



Рисунок 7 – Площадка №1



Рисунок 8 – Площадка №2

Отбор проб осуществлялся по ГОСТу 17.4.4.02-2017

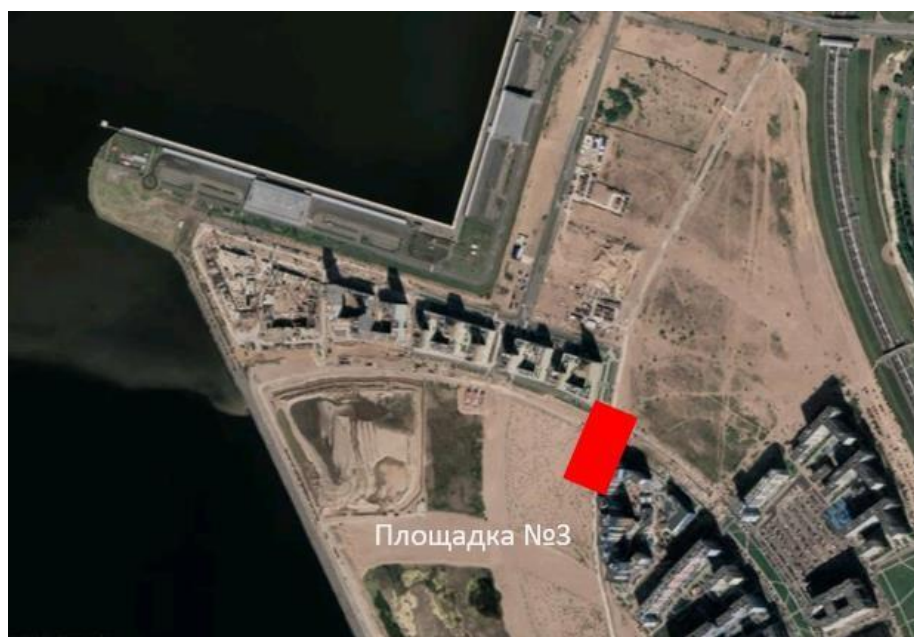


Рисунок 9 – Площадка №3

Из соображений того, что в образцах может присутствовать локальное загрязнение, в виде случайного присутствия, например различного мусора, было принято решение отбора в 5 точках с одной площадки.



Рисунок 10 – Площадка №4

Отбор донных отложений осуществлялся дночерпателем, а отбор почвогрунтов проходил при помощи почвенного бура и шпателя.

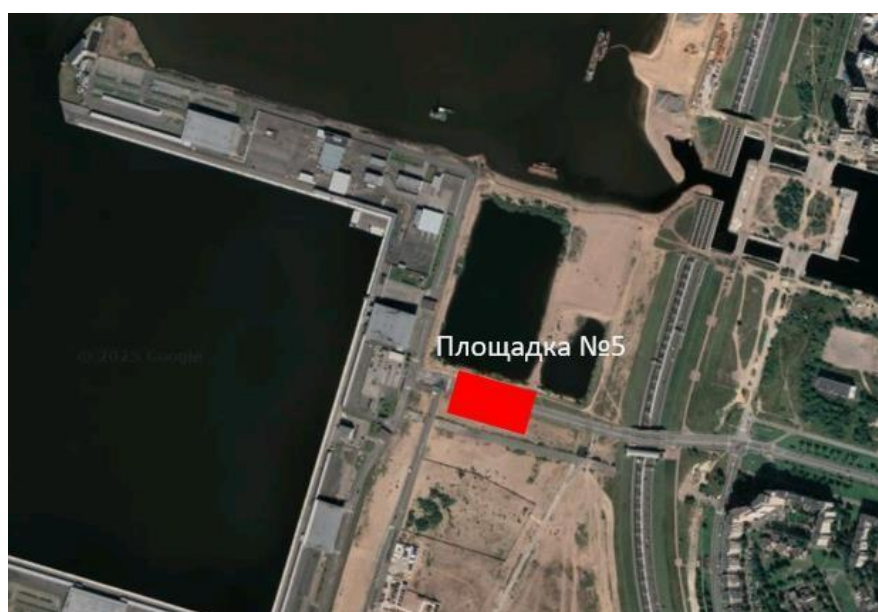


Рисунок 11 – Площадка №5



Рисунок 12 – Площадки отбора проб в парке имени 300-летия Санкт-Петербурга

Отбор образцов проб грунтов на глубину 0-10 см из выделенных площадок проводились следующим способом:

Таблица 1 – Описание площадок, на которых проводился отбор

ВО1	отобраны донные отложения при помощи дночерпателя. Образцы были извлечены согласно методическим предписаниям, после чего доставлены в лабораторию. В непосредственной близости находится лишь пустырная территория, на которой проходит подготовка в будущем строительстве
-----	--

BO2		Отобран верхний песчаный грунт. Территория представляет собой береговую зону, рядом с которой расположен строящийся жилой комплекс и пустырная территория
BO3		охватывает территорию вдоль проезжей части
BO4		жилая зона, включающая в себе как строящиеся дома, так и уже построенные жилые здания. Часть территории выходит к проезжей части.
BO5	находится в непосредственной близости с портом «Морской фасад»	

П1		отбор образцов проводился с северо-западной части парка при помощи агрофизического бура на глубину 10 см, по диагонали выделенной площадки. Формируются культуроземы – насыпной гумусовый слой на морском песке.
П2		отбор образцов проводился из центральной части парка на глубину 10 см при помощи агрофизического бура, по диагонали выделенной площадки. Отмечено увеличение гумусового слоя до 20 см.
П3	Отбор проводился с восточной части парка, со стороны аквапарка Питерлэнд,	

Где ВО№ - южный намыв на Васильевском Острове, П№ - намыв парка в Приморском районе.

Таким образом, изучаемые намывные территории имеют различия по срокам их намыва. Почвы парка имени 300 летия Санкт-Петербурга был введен в эксплуатацию в среднем на 12 лет раньше. На ВО продолжается намыв территории и одновременно проводятся строительные работы. Поэтому данные территории парка скорее всего будут различаться по экологической оценке, что может быть использовано для понимания дальнейших действий по озеленению территории Васильевского Острова.

В таблице 2 представлена физико-химическая характеристика и состав обменных катионов и анионов в исследуемых образцах урбопочв.

Таблица 2 - Физико-химическая характеристика верхнего слоя почв

Пок-ль	BO1	BO2	BO3	BO4	BO5	П1	П2	П3	ПДК* мг/кг
Собщ, %	-	-	0,5	0,8	1,2	1,5	1,9	1,6	
pH	7,1	7,0	7,1	7,2	7,1	7,4	7,3	7,2	
Катионы, мг/кг									
NH ₄ ⁺	3,6	3,3	3,5	2,8	2,8	3,3	3,3	2,5	-
K ⁺	5,0	20,5	19,0	3,5	2,8	7,4	8,3	12,1	-
Na ⁺	14,5	20,2	17,7	11,3	10,3	11,0	17,6	21,9	-
Mg ²⁺	6,25	9,6	5,7	2,7	2,2	6,6	8,8	1,9	-
Ca ²⁺	28,1	63,7	26,3	9,5	7,9	34,8	41,5	71,2	-
Анионы, мг/кг									
Cl ⁻	20,9	23,5	15,4	12,6	16,5	15,8	25,6	31,7	360
SO ₄ ⁻	7,6	64,2	25,1	7,1	4,0	7,2	13,3	15,5	160
NO ₃ ⁻	0,04	0,03	0,011	0,08	0,12	0,05	0,07	0,15	130
F ⁻	0,15	0,65	0,35	0,12	0,04	0,103	0,52	0,61	10
PO ₄ ³⁻	86,5	1,5	2,6	0,19	160,5	31,5	4,7	119,6	200

*ПДК подвижных ионов по Осина К.В., Арляпов В.А., Горелова С.В., 2023. ПДК катионов – не регламентируется.

Как видно из представленной таблицы, исследуемые образцы существенно варьировали по изученным показателям. Для того, чтобы на намывных территориях стала развиваться почва, требуется биологическая рекультивация с добавлением органического горизонта. На данный момент развития, большая часть южного участка намыва не содержит его, поэтому содержание общего углерода на изученных площадках было очень низким и изменялось от 0,5 до 1,2 %. В парке им. 300-летия Санкт-Петербурга, после 30-летнего планомерного этапа окультуривания территории, наблюдалось возрастание данного показателя до 1,5-1,9% в верхнем гумусовом горизонте. Однако, все равно данные исследуемые варианты попадают в градацию низкого содержания общего углерода в почвогрунтах [15].

Все исследуемые почвенные образцы разных площадок характеризуются нейтральной реакцией среды. Это является характерным для городских почв, в отличие от природных почв, расположенных вокруг города, где показатели рН обычно варьируют от сильно- до слабокислых. Только в почвах на карбонатных породах показатель кислотности среды смещается в стороны нейтральности. Наибольшим данный показатель был установлен на площадке П1, который достигал величины 7,4, а наименьший – в В02 – 7,0.

При изучении химического и физико-химического состава почв следует учитывать, что они содержат множество минеральных и органических веществ, которые существуют в виде растворимых в воде ионов — как положительных, так и отрицательных. Источниками данных ионов в почве могут быть породы и минералы, так и различные процессы, связанные с деятельностью человека. Анализ содержания ионов в почве позволяет оценить её способность поддерживать жизнь различных организмов, а также определить потенциальную опасность для них [16].

В процессе исследования намывных территорий в водных вытяжках почвогрунтов были проведены исследования содержания основных обменных почвенных катионов и анионов. Именно по набору данных показателей оценивается способность грунта удерживать питательные вещества и имеет огромное значение при подборе растительности, которая будет выращиваться на намывной территории. Как видно из таблицы, показатели обменных анионов и катионов существенно варьировали, в зависимости от их месторасположения, но, в целом были ниже на более молодом намыве В0, по сравнению с почвами парка в Приморском районе. По содержанию катионов можно выделить следующий убывающий ряд: кальций > натрий > калий > магний > аммоний. А по содержанию анионов: фториды > хлориды > сульфаты > фосфаты > нитраты.

Результаты исследования показали, что содержание катионов и анионов в образцах почв на намывных территориях не превышало ПДК. Самые низкие значения были зафиксированы по показателям нитратов и фторидов.

Сульфатов и хлоридов больше, но значительно меньше ПДК. Ближе всех к значению ПДК были показатели фосфатов, которые, однако были высокие только на площадках ВО5 и ПО3. На площадках ВО1 и ПО1 показатели были не столь высоки, но в то же время были значительно выше значений полученных на площадках ВО2, ВО3 и ВО4, которые в настоящее время находятся без гумусового горизонта и практически не содержат анион фосфатов. Фосфор — это один из ключевых элементов, необходимых для жизни растений и экосистем. Он входит в состав основных компонентов живых клеток, таких как фосфолипиды мембран, нуклеиновые кислоты и энергетические эквиваленты. Обычно фосфаты представляют собой нерастворимые или плохо растворимые соединения, что затрудняет их усвоение растениями и ограничивает их доступность для формирования первичного органического вещества в биогеоценозах. Это нужно будет учесть при проведении озеленения территории [17].

Содержание определяемых катионов в почве не регламентируется нормативными документами. Установлено, что практически во всех образцах присутствуют катионы натрия, магния и кальция,

Чтобы не допустить загрязнения почв ионами, которые могут перемещаться, необходимо также разбираться в том, откуда они берутся. Чаще всего источниками выступают антропогенная деятельность.

2.2 Методы измерений и термины

Рассмотрим методы, которые были использованы в ходе анализа.

2.2.1 Отбор проб почвы для химического анализа по ГОСТу 17.4.4.02-2017

Точечные пробы отбирали на пробной площадке из одного или нескольких слоев, или горизонтов. Для того, чтобы получить усредненную пробу – на площадке применялся метод конверта, отбирая образцы через

определенный интервал по диагонали. В случае невозможности отобрать образцы по заданной диагонали, использовался другой способ, но с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Количество точечных проб должно соответствовать ГОСТ 17.4.3.01. Объединенную пробу составляли путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке. Точечные пробы отбирали шпателем из прикопок или почвенным буром [18].

Для химического анализа объединенную пробу составляют не менее чем из пятиточечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы составляла около 1 кг.

Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами - нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. - точечные пробы отбирали послойно с глубины 0-5 и 5-20 см массой не более 200 г каждая.

После отбора все образцы почвогрунтов и донных отложений были доставлены в лабораторию, где в последствии, согласно методическим пособиям, была проведена пробоподготовка для каждого анализа: пробы были измельчены, просеяны и высушены был произведен анализ на содержание нефтепродуктов.

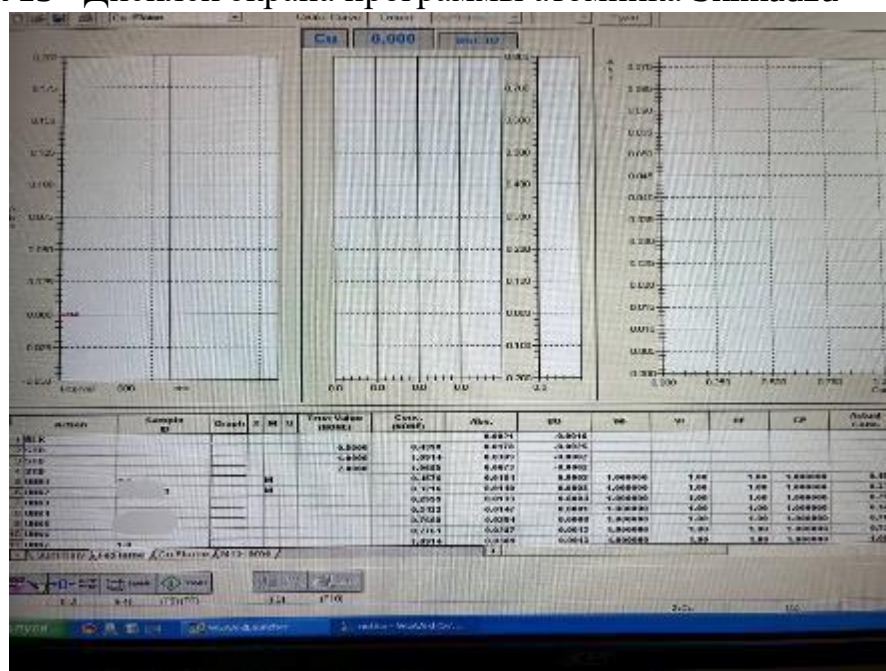
2.2.2. Тяжелые металлы

Отбор образцов и определение валовой (кислоторастворимой) формы азота проводилось по РД 52.18.191-2018. Точечные пробы почвы, предназначенные для определения тяжелых металлов, отбирали инструментом, не содержащим металлов. Для извлечения из почвы кислоторастворимых форм ТМ применяли 1 н. раствор азотной кислоты [19].

Для анализа на содержания металлов использовался атомно-абсорбционный метод, основанный на селективном поглощении электромагнитного излучения определенной длины волны свободными от

всех молекулярных связей нейтральными атомами определяемого элемента. Для этого использовался атомно-адсорбционный спектрофотометр - устройство, предназначенное для проведения количественного анализа элементного состава с использованием атомных спектров поглощения. В основном применяется для определения концентрации металла в растворе. Эти устройства представляют собой высокоточные приборы с высоким уровнем автоматизации. Дисплей экрана программы представлен на рисунке 8.

Рисунок 13 - Дисплей экрана программы атомника Shimadzu



Перед измерением на каждый металл выполнялось построение градуировочного графика по 3 точкам. Затем если величина коэффициента корреляции была допустимой согласно методическому пособию, проводилось проверка на одном из стандартов. Если расхождение результатов в пределах допустимого, то можно приступать к измерению. Каждое измерение проводилось в серии из трёх измерений и затем усреднялось, после чего обчислялось по формулам согласно методике.

Критерии для оценки степени химической деградации почвы по степени загрязнения ее тяжелыми металлами.

Таблица 3. Степень загрязнения почв и почвогрунтов тяжелыми металлами при превышении величины ПДК

Показатель	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
	Неопасная	Допустимая	Умеренно-опасная	Высоко-опасная	Чрезвычайно-опасная
Степень загрязнения (превышение величины ПДК, кратность)					
I группа токсичности	< 1	1-2,0	2,1-3,0	3,1-5	> 5
II группа токсичности	< 1	1-3,0	3,0-5,0	5,1-10	> 20
III группа токсичности	< 1	1-5,0	5,1-20	21-100	> 100

2.2.3. Определение массовой концентрации нефтепродуктов

Для определения массовой концентрации нефтепродуктов использовался метод ИК-спектроскопии. Метод основан на исследовании веществ при поглощении инфракрасного (ИК) излучения исследуемым веществом. Колебательные движения, происходящие в молекулах в пределах основного электронного уровня, проявляются в ИК области спектра [20].

2.2.4 Определение летучих фенолов

Для определения массовой концентрации летучих фенолов использовался флуориметрический способ, основанный на измерении интенсивности вторичного излучения, возникающего в результате взаимодействия лучистой энергии с определяемым веществом. Физический эффект флуоресценции заключается в том, что молекула исследуемого

вещества поглощает квант света возбуждения и при этом переходит в новое, энергетически более богатое состояние, через некоторый 10 микропромежуток времени она излучает избыточную энергию в виде кванта света флуоресценции (эмиссии) [21].

Процесс измерения и прибор КН-2 представлены на рисунке 9.



Рисунок 14 – Процесс измерения массовой концентрации летучих фенолов на КН-2

2.2.5 Определение наличия концентрации бенз(а)пирена в почвогрунте

Для выявления наличия бензпирена в почве использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), который включает в себя разделение и регистрацию компонентов с помощью специальных детекторов, а также окончательное определение количества вещества с использованием градуировочной шкалы. Для этого из образца с помощью органического растворителя извлекался ПАУ и проводилась твердофазная экстракция с использованием концентрирующих патронов. Далее -

определялось присутствия бенз(а)пирена в почве и измерение его массовой концентрации с помощью ВЭЖХ [22].

2.2.6 Определение водорастворимых катионов и анионов в образцах почвы проводили в соответствии с ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.74–2012 и ПНД Ф 16.1:2:2.3:2.2.69–10, соответственно

2.2.7 Биотестирование

При биотестировании использовался метод Метод «Эколюм» — это экспрессный люминесцентный бактериальный тест для определения интегральной токсичности и качества объектов окружающей среды.

Сущность метода основана на тушении свечения бактерий загрязнителями различной природы. Уменьшение интенсивности свечения пропорционально токсическому эффекту. Критерием токсического действия является изменение величины интенсивности биолюминесценции тест-объекта в исследуемой пробе по сравнению с контрольной пробой, не содержащей токсических веществ [23].

2.3 Потенциальный ущерб

Прежде чем перейти непосредственно к измерениям рассмотрим вещества, содержание которых мы будем определять, а именно какой вред они несут для почв, человека и окружающей среды в целом.

Одними из главных загрязняющих веществ являются тяжёлые металлы. Это химические элементы, обладающие высокой плотностью либо атомным весом. Им свойство накапливаться в жидкой или твёрдых фазах почв, воды. Для человека данные элементы опасны своим попаданием в организм вместе с пищей, через воздух и воду. Серьёзные последствия могут наступить и от незначительных концентраций [24].

Например:

- Регулярное воздействие кадмия может вызвать повреждение печени, лёгких и почек [25].
- Воздействие свинца повреждает нервную систему, способствует задержке умственного и физического развития детей, может вызывать сердечные заболевания и способствует повышенному давлению [26].
- Мышьяк поражает сердце, желудочно-кишечный тракт, печень и кожу, может способствовать появлению онкологии. Это касается неорганического мышьяка. Органический же в свою очередь не несёт такой опасности ввиду того, что человеческий организм способен нейтрализовать его [27].
- Различные заболевания, такие как астма, аспираторные проблемы и рак, могут вызывать такие металлы как никель, алюминий, хром, медь и цинк [28].

Нарушение экологического равновесия в почвенном биоценозе вызывает попадание нефтепродуктов в почвы. Это меняет её химические и морфологические характеристики, она становится непригодна для жизнедеятельности различных видов живых организмов и роста растений, наблюдается ухудшение дренажных свойств почвы, а также снижение её аэрируемости. При воздействии нефтепродуктов на почвы сокращается насыщение почв кислородом, в результате гибнет большое количество обитателей почв. Происходит деградация растительного покрова. От попадания нефтепродуктов, как и других токсичных веществ в грунт гибнут растения, продуктивность почв снижается, в результате чего они становятся непригодны для дальнейшего сельскохозяйственного использования. Снижается способность грунтов к восстановлению и самоочистке. Угроза перехода и попадания нефтепродуктов из почв в подземные и поверхностные воды. Вещества, которые содержатся в нефтепродуктах являются токсикантами и зачастую канцерогенами [29].

Также рассмотрим бензапирен и фенолы.

Бензапирен – это органическое вещество полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Оно накапливается в почвах и растениях, относят его к 1 классу опасности. Основными источниками могут выступать транспорт, промышленные и бытовые сбросы, процессы горения, аварии и смывы [30].

Фенолы – это ароматические соединения, которые содержат в молекуле одну или несколько гидроксильных групп, которые связаны с атомами углерода ядра. Различают одноатомные, двухатомные и многоатомные фенолы. Данное разделение основано на числе ОН-групп. Фенолы могут поступать в почвы вместе с отходами химических производств, городскими сточными водами. Пребывание в грунте летучих соединений относительно недолгое, период полураспада напрямую зависит от состава почв и находится в пределах от 5 до 2 дней [21].

При оценке состояния окружающей среды таким показателем выступают почвы, поэтому проводятся различные исследования, которые с ними связаны. Было принято решение произвести несколько отборов и измерений - в апреле и ноябре 2024 года. Это было сделано для того, чтобы выяснить есть ли динамика на коротком промежутке времени.

Глава 3. Оценка экологического состояния почвогрунтов намывных территорий Санкт-Петербурга

3.1 Органические загрязнители

3.1.1 Содержание нефтепродуктов в образцах почв намывных территорий

3.1.2 Содержание бенз(а)пирена в исследуемых почвогрунтах
намывных территорий.

3.2 Содержание летучего фенола в исследуемых почвогрунтах
намывных территорий.

3.3 Биотестирование тест-системой «Эколюм»

Глава 4. Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий Санкт-Петербурга тяжелыми металлами.

4.1 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий железом.

4.2 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой свинца.

Превышение уровня допустимой опасности было отмечено в почвогрунтах парка им. 300-летия Санкт-Петербурга и составила 1,3-1,5 раза для площадок П1, П2, П3. На площадке П3 было выявлено максимальное количество свинца. Возьмём во внимание тот факт, что именно это площадка находится в непосредственной близости к ЗСД и Якорной улице, на которой отмечены высокие транспортные потоки. Превышение ПДК данной площадкой составила 2 раза, поэтому территорию парка можно отнести к категории условно-допустимой опасности загрязнения свинцом.

4.3 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой кадмия.

Рисунок 19 - Концентрация валовой формы кадмия в почвогрунтах
намывных территорий Санкт-Петербурга (при ПДК = 0,5 мг/кг)

4.4 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой никеля.

Также высокие концентрации никеля в организме снижают выработку лизоцима, из-за чего защитные силы организма уменьшаются, а риск

Рисунок 20 - Концентрация валовой формы никеля в почвогрунтах
намывных территорий Санкт-Петербурга (при ОДК = 20 мг/кг)

В почвогрунтах парка им. 300-летия Санкт-Петербурга также не было обнаружено превышений ориентировочно допустимой концентрации никеля. Тем не менее значение значительно выше нежели чем на площадках ВО. Значения в парке варьировались от 6,6 до 10,8 мг/кг. На площадке П1 показатель никеля составил 6,6 мг/кг, а на площадках П2 и П3 10,5 и 10,8 мг/кг соответственно. Возможно, как и в предыдущих случаях это связано с близким расположением ЗСД, а также с плотным транспортным поток на Якорной улице. Все 3 площадки парка в Приморском районе относятся к неопасной категории загрязнения почв никелем.

4.5 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий валовой формой меди.

Как и другие тяжёлые металлы, медь обладает свойством накапливаться. Накапливаясь в растениях, она вызывает у них отравление, среди чего можно

4.6 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий марганцем в валовой форме.

4.7 Оценка степени загрязненности почвогрунтов намывных территорий цинком.

4.8 Суммарное загрязнение почвогрунтов исследованных территорий тяжелыми металлами

Соответственно почвогрунты всех наших площадок относятся к неопасной категории загрязнения.

5. Рекомендации

Несмотря на то, что большинство анализируемых веществ не превысили установленные ПДК и ОДК, а биотестирование показало, то что образцы нетоксичны, нельзя забывать о том, что загрязнители, в частности тяжёлые металлы имеют свойство накапливаться. Если бездействовать, то рано ли поздно обстановка поменяется.

Следовательно, необходимо принимать профилактические меры. Учитывая, что немалый вклад в загрязнение исследованных в данной работе почвогрунтов вносит ЗСД, логичнее всего в первую очередь обратить внимание на транспорт. Переход на альтернативные виды топлива, а также повышение эффективности работы двигателей, одним словом, более использование более экологичных видов транспорта, пусть и незначительно, но позволит снизить антропогенную нагрузку [59].

Также на предприятиях необходим более качественный подход к системе очищения, её совершенствованию или ввода в эксплуатацию на случай её отсутствия. Также может помочь переход на замкнутые технологические циклы [60].

В целом задаваться вопросом снижения антропогенной нагрузки стоит ещё на этапе планирования тех или иных промышленных объектов. Необходимо оценивать зоны антропогенной нагрузки и не усугублять сложившуюся обстановку. К примеру, с точки зрения недопущения прогрессирования загрязнений, нерационально строить то или иное предприятие в непосредственной близости к ЗСД, пассажирскому порту «Морской фасад», или к другим, уже существующим предприятиям, которые и так осуществляют существенное загрязнение [61].

Также необходимо наладить контроль и мониторинг данных территорий, в который будут входить химический анализ почв, а также

микробиологические исследования, в рамках которого будет проводиться анализ численности и соотношения организмов, которые реагируют на негативные воздействия. Это позволит избежать непредвиденного роста показателей загрязнения и скорректируют действия по снижению антропогенной нагрузке.

Заключение

Итак, перед тем как приступить к исследованию мы определились с тем, что значит понятие «намывные территории», а также какие ещё близкие по смыслу понятия существуют и что они означают. После этого рассмотрели для каких целей осуществляют создание намывных территорий на примере разных стран, а также на примере отечественного опыта, для чего были рассмотрены намывы в различных городах Российской Федерации. Также были рассмотрены возможные экологические проблемы, связанные с процессом намыва.

Затем были проанализированы потенциальные источники загрязнения исследуемых территорий – намывной части Васильевского острова и парка им. 300-летия Санкт-Петербурга. В их число вошли различные предприятия, а также трасса ЗСД и морской пассажирский порт.

Далее мы проанализировали химический состав исследуемых почвогрунтов. После чего приступили к проведению анализов и измерений в отобранных образцах почвогрунтов.

Относительно нефтепродуктов результаты таковы, что во всех площадках на намывных территориях Санкт-Петербурга загрязнение почвогрунтов нефтепродуктов находится на низком уровне – все полученные значения не превышали установленное ПДК.

Тоже самое можно сказать о результатах измерений на содержание бенз(а)пирена и летучих фенолов. В обоих случаях полученные значения были ниже предела обнаружения прибора, что говорит о том, что концентрации критически малы, или же о том, что в наших образцах их и вовсе нет.

Проведённое биотестирование методом «Эколюм» показало, что почвогрунты исследуемых территорий не относятся к токсичным.

Далее был проведен анализ на содержание концентраций тяжёлых металлов. Из него следует, что концентрация железа во всех почвогрунтах находится ниже установленного ОДК.

Относительно загрязнения свинцом, ситуация такова, что площадка ПЗ относится к условно допустимой категории загрязнения, а остальные площадки имеют неопасную категорию загрязнения свинцом.

Площадки П2 и ПЗ относятся к условно-допустимой категории загрязнения кадмием, когда как почвогрунты остальных площадок относятся к неопасной категории загрязнения.

Почвогрунты всех исследуемых площадок не превышают установленных ОДК по содержанию никеля и относятся к неопасной категории загрязнения никелем.

Превышения ПДК по меди были замечены на площадках П2 и ПЗ, которые отнесём к условно-допустимой категории загрязнения, а остальные площадки к неопасной категории загрязнения медью.

Ни одна из исследуемых площадок Васильевского острова и Приморского района не превысила ПДК по содержанию марганца, поэтому все они относятся к неопасной категории марганца.

Заканчивает список тяжёлых металлов цинк, установленный ПДК по которому, было отмечено лишь на площадке ПЗ, почвогрунты которой, относятся к условно-допустимой концентрации цинком, когда как остальные площадки имеют неопасную категорию загрязнения цинком.

После этого мы дали суммарную оценку загрязнения тяжёлыми металлами, исходя из которой был сделан вывод, что согласно суммарному показателю химического загрязнения, почвогрунты всех наших площадок относятся к неопасной категории загрязнения. Наибольшее значение данного индекса было зафиксировано на площадках Приморского парка, минимальные на площадках Васильевского острова.

В ходе исследования почвогрунтов намыва Васильевского острова и почвогрунтов парка им. 300-летия Санкт-Петербурга, было условное сравнение их как более «молодых» и более «старых» почв. Мы видим, что есть ряд веществ, такие как летучие фенолы и бенз(а)пирен, содержание которых, в обоих районах исследования очень малы и вовсе близки к нулю.

Также есть нефтепродукты, содержание которых, также существенно ниже ПДК, однако видно, что более молодые почвы намыва Васильевского острова имеют менее низкие концентрации, нежели почвы Приморского района. Гораздо очевиднее эта разница видна на примере тяжёлых металлов.

По каждому металлу, за исключением марганца мы видим, что показатели площадок парка в Приморском районе существенно, по некоторым металлом многократно, превышают показатели площадок Васильевского острова. Суммарный показатель химического загрязнения почв и грунтов также это полностью отражает - 12,8 у площадки Приморского района против 3,3 площадки Василеостровского намыва. 3 из 5 площадок Василеостровского района даже не учтены в расчётах, так как значения по каждому тяжёлому металлу для них ниже фоновых значений.

Однако даже при такой ситуации уже отмечается превышение ПДК не только «старыми», но и «молодыми» почвами, что мы увидели при анализе содержания свинца в исследуемых почвогрунтах.

Отсюда вывод, что несмотря на то, что в данный момент, исследованные почвогрунты относятся к нетоксичным и к неопасной категории загрязнения, необходимо наперёд планировать действия снижения антропогенной нагрузки на них, ведь предпосылки к более высоким концентрациям загрязняющих веществ существуют уже сейчас.

Список литературы

1. Шилин М.Б., Сычев В.И., Михеев В.Л., Истомин Е.П., Леднова Ю.А. Лукьянов С.В., Абрамов В.М. Результаты исследований техносферы Невской губы в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. №60. С. 351–370.
2. Макарова С.В. Экологические последствия создания намывных территорий // Российский журнал прикладной экологии. 2024. №2, С. 19-27.
3. Балущкина Е.В., Голубков М.С. Влияние факторов среды обитания на видовое разнообразие и количественное развитие зообентоса невской губы // Труды Зоологического института РАН. 2018. Т. 322, №1. С. 50–65.
4. Абакумов Е.В. Почвенно-экологическая характеристика Южно-Приморского парка г. Санкт-Петербурга в связи с проблемой озеленения намывных грунтов / Проблемы озеленения крупных городов // Вып. 11.М.: ПРИМА, 2005. С. 181-183.
5. Мотузова, Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация, экологическое значение, мониторинг. Изд. 2е / Г.В. Мотузова. // Москва: Книжный дом «ЛИБ-РОКОМ», 2009. – 168с.
6. Бродский А.К., Панкова Е.С., Сафронова Д.В. Литоральные сообщества эстуария реки Невы: их структура и динамика в условиях антропогенного пресса // Биосфера. 2016. Т. 8, №1. С. 16–27.
7. Намывные территории Петербурга и Дубая - в чем разница. Опольский П. Электронный ресурс. URL: <https://m.asninfo.ru/articles/2055-sergey-kharlashkin-transportnyye-obyekty-stroim-s-operezheniyem-grafikov>
8. Лебедев С.В., Агафонова Е.К. Эколого-геохимическая оценка загрязнения окружающей среды по данным мониторинга содержания тяжёлых металлов в почвогрунтах и снежном покрове // Вестник СПбГУ, 2017 – 365-369с.

9. Дашко Р.Э., Александрова О.Ю., Котюков П. В., Шидловская А. В. Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга // Развитие городов и геотехническое строительство, 2011, вып. 1. – С. 1-47
10. АО «Балтийский завод». Электронный ресурс URL: <https://www.bz.ru/>
11. Радиотехнической предприятие «Прибой». Электронный ресурс. URL: <https://priboyspb.ru/>
12. Василеостровский электромеханический завод. Электронный ресурс. URL: <http://www.zaovemz.ru/>
13. Федченко Т.М. Оценка состояния загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами // Выпускная квалификационная работа. РГГМУ, 2016 – 30-32с.
14. ГН 2.1.7.2041— 06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы // Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
15. Безуглова, О.С. Биогеохимия: учебное пособие для вузов / О.С. Безуглова, А.С. Орлов. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2000. – 317 с.
16. Селезнева Е.М. Влияние кадмия на некоторые морфофизиологические и биохимические показатели ячменя // Агрохимия. 2008. № 4. – С. 82-86.
17. Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / А.П. Виноградов. // Москва: Издательство АН СССР, 1957. - 237 с. 95
18. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа // Ассоциация «НП КИЦ СНГ», 2017. – 6с.
19. М-МВИ-80-2008 Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. Мониторинг // Москва, 2008. – 16с.

20. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом Ик-спектрометрии // Гос. комитет РФ по охране окружающей среды, Москва, 2005. – 1с.
21. ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05 Методика выполнения измерений массовой доли летучих фенолов в пробах почв, осадках сточных вод и отходов фотометрическим методом после отгонки паром // ФГУ, Москва, 2005. – 1с.
22. ПНД Ф 16.1:2.2.2.3:3.39-2003 Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли бенз (а) пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа "Люмахром". // Министерство природных ресурсов РФ, 2012. – 3с.
23. МР N 01.018-07 Методика определения токсичности химических веществ, полимеров, материалов и изделий с помощью биотеста "Эколюм" // Методические рекомендации. – ФГУЗ, 2007. – 2с.
24. Попова, Л.Ф. Особенности накопления тяжелых металлов почвами и растениями в условиях промышленного города / Л.Ф. Попова // Фундаментальные исследования. – Москва, 2005. – Вып № 10. – С. 88-90.
25. Алексеенко В.А. Цинк и кадмий в окружающей среде / В.А. Алексеенко, Л.В. Алещукин, Л.Е. Беспалько [и др.]. – Москва: Наука, 1992. – 199 с.
26. Иванищев В.В., Сиголаева Т.А. Источники свинца в среде и проблемы снижения его содержания в почве // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2024. №3. – С. 147-165.
27. Горохова А. Г. Содержание мышьяка в природных средах на водосборной площади пензенского водохранилища / А. Г. Горохова, А. И. Иванов, А. А. Костычев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2013. — № 9. — С. 19-25.

28. Алексеенко В.А. Цинк и кадмий в окружающей среде. // Наука, 1992. – 197 с.
29. Околелова А.А., Мерзлякова А.С., Кастерина Н.Г., Заикина В.Н. Оценка токсичности почвенного покрова в зоне влияния нефтехимических предприятий // Вестник Академии знаний. 2016. №3 (18). С. 4-15.
30. Завгородняя Ю.А., Бочарова Е.А., Кольцов Е.И. 2012. Определение уровня загрязнения почв углеводородным методом автоматизированной ускоренной экстракции в субкритических условиях. Экология и промышленность России. 2012. № 2. С. 30–33.
31. Безуглова, О.С. Биогеохимия: учебное пособие для вузов / О.С. Безуглова, А.С. Орлов. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2000. – 317 с.
32. Осипов А.В., Колесниченко Т.В., Дмитриенко О.В. Влияние антропогенных изменений на биологическую активность почв // Глобус. 2021. №7 (64). С. 26-29.
33. Рыбалко А.Е., Корнеев О.Ю., Щербаков В.А. Геоэкологические аспекты дреджинга и его влияние на природную среду восточной части Финского залива // Региональная экология. 2017. №1. С. 74–84.
34. Фокин Д.П., Фрумин Г.Т. Содержание и распределение металлов в донных отложениях восточной части Финского залива // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2011. №1. 210-214.
35. Калетина, Н.И. Токсикологическая геохимия. Метаболизм и анализ токсикантов / Н.И. Калетина. – Москва: ГЭОТАР – Медиа, 2008. – 970с.
36. Ладонин Д.В. Соединения тяжёлых металлов в почвах – проблемы и методы изучения / Д.В. Ладонин // Почвоведение, 2002. - № 8. – 954 – 966с.
37. Александровская Е.И. История трансформации почв Москвы/ Е.И. Александровская, А.Л. Александровский, И.А. Бойцов, Н.А. Кренке // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: Тез. докл. Всерос.конф., Москва, 16-18 июня 1998, - С. 77-78.
38. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев // Агропромиздат, 1987. – 142 с.

39. ГН 2.1.7.2511/09 "Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве" // Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.— 11 с.
40. Губин А.Н. Кадмий в системе: торфяная низинная почва – растение // Плодородие. 2007. №2. С.35-36.
41. Добровольский, В. В. Основные черты геохимии цинка и кадмия. Цинк и кадмий в окружающей среде / В.В. Добровольский – Москва: Наука, 1992. - 7–18 с.
42. Войтюк, Е.А. Аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях в условиях городской среды (на примере г. Чита): дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / Войтюк Екатерина Александровна. - Чита, 2011. – 143 с.
43. Лукин, С. В. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. В. Лукин // Науч. ведомости БГУ, 2000. Вып. №3. – С. 65–70.
44. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение / Под ред. М.М. Овчаренко. – Москва: «Пролетарский светоч», 1997. – 290 с.
45. Ладонин, Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения / Д.В. Ладонин. – Почвоведение, 2002. - № 8. - 954 – 966 с.
46. Шаркова С.Ю. Воздействие ТМ на почвенную микрофлору. // Плодородие. 2007. №4. С.40.
47. Водяницкий Ю. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами / Ю. Н. Водяницкий, Д. В. Ладонин, А. Т. Савичев — М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2012. — 304 с.
48. Сепов М. Особенности накопления тяжелых металлов в организме человека // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. 2004. № 3. С. 43-48.
49. Белоус Н. М. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Ф. В. Моисеенко, М. Г. Драганская // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – С. 22-29.

50. Сердюкова А. Ф. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами / А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабанщиков // Молодой ученый. — 2017. — №51. — С. 131-135.
51. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987.— 142 с.
52. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. - 164 с.
53. Безносков, А. И. Содержание тяжелых металлов в пахотных почвах Удмуртской Республики: монография / А. И. Безносков, Л. Б. Башмаков, В. Г. Нелюбин. // Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – 74 с.
54. Бадмаева, С. Э. Экологическая оценка состояния орошаемых земель юга Средней Сибири: автореф. дис. доктора с.-х. наук / С. Э. Бадмаева. – Красноярск, 2007. – 31 с.
55. Александрова А.Б. Состояние почв г. Казани / А.Б. Александрова // Дegrаdация почвенного покрова и проблемы агроландшафтного земледелия. Мат-лы межд. конф. 24-28 сент. 2001, Ставрополь: Ставропольская сельскохозяйственная акад., 2001. – С. 8-9.
56. Водяницкий Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почвах. // Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2005. 109 с.
57. Водяницкий Ю.Н., Васильев А.А., Лобанова Е.С. Загрязнение тфжелыми металлами и металлоидами почв г. Пермь //Агрохимия. 2009. № 4. С. 60–68.
58. Водяницкий Ю. Н., Добровольский В. В. Железистые минералы и тяжелые металлы в почвах // Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 1998. 216 с.
59. МУ 2.1.7.730-99. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, Санитарная охрана почвы // 1999 – 6с.

60. Водяницкий Ю.Н. Геохимическое фракционирование лантанидов в почвах и горных породах (обзор литературы) // Почвоведение. 2012. № 1. С. 69–81.

61. Добровольский, В. В. Роль гуминовых кислот в формировании миграционных массопотоков тяжелых металлов / В.В. Добровольский // Почвоведение, 2004. – Вып. №1. – С. 32-39.

Приложения

Приложение А.

Таблица - Содержание нефтепродуктов в образцах почв в динамике

Номер пробы	Наименование: П - почва, Д - донные отложения	Массовая концентрация	Показатель точности методики	Массовая концентрация	Показатель точности методики
		Апрель 2024		Октябрь 2024	
1-1	Д	18	5	16	4
1-2	Д	18	4	19	5
1-3	Д	17	4	22	6
1-4	Д	20	5	15	4
1-5	Д	19	5	25	6
2-1	П	17	4	21	5
2-2	П	14	3	32	8
2-3	П	39	5	14	4
2-4	П	16	4	15	4
2-5	П	18	4	13	3
3-1	П	15	4	22	6
3-2	П	14	4	16	4
3-3	П	24	6	21	5
3-4	П	37	8	36	9
3-5	П	24	6	25	6
4-1	П	19	5	22	6
4-2	П	15	4	46	12
4-3	П	24	6	19	5
4-4	П	28	7	23	6
4-5	П	26	7	17	4
5-1	П	20	5	25	6
5-2	П	24	6	21	5
5-3	П	22	6	33	8
5-4	П	23	6	34	9
5-5	П	33	8	26	7
6-1	П	18	5	16	6
6-2	П	20	4	25	9
6-3	П	17	6	19	5
6-4	П	16	5	24	5
6-5	П	26	5	39	4
7-1	П	39	5	28	7
7-2	П	26	5	25	5
7-3	П	21	7	49	6
7-4	П	17	9	22	10

7-5	Π	26	7	26	7
8-1	Π	30	6	20	7
8-2	Π	28	5	28	13
8-3	Π	22	7	24	6
8-4	Π	26	8	36	7
8-5	Π	24	8	37	5

Приложение В

Таблица - Массовая концентрация фенолов, измеренная в апреле и в октябре 2024 года в образцах почвогрунтов намывных территорий

Номер пробы	Наименование пробы: П - почва, Д - донные отложения	Массовая концентрация в протокол, мг/кг	
		Апрель 2024	Октябрь 2024
1-1	Д	<0,05	<0,05
1-2	Д	<0,05	<0,05
1-3	Д	<0,05	<0,05
1-4	Д	<0,05	<0,05
1-5	Д	<0,05	<0,05
2-1	П	<0,05	<0,05
2-2	П	<0,05	<0,05
2-3	П	<0,05	<0,05
2-4	П	<0,05	<0,05
2-5	П	<0,05	<0,05
3-1	П	<0,05	<0,05
3-2	П	<0,05	<0,05
3-3	П	<0,05	<0,05
3-4	П	<0,05	<0,05
3-5	П	<0,05	<0,05
4-1	П	<0,05	<0,05
4-2	П	<0,05	<0,05
4-3	П	<0,05	<0,05
4-4	П	<0,05	<0,05
4-5	П	<0,05	<0,05
5-1	П	<0,05	<0,05
5-2	П	<0,05	<0,05
5-3	П	<0,05	<0,05
5-4	П	<0,05	<0,05
5-5	П	<0,05	<0,05
6-1	П	<0,05	<0,05
6-2	П	<0,05	<0,05
6-3	П	<0,05	<0,05
6-4	П	<0,05	<0,05
6-5	П	<0,05	<0,05
7-1	П	<0,05	<0,05
7-2	П	<0,05	<0,05
7-3	П	<0,05	<0,05
7-4	П	<0,05	<0,05
7-5	П	<0,05	<0,05
8-1	П	<0,05	<0,05

8-2	Π	<0,05	<0,05
8-3	Π	<0,05	<0,05
8-4	Π	<0,05	<0,05
8-5	Π	<0,05	<0,05

Приложение С

Таблица - Результат тестирования образцов на загрязнение токсичными веществами при помощи использования биотеста «Эколюм».

Номер пробы	Наименование пробы: П – почва, Д – донные отложения	Индекс токсичности (Т)		Степень токсичности/Класс опасности пробы
		Апрель 2024	Октябрь 2024	
1-1	Д	12,8	11,1	Образец не токсичен
1-2	Д	15,8	14,3	Образец не токсичен
1-3	Д	-8,5	7,4	Образец не токсичен
1-4	Д	-9,1	-5,6	Образец не токсичен
1-5	Д	18	17,2	Образец не токсичен
2-1	П	17,8	12,4	Образец не токсичен
2-2	П	-5,7	12,2	Образец не токсичен
2-3	П	14,7	11,6	Образец не токсичен
2-4	П	18,3	15,6	Образец не токсичен
2-5	П	11,5	9,2	Образец не токсичен
3-1	П	-6,3	6,6	Образец не токсичен
3-2	П	-7,8	-3,1	Образец не токсичен
3-3	П	5,4	5,6	Образец не токсичен
3-4	П	19,6	14,2	Образец не токсичен
3-5	П	14,5	11,9	Образец не токсичен
4-1	П	11,1	16,5	Образец не токсичен
4-2	П	-9,6	7,8	Образец не токсичен
4-3	П	-6,2	-3,3	Образец не токсичен
4-4	П	12,5	15,5	Образец не токсичен
4-5	П	16,9	12,1	Образец не токсичен
5-1	П	19,4	15,2	Образец не токсичен
5-2	П	-4,1	11,6	Образец не токсичен
5-3	П	-7,2	5,4	Образец не токсичен
5-4	П	12,1	15,5	Образец не токсичен
5-5	П	15,6	9,4	Образец не токсичен
6-1	П	13,3	11	Образец не токсичен
6-2	П	-4,5	8,4	Образец не токсичен

6-3	П	8	-1,3	Образец не токсичен
6-4	П	7,2	7,4	Образец не токсичен
6-5	П	20,4	16	Образец не токсичен
7-1	П	16,3	13,7	Образец не токсичен
7-2	П	12,9	18,3	Образец не токсичен
7-3	П	0,8	0,8	Образец не токсичен
7-4	П	4,4	4,4	Образец не токсичен
7-5	П	14,3	17,3	Образец не токсичен
8-1	П	18,7	13,9	Образец не токсичен
8-2	П	19,2	17	Образец не токсичен
8-3	П	18,1	19,3	Образец не токсичен
8-4	П	15,4	15,4	Образец не токсичен
8-5	П	13,9	17,3	Образец не токсичен

Приложение D

Таблица - Концентрация бенз(а)пирена, измеренная в апреле и в октябре 2024 года в образцах почвогрунтов намывных территорий

Номер пробы	Массовая концентрация бенз(а)пирена, мг/кг	
	Апрель 2024	Октябрь 2024
1-1	< 0,005	< 0,005
1-2	< 0,005	< 0,005
1-3	< 0,005	< 0,005
1-4	< 0,005	< 0,005
1-5	< 0,005	< 0,005
2-1	< 0,005	< 0,005
2-2	< 0,005	< 0,005
2-3	< 0,005	< 0,005
2-4	< 0,005	< 0,005
2-5	< 0,005	< 0,005
3-1	< 0,005	< 0,005
3-2	< 0,005	< 0,005
3-3	< 0,005	< 0,005
3-4	< 0,005	< 0,005
3-5	< 0,005	< 0,005
4-1	< 0,005	< 0,005
4-2	< 0,005	< 0,005
4-3	< 0,005	< 0,005
4-4	< 0,005	< 0,005
4-5	< 0,005	< 0,005
5-1	< 0,005	< 0,005
5-2	< 0,005	< 0,005
5-3	< 0,005	< 0,005
5-4	< 0,005	< 0,005
5-5	< 0,005	< 0,005
6-1	< 0,005	< 0,005
6-2	< 0,005	< 0,005
6-3	< 0,005	< 0,005
6-4	< 0,005	< 0,005
6-5	< 0,005	< 0,005
7-1	< 0,005	< 0,005
7-2	< 0,005	< 0,005
7-3	< 0,005	< 0,005
7-4	< 0,005	< 0,005
7-5	< 0,005	< 0,005
8-1	< 0,005	< 0,005

8-2	< 0,005	< 0,005
8-3	< 0,005	< 0,005
8-4	< 0,005	< 0,005
8-5	< 0,005	< 0,005

Приложение Е

Таблица - Концентрация валовой формы тяжёлых металлов.

Номер пробы	Валовое содержание мг/кг						
	Fe	Mn	Cu	Ni	Cd	Zn	Pb
1-1	149	13	0,2	0,04	0,02	3	0,9
1-2	143	15	0,3	0,04	0,03	3	0,9
1-3	153	16	0,2	0,06	0,04	25	0,9
1-4	146	14	0,2	0,06	0,04	30	0,9
1-5	216	15	0,2	0,78	0,08	2	0,9
2-1	206	22	0,3	0,62	0,08	4	0,9
2-2	205	17	0,2	0,49	0,10	3	0,9
2-3	223	26	0,2	0,57	0,10	2	0,9
2-4	198	22	0,2	0,43	0,05	3	0,9
2-5	181	21	0,3	0,18	0,05	5	0,9
3-1	205	22	0,4	0,13	0,07	4	0,9
3-2	191	34	0,2	0,12	0,07	4	0,9
3-3	200	23	0,3	0,11	0,08	4	0,9
3-4	209	35	0,2	0,08	0,08	4	0,9
3-5	290	84	1,0	3,03	0,07	6	29
4-1	275	91	1,0	3,21	0,06	6	37
4-2	307	82	1,8	2,84	0,11	7	40
4-3	278	75	1,7	2,98	0,11	6	31
4-4	268	87	1,3	2,55	0,08	6	39
4-5	209	35	0,2	0,08	0,08	4	0,9
5-1	290	84	1,0	3,03	0,07	6	29
5-2	275	91	1,0	3,21	0,06	6	37
5-3	307	82	1,8	2,84	0,11	7	40
5-4	278	75	1,7	2,98	0,11	6	31
5-5	268	87	1,3	2,55	0,08	6	39