



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической  
безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
бакалавра

На тему «Экологическое состояние Невской губы Финского залива»

Исполнитель Миргородский Александр Николаевич  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Дроздов Владимир Владимирович  
(фамилия, имя, отчество)

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

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

Дроздов Владимир Владимирович  
(фамилия, имя, отчество)

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

«28» 06 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА .....	6
1.1 Географическое положение и границы Невской губы Финского залива	6
1.2 Специфика рельефа и геологического строения.....	10
1.3 Особенности гидрологии и гидрологического режима .....	15
2. АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА.....	23
2.1 Ключевые источники загрязнения Невской губы Финского залива .....	23
2.2 Анализ влияния хозяйственной деятельности на водные и биологические ресурсы.....	30
2.3 Проблемы в реализации мер по улучшению экологического состояния Невской губы .....	40
3. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА .....	43
3.1 Возможные варианты развития ситуации при текущем уровне антропогенного воздействия.....	43
3.2 Предложения по снижению негативного воздействия на экологическую систему .....	47
3.3 Рекомендации по управлению экологическим состоянием Невской губы Финского залива.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	56
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	62

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность связана с интенсивным развитием территории вокруг акватории Невской губы Финского залива. Данная территория исторически подвергалась значительному антропогенному воздействию, особенно в условиях бурного промышленного роста и усиления потока морских судов. Санкт – Петербург является не только крупным промышленным и культурным центром России, но и торговым, что определяет активное движение морских судов в Финском заливе. Активное судоходство в Невской губе Финского залива определяет значительное антропогенное воздействие и различные экологические проблемы и, в связи с этим существенное воздействие промышленных отходов на экологическое состояние акватории. В результате ухудшаются условия существования водных организмов, снижается качество воды, повышается риск экологических катастроф, прежде всего, со стороны морских судов, перевозящих химические вещества, нефть и нефтепродукты, что само по себе связано с многочисленными экологическими рисками и угрозами для окружающей среды.

Проблематика реализации природоохранных мероприятий в рамках Невской губы Финского залива характеризуется сложностью их реализации в условиях интенсивного строительства намывных территорий, эксплуатации комплекса защитных сооружений от наводнений, поступающих в акваторию сточных вод и промышленных отходов. Иными словами, рассматриваемая акватория подвергается значительному антропогенному воздействию, что определяет актуальность и острую необходимость разработки мероприятий по обеспечению экологической безопасности в районе Невской губы Финского залива.

Необходимость проработки экологических и природозащитных мероприятий связана с требованиями обеспечения сбалансированности в использовании природных ресурсов, гарантии охраны окружающей среды и улучшения экологического состояния акватории, прежде всего, с точки зрения

долгосрочного влияния негативных экологических аспектов на здоровье человека. Требуется разработка и реализация комплекса мер по обеспечению эффективности мероприятий в рамках сохранения и восстановления экологической системы Невской губы Финского залива. Особую значимость данная тема приобретает в связи с эксплуатацией комплекса защитных сооружений и использования инфраструктуры кольцевой автомобильной дороги в рамках Невской губы Финского залива. Иными словами, антропогенное воздействие увеличивается и возрастают многочисленные риски негативного влияния на биологическое разнообразие, состояние окружающей среды. В результате возникает вопрос развития инфраструктуры для переработки отходов и снижения негативного влияния антропогенного воздействия на экологическое состояние Невской губы.

Объект исследования: экологическая система Невской губы Финского залива

Предмет исследования: экологическая безопасность водных ресурсов

Цель исследования: комплексная оценка экологического состояния Невской губы и разработка практических рекомендаций по улучшению экологической обстановки

Основные задачи исследования:

- 1) дать характеристику физико-географических особенностей Невской губы Финского залива;
- 2) провести анализ антропогенного воздействия на экологическое состояние Невской губы Финского залива;
- 3) определить ключевые источники загрязнения Невской губы Финского залива;
- 4) охарактеризовать влияние хозяйственной деятельности на водные и биологические ресурсы Невской губы;
- 5) выявить проблемы в реализации мер по улучшению экологического состояния Невской губы;

6) определить перспективы изменения экологического состояния Невской губы Финского залива;

7) разработать предложения по снижению негативного воздействия на экологическую систему;

8) предложить рекомендации по управлению экологическим состоянием Невской губы Финского залива.

Методы исследования представлены анализом, синтезом, обобщением, систематизацией, сравнением.

Практическая значимость характеризуется потенциальной возможностью использования полученных результатов в планировании и исполнении природоохранных мероприятий по улучшению экологического состояния Невской губы Финского залива. Кроме того, предлагаемые рекомендации могут быть масштабированы и распространены в целом на обеспечение охраны водных ресурсов, снижения уровня антропогенного воздействия на окружающую среду.

Структура работы определена поставленными задачами и включает в себя введение, 3 главы с параграфами, заключение, список литературы и приложения. Первая глава носит описательный характер и отражает ключевые физико-географические особенности Невской губы Финского залива. Приводятся данные о специфике рельефа и геологического строения, гидрологии и гидрологического режима. Вторая глава носит аналитический характер и включает в себя результаты анализа антропогенного воздействия на экологическое состояние Невской губы Финского залива. Определены ключевые источники загрязнения Невской губы Финского залива, влияние хозяйственной деятельности на водные и биологические ресурсы, выявлены проблемы в реализации мер по улучшению экологического состояния Невской губы. В третьей главе представлены рекомендации по улучшению экологического состояния Невской губы Финского залива.

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

## 1.1 Географическое положение и границы Невской губы Финского залива

Невская губа расположена в западной части Финского залива, между морской частью дельты Невы и линией «Ломоносов – Кронштадт – Горская». Данная линия ещё известна как «Маркизова лужа», что происходит от титула главы Морского ведомства в 1809-1828 годы маркиза И.И. Траверсе. Длина Невской губы составляет 21 км, наибольшая ширина – 15 км, площадь 380 км<sup>2</sup>, глубина от 2,5 до 4 метров. При наличии циклонов уровень воды в губе поднимается и вызывает наводнения в Санкт-Петербурге. Вода в губе отличается слабой солёностью, которая тем не менее увеличивается при сильном ветре. В период весны и таяния льда солёность воды в губе является минимальной [3, 17]. Географическое положение Невской губы представлено на рисунке 1.1.

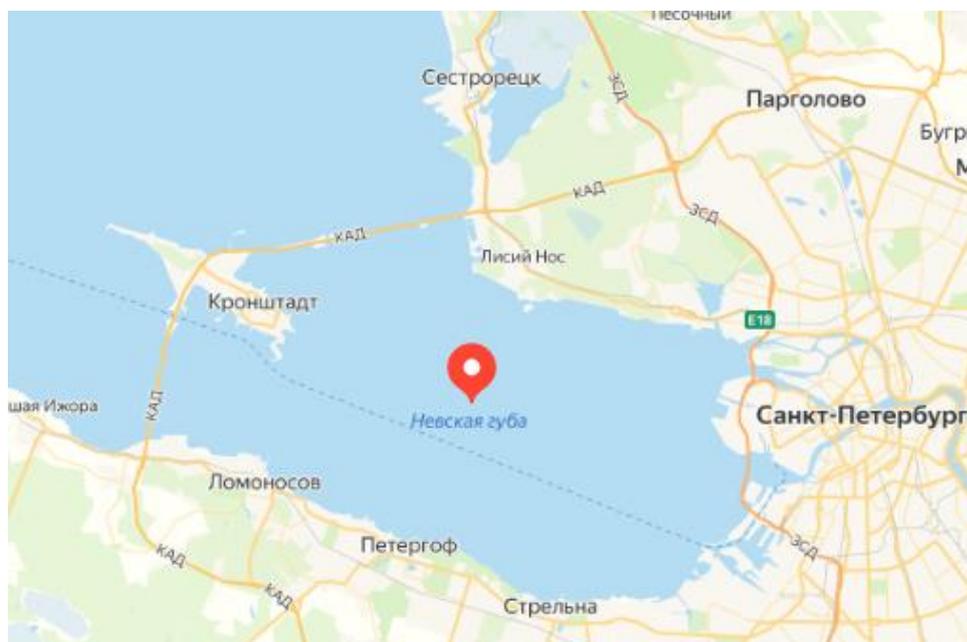


Рисунок 1.1. – Географическое положение Невской губы

Центральная часть губы включает в себя зону транзита невских вод со скоростью течения около 10 см/с. При этом южная и северная части характеризуются замедленным водообменом со скоростью течения от 2 до 6 см/с. Юго-восточный участок Южно-Лахтинской отмели является наименее проточным и здесь скорость течения составляет 2 см/с даже менее.

Специфика географического расположения Невской губы Финского залива связана с тем, что она расположена между рекой Невой и ограничена песчаным баром реки Невы на востоке и линией Лисий Нос – Кронштадт – Ломоносов на западе. На севере расположен заказник «Северное побережье Невской губы». Площадь водного зеркала составляет 329 км<sup>2</sup>, и она служит основой для созданного комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. После строительства дамб губа фактически стала изолированным проточным водоёмом. Теперь площадь водного зеркала составляет 380 км<sup>2</sup>, объем водной массы составляет 1,2 км<sup>3</sup>, средняя естественная глубина губы составляет около 3 метров [3, 19]

Специфика Невской губы Финского залива как изолированного проточного водоёма заключается в её местоположении, так как она находится в окружении суши и не имеет связи с другими водоёмами. В результате формируется уникальная экосистема, которая отличается от экосистем других водоёмов. В условиях строительства гидрозащитных сооружений произошло существенное изменение состояния экосистемы Невской губы [21, 5]. Существенным фактором, оказывающим влияние на состояние данного водоёма, заключается в гидрологии в силу отсутствия прямой связи с другими водоёмами, в результате вода в Невской губе становится более застойной и менее насыщенной кислородом. Формируются условия для развития специфических растений и рыб.

Изменяется и геоморфология, так как Невская губа имеет довольно сложную форму и рельеф дна, что непосредственно влияет на движение водной массы и формирование течений. Иными словами, строительство гидрозащитных сооружений в Невской губе определило изменение

распределения питательных веществ и кислорода в воде, оказало значительное влияние на процессы фотосинтеза и состояние водных организмов [9, 5]. Невская губа как теперь уже фактически проточный изолированный водоём подвергается воздействию климатических условий, в этом смысле климат оказывает влияние на уровень температуры воды, уровень осадков и интенсивность солнечного излучения. Это безусловно сказывается на происходящих биологических процессах в водоёме и влияет на экологическую систему в целом.

Существенным аспектом необходимо отметить в этой связи антропогенное воздействие в силу изменения движения водных масс. Встаёт вопрос об антропогенном воздействии человеческой деятельности в силу загрязнения воды и нарушения естественных процессов экосистемы Невской губы. Как уже было сказано, изменился видовой состав растений, рыб, ухудшилось качество воды. Краткая характеристика описания Невской губы Финского залива представлена в таблице 1.1

Таблица 1.1

Краткая характеристика описания Невской губы Финского залива [3, 17]

Параметр	Характеристика
Длина	21 км
Наибольшая ширина	15 км
Площадь	380 км <sup>2</sup>
Глубина	от 2,5 до 4 метров
Средняя скорость течения	10 см/с

Сообщение Невской губы осуществляется через два пролива с Финским заливом у острова Котлин – это Северные (ширина 10 км) и Южные Ворота (ширина 7 км). Судоходство осуществляется по фарватерам и каналам, например по Морскому каналу, Корабельному каналу, Петровскому, фарватеру №11, Ломоносовскому каналу, Лахтинскому каналу, Подходному



январе до 27 градусов Цельсия в мае. Ледовый режим губы начинается в середине ноября и завершается в конце марта.

## 1.2 Специфика рельефа и геологического строения

Геологическое строение Невской губы характеризуется наличием четвертичных и верхнепротерозойных или котлинских отложений. Мощность четвертичных отложений составляет от 34,1 до 39,5 метров. Они включают в себя техногенные, биогенные, морские и озёрные, ледниковые и котлинские слои. Характеристика геологического строения Невской губы представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Характеристика геологического строения Невской губы [4, 127]

Отложения	Мощность	Состав
Техногенные	1-2 метра	Насыпные пески
Биогенные	0,1 – 0,5 метра	Заторфованный грунт
Морские и озёрные	2 -10 метров	Пылеватые пески средней плотности, пластичные супеси и текучие суглинистые илы

Ледниковые отложения плейстоцена – это полутвёрдые суглинки и пластичные супеси с наличием гравия, гальки, валунов и редких линз валунных грунтов с песчаным заполнителем мощностью около 30 метров. Верхнепротерозойные или котлинские отложения – это дислоцированные твёрдые глины мощностью 10 метров.

На особенности рельефа оказывают влияние природные и непосредственно техногенные факторы. Для рельефа дна Невской губы характерны перепады высот по обе стороны острова Котлин. Кроме этого, рельеф связан с изменением стока реки Невы и характера грунтов. Значимыми факторами, определяющими специфику рельефа Невской губы, являются

техногенные, которые связаны со строительством фортов, преград, гидротехнических сооружений.

Отметим, что воздействие на дно Невской губы оказывалось с начала основания Санкт-Петербурга. Для этого были построены форты, ряжевые преграды, а также Морской канал. Были проведены достаточно масштабные работы по углублению фарватеров и подводной добыче песка. В 1979 году был проведен комплекс защитных сооружений от наводнений. В области исследования геологического строения Невской губы проводится анализ данных геологического характера, изучается воздействие природных и техногенных факторов, определяющих изменение седиментационных условий. Центральная часть Невской губы расширяется, где развиты алевро – пелитовых илов, которые располагаются на глубине 5-6 метров [10, 1363].

Рельеф дна достаточно неоднороден. Например, в южной части находится песчаный бар реки Невы, ограничивающий губу с востока. Западная граница определена линией «Лисий Нос – Кронштадт – Ломоносов». Северная часть ограничена заказником «Северное побережье Невской губы». Дно Невской губы преимущественно является песчаным и плоским. Форма рельефа дна – шельф или материковая отмель, богатая рыбой и полезными ископаемыми [4, 129]

Рассматривая вопроса специфики рельефа и геологического строения необходимо остановиться на вопрос протекания различных геологических процессов, оказывающих влияние на состояние экологической системы Невской губы. Прежде всего, отметим эрозию береговой линии, что выражается в малой глубине, низкой солёности и мягком режиме волн, что определяет риск эрозии береговой линии. Постепенно происходит разрушение прибрежной растительной, плавней и прочих экосистем. Геологические процессы в районе Невской губы представлены на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 - Геологические процессы в районе Невской губы [13, 255]

Отметим загрязнение Невской губы твердыми отходами, что выражается в негативном антропогенном воздействии в виде строительства намывных территорий, выемки грунта для прохода морских судов. Кроме того, здесь можно отметить проблему промышленных и бытовых отходов, определяющих образование мелкодисперсной взвеси и в целом говорит о загрязнении рассматриваемой акватории.

Необходимо подчеркнуть, что происходит адаптация микроорганизмов к токсическому воздействию, что приводит к негативному эффекту в части обеспечения биологического разнообразия. Антропогенное воздействие оказывается и на грунтовые воды, что дополнительно влияет на проблему эрозии берегов. Это проявляется в попадании тяжёлых металлов, нефтепродуктов и прочих загрязняющих веществ в акваторию Невской губы.

Невская губа загрязняется тяжёлыми металлами, формируя определённую техногенную лагуну. В центральной части Невской губы биохимическое потребление кислорода превышает норму на 29%, у дна оно практически равно нулю, что непосредственно оказывает влияние на биологическое разнообразие.

Вследствие нарушения качества верхних горизонтов грунтовых вод и нарушения структуры подводного ландшафта нарушается устойчивость береговой линии и в целом необходимо говорить о негативных изменениях в водных экосистемах. Отметим, что за последние годы необходимо говорить о сильном влиянии антропогенного воздействия в виде загрязнения нефтепродуктами, алюминием, синцом и формальдегидом.

Процесс фракционирования играет ключевую роль в увеличении несущей способности намывных песков, поскольку он напрямую влияет на структуру и свойства этих грунтов. Фракционирование происходит в процессе намыва песка, когда пульпа, состоящая из воды и песка, распределяется по всей площади. В результате этого процесса песок оседает слоями, образуя слоистую структуру.

Фракционирование песка по размерам частиц имеет важное значение для увеличения его несущей способности. Грубые частицы песка оседают ближе к месту выпуска пульпы, формируя наружную приоткосную зону. Более мелкие частицы, преимущественно тонкопесчаные и пылеватые, относятся потоком несколько дальше и образуют промежуточную зону. Тонкие глинистые частицы осаждаются в прудке-отстойнике. Распределение частиц по размерам обеспечивает увеличение несущей способности намывных песков за счёт нескольких факторов:

Грубые частицы песка, оседая первыми, создают плотный слой, который служит опорой для последующих слоев. В результате увеличивается общая плотность намывного массива. Мелкие частицы заполняют пустоты между крупными частицами, уменьшая общую пористость массива. Повышается способность выдерживать нагрузки без значительной деформации. Крупные

частицы обеспечивают лучшую проницаемость массива, что способствует эффективному отводу воды и снижению риска подтопления [15, 260].

Геосинтетические дрены играют важную роль в процессах высыхания и уплотнения илов в Невской губе Финского залива, способствуя улучшению экологической ситуации и повышению устойчивости береговой линии. Эти материалы, изготовленные из полимеров, обладают высокой прочностью и долговечностью, что позволяет им эффективно выполнять свои функции в условиях агрессивной среды.

Применение геосинтетических дрен в первую очередь направлено на ускорение процессов высыхания иловых отложений, что достигается за счет их способности обеспечивать эффективный дренаж воды. Благодаря своей структуре, дрены способствуют быстрому отводу влаги из толщи илов, что ускоряет их высыхание и предотвращает застой воды, который может привести к развитию анаэробных условий и, как следствие, к выделению вредных газов.

Кроме того, использование геосинтетических дрен способствует уплотнению илов, что важно для повышения их несущей способности и устойчивости к эрозионным процессам. Уплотнение илов происходит за счет уменьшения их пористости и увеличения плотности, что достигается благодаря механическому воздействию дрен на структуру илов, что способствует укреплению береговой линии и предотвращению ее размывания. Также стоит отметить, что применение геосинтетических дрен позволяет снизить затраты на проведение работ по осушению илов и повысить эффективность этих мероприятий. Дрены легко монтируются и не требуют сложного обслуживания, что делает их экономически выгодным решением для улучшения экологической ситуации в Невской губе Финского залива [20, 429].

Фракционирование намывных песков - при намыве песка непосредственно у выхода из пульпопровода откладываются наиболее крупные частицы. По мере удаления от трубы размер частиц уменьшается, что

приводит к формированию слоистой текстуры песков, которая влияет на их прочность и устойчивость. В процессе разложения органических веществ в намывных и насыпных грунтах могут образовываться биогазы, такие как метан и диоксид углерода. Использование геосинтетических дрен - применение геосинтетических материалов, таких как дрены, способствует ускорению процессов высыхания и уплотнения илов под искусственными территориями. Уплотнение илов важно для повышения их несущей способности и устойчивости к эрозионным процессам.

### **1.3 Особенности гидрологии и гидрологического режима**

Невская губа, являясь частью Финского залива, представляет собой располагает средней глубиной около 3 метров. Она достаточно уязвима к изменениям уровня воды и влиянию внешних факторов, таких как приливы и отливы, а также к антропогенному воздействию.

Водообмен между Невской губой и Финским заливом ограничен комплексом защитных сооружений Санкт-Петербурга, что создаёт условия для изоляции и накопления вод в губе. В результате снижается солёность воды в губе по сравнению с водами Финского залива, делая её более пресной. Особенностью годового хода солёности в Невской губе является её изменение в зависимости от сезона. Весной и летом, когда тают снега и идут дожди, солёность снижается из-за увеличения объёма пресных вод. Осенью и зимой, когда испарение превышает осадки, солёность увеличивается. Распределение солёности и течений в восточной части Финского залива также зависит от сезонных изменений. Летом, когда преобладают западные ветра, солёность уменьшается в направлении с запада на восток, а течения направлены в сторону Невской губы. Зимой, когда преобладают восточные ветра, солёность увеличивается, а течения направлены в сторону открытого моря.

Сток реки Невы оказывает значительное влияние на течения в Невской губе Финского залива. Нева, соединяющая Ладожское озеро с Финским

заливом, приносит в Невскую губу большие объёмы пресной воды, что существенно влияет на гидрологический режим и экологию этой акватории.

Воды Невы, поступающие в Невскую губу, имеют низкую солёность и высокую мутность, что отличает их от вод Финского залива, что приводит к образованию специфических условий в губе, способствуя развитию уникальных видов флоры и фауны. Сток Невы также влияет на распределение течений в Невской губе. Вследствие поступления большого количества пресной воды, в губе формируются течения, направленные преимущественно в сторону Финского залива. Течения способствуют перемешиванию вод и обмену биологическими и химическими веществами между губой и открытым морем.

Однако, несмотря на положительное влияние стока Невы на экологическое состояние Невской губы, существуют и негативные аспекты. Например, поступление большого количества пресной воды может привести к снижению солёности в губе до критических уровней, что может негативно сказаться на некоторых видах морских организмов.

Также важно отметить, что сток Невы подвержен сезонным колебаниям, что отражается на гидрологическом режиме Невской губы. Весной и летом, когда тают снега и идут дожди, сток Невы увеличивается, что приводит к увеличению объёма пресных вод в губе и снижению её солёности. Осенью и зимой, когда испарение превышает осадки, сток Невы уменьшается, что способствует повышению солёности в губе [20, 510].

Уровенный режим Невской губы характеризуется рядом особенностей, обусловленных её географическим положением, морфометрией и гидрологическим режимом. Невская губа является частью Финского залива Балтийского моря и расположена в восточной его части, от устья реки Невы на востоке до комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) на западе [24, 219].

Одной из главных особенностей уровенного режима Невской губы является её мелководность. Средняя глубина губы составляет около 4 метров,

что делает её уязвимой к изменениям уровня воды под воздействием различных факторов, таких как ветровое волнение, приливы и отливы, а также антропогенная деятельность. Полный обмен воды в губе происходит примерно каждые 6,7 лет. Такой высокий водообмен способствует быстрому обновлению водных масс и поддержанию экологического баланса в акватории.

Уровненный режим Невской губы также характеризуется гомотермией – равномерным распределением температуры по глубине. Это связано с небольшой глубиной губы и высокой интенсивностью перемешивания водных слоёв.

Важной особенностью является и то, что Невская губа является пресноводным водоёмом. Хотя воды губы в основном являются практически пресными, иногда наблюдается проникновение осолонённых вод вдоль дна Морского канала (основного фарватера Санкт-Петербургского порта). В таких случаях в западной части Морского канала возможно возникновение двухслойной вертикальной структуры вод с верхним квазиоднородным слоем мощностью около 5–7 метров. Уровненный режим Невской губы тесно связан с особенностями атмосферной циркуляции над Балтийским морем и Финским заливом. Характер течений в губе в основном зависит от стока Невы. Средние скорости переноса невских вод по губе составляют 6–8 см/с в северной и 1–5 см/с в южных частях акватории губы. Многолетняя средняя температура воды составляет 6,6 °С. Распределение солёности определяется взаимодействием между пресным речным стоком (в основном за счёт стока реки Невы) и солоноватыми глубинными водами Финского залива.

Атмосферная циркуляция и ветра оказывают значительное влияние на гидрологический режим Невской губы. Невская губа, являясь частью Финского залива, подвержена воздействию ветров, которые могут вызывать изменения уровня воды, направления и скорости течений, а также влиять на распределение солёности. Ветра играют ключевую роль в формировании течений в Невской губе. Западные ветра, преобладающие летом, способствуют

увеличению стока Невы и направляют течения в сторону Финского залива. Восточные ветра, напротив, уменьшают сток Невы и направляют течения в сторону Ладожского озера, что приводит к увеличению солёности в губе.

Атмосферные процессы также влияют на уровень воды в Невской губе. Во время циклонов, когда атмосферное давление падает, уровень воды может повышаться из-за нагона воды ветром. Антициклоны, наоборот, способствует понижению уровня воды.

Рассматриваемая вопрос гидрологии и гидрологического режима Невской губы Финского залива необходимо отметить, что данный объект испытывает значительное антропогенное воздействие со стороны различных источников загрязнения. В большинстве своём это промышленные предприятия, точечные и диффузные источники загрязнения, охватывающие широкое поле оказываемого антропогенного воздействия. Сюда же можно отнести значительное влияние городских стоков Санкт-Петербурга и атмосферный перенос (преимущественно воздействие автотранспорта, так как по территории Невской губы проходит КАД, что определяет значительное количество транспортных средств и существенный объект загрязнений от автотранспорта). Основные источники загрязнения вод Невской губы представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Основные источники загрязнения вод Невской губы [22, 509]

Источник загрязнения	Характер источника загрязнения	Характеристика
Промышленные предприятия	Точечный	Выбросы со стороны промышленных предприятий, которые расположены в непосредственной близости от Невской губы. Поступление химических веществ, тяжёлых металлов и прочих загрязняющих веществ.
Канализационные стоки	Точечный	Сточные воды, сбрасываемые посредством канализационных систем. Чаще всего это органические и неорганические загрязнители, в том числе биогенные

		элементы. В частности, азот и фосфор, способствующие эвтрофикации воды
Судоходство	Точечный	Суда, которые проходят через Невскую губу, Финский залив сбрасывают воды и нефтепродукты, а также тяжёлые металлы
Атмосферный перенос	Диффузный	Загрязняющие вещества, которые выбрасываются в атмосферы промышленными предприятиями, автотранспортом переносятся воздушными потоками и попадают на поверхность Невской губы

Существенное воздействие негативного характера оказывают тяжёлые металлы, например, свинец, цинк, медь и железо в части их воздействия на гидрологический режим Невской губы. Происходит накопление тяжёлых металлов в донных отложениях, что определяет пагубное воздействие на окружающую среду, биологическую цепь. Говоря о воздействии тяжёлых металлов на гидравлический режим Невской губы, хотелось бы отметить значительный негативный эффект данного фактора на гидрологию рассматриваемого водного объекта. Тяжёлые металлы, прежде всего такие, как свинец, ртуть, цинк и медь попадают непосредственно в Невскую губу за счёт поступления промышленных выбросов сточных вод и других антропогенных источников воздействия. Подобные металлы накапливаются в донных отложениях и остаются там в результате на длительное время. Тем самым необходимо говорить о негативном влиянии тяжёлых металлов на окружающую среду в рамках Невской губы.

Рассматривая вопрос гидрологии Невской губы, хотелось бы отметить, что прежде всего изменяются физические свойства воды, она становится более мутной и менее прозрачной. В результате затрудняется проникновение света в толщу воды, что негативно отражается на процессе фотосинтеза. Тяжёлые металлы также изменяют химический состав воды, изменяется уровень кислотности. Снижается окислительно-восстановительный потенциал и в целом уровень содержания растворённого кислорода. Потенциально подобная ситуация определяет гибель водных организмов и нарушение биологического равновесия в Невской губе Финского залива. Помимо этого, хотелось бы

отметить, что тяжёлые металлы накапливаются в тканях водных организмов. Безусловно, это приводит к их отравлению и гибели. Негативное влияние тяжёлых металлов проявляется и в воздействии на пищевую цепь и в целом на экосистему. Снижение негативного воздействия тяжёлых металлов на гидрологический режим Невской губы возможно за счёт использования комплексных мер в области контроля за промышленными выбросами и очистки сточных вод важным аспектом также является внедрение и применение ограничений в области использования удобрений и пестицидов. В этом отношении уже на сегодняшний момент реализуется мониторинг состояния Невской губы, принимаются меры по обеспечению экологической безопасности. Методы диагностики влияния тяжёлых металлов на качество воды Невской губы Финского залива представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Методы диагностики влияния тяжёлых металлов на качество воды  
Невской губы Финского залива [23, 56]

Категория	Методы	Значение
Отбор проб, анализ	Атомно-абсорбционная спектроскопия, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой	Отбор проб из поверхностных источников и сточных вод. Выявление концентрации металлов в воде
Применение критериев предельной допустимой концентрации	ПДК	Определение безопасного уровня содержания тяжёлых металлов в воде

В рамках оценки влияния тяжёлых металлов на качество воды в Невской губе Финского залива проводится определение концентрации металлов в воде, потенциального накопления в пищевой цепи. Кроме того, используется анализ потенциального воздействия на здоровье человека и животных. Наибольший токсичный эффект наблюдается у водных организмов в силу нарушения биологического равновесия.

Серьёзной угрозой гидрологии Невской губы является эвтрофикация, связанная с избыточным поступлением биогенных элементов в силу

канализационных стоков, определяя цветение водорослей, а также снижение содержания кислорода в воде. Учитывая обозначенные проблемы, безусловно, реализуются мероприятия по обеспечению очистки сточных вод, реализации контроля за промышленными выбросами и осуществлении утилизации отходов. Кроме того, существенное внимание уделяется повышению уровня экологической осведомлённости, однако в данном отношении пока проводится недостаточная работа в области взаимодействия с населением органов власти для формирования ответственного отношения граждан к окружающей среде.

Важным аспектом является мониторинг гидрологического режима Невской губы. Мониторинг проявляется в реализации комплекса мероприятий, которые ориентированы на сбор и обработку данных о состоянии водного объекта. Данный процесс играет существенную роль в оценке экологического состояния Невской губы, а также Финского залива в целом. Данный процесс ориентирован на выявление ключевых тенденций в изменении гидрологического режима и принятие мер по его улучшению. В рамках проводимого мониторинга проводится измерение температуры воды, что позволяет оценить тепловое загрязнение, а также влияние на биологические процессы в Невской губе, изучается наличие и состав взвесей, анализ содержания подобных частиц в воде даёт представление о процессе эрозии берегов, а также влияние антропогенной деятельности на качество воды. Изучаются также химические показатели, которые занимают существенное место в мониторинге содержания подобных веществ в воде, что даёт возможность оценить уровень загрязнения и его потенциальное воздействие на экологическую систему Невской губы.

При проведении мониторинга используются такие методы, как стационарные станции наблюдения, мобильные лаборатории, а также дистанционное зондирование. Использование стационарных станций наблюдения позволяет непрерывно обрабатывать данное состояние водного объекта. Применение дистанционного зондирования предполагает

задействование спутниковых снимков и беспилотных летательных аппаратов для получения информации о состоянии поверхности воды и в целом оценке уровня загрязнения и прочих важных параметрах. Инструменты мониторинга гидрологического режима Невской губы представлены на рисунке 1.4.

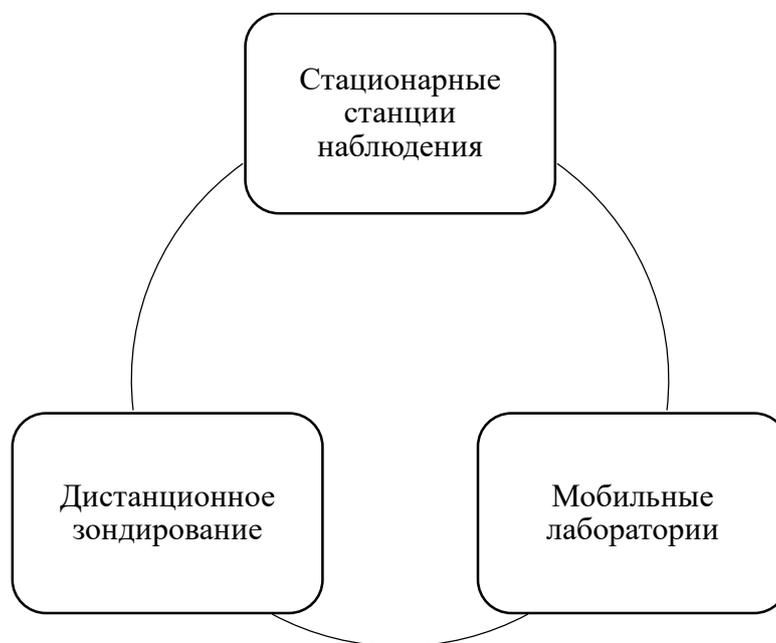


Рисунок 1.4 – Инструменты мониторинга гидрологического режима Невской губы.

При обработке анализе данных используется специализированное программное обеспечение в выявлении тенденции изменения гидрологического режима непосредственно определяются источники загрязнения и разрабатываются необходимые рекомендации по уровню по снижению. Их воздействия в конечном итоге проводится заключение формируется результаты мониторинга для принятия решений в области охраны окружающей среды в соответствии с результатами мониторинга проводится планирование хозяйственной деятельности и реализуется разработка в области улучшения экологического состояния Финского залива и Невской губы.

## **2. АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

### **2.1 Ключевые источники загрязнения Невской губы Финского залива**

Рассматривая ключевые источники загрязнения необходимо отметить, что существенный вклад в этом отношении вносят промышленные предприятия, а также непосредственно антропогенное воздействие оказывается со стороны Санкт-Петербурга. Речь идёт, прежде всего, о хозяйственно-бытовом факторе, который играет значительную роль в загрязнении Невской губы. Именно данный фактор вносит существенный вклад в общее загрязнение, в этом отношении можно отметить сточные воды, которые содержат в себе бытовые отходы, различные химические вещества, используемые в быту. Бытовые и сточные воды содержат в себе большое количество органических веществ, а также различные химические соединения. Наличие загрязняющих веществ определяется использованием моющих средств, чистящих средств косметики и прочего. Подобные вещества оказывают негативное воздействие на экологическую систему и вызывают процесс эвтрофикации, то есть непосредственного изменения химического состава. Значимым источником загрязнения являются промышленные отходы. В частности, необходимо отметить прямой сброс промышленных отходов в Неву и её притоки. Некоторые загрязняющие вещества попадают в воду через ливневые стоки грунтовые воды. К числу ключевых источников загрязнения акватории являются твёрдые бытовые отходы. Они попадают в него её притоки содержат в себе широкий спектр загрязняющих веществ. К данным веществам относятся тяжёлые металлы, органические соединения, а также микропластик [25, 425].

В результате в акваторию Невской губы попадает излишнее количество питательных веществ, и это приводит к бурному развитию фитопланктона и водорослей, кроме того, снижается прозрачность воды, это привод

кислородному голоданию в придонных слоях. Как уже было отмечено, изменяется химический состав воды? На этот процесс оказывает влияние бытовые и сточные воды, которые содержат в себе широкий спектр химических соединений. При изменении химического состава воды вода становится менее пригодной для жизни водных организмов. Помимо обозначенных последствий также стоит отметить загрязнение тяжёлыми металлами и различными токсичными веществами. Происходит накопление подобных веществ в организме рыб и различных водных организмов. В результате они становятся непригодными для употребления в пищу человеком [26, 65].

Обозначив ключевые источники загрязнения рассматриваемой акватории, стоит отметить, что большое внимание уделяется реализации ряда мер по снижению негативного воздействия загрязняющих веществ, в частности, система очистки сточных вод, ограничения использования химических веществ в быту, повышения уровня экологической осведомлённости населения Санкт-Петербурга. Между тем необходимо помнить, что хозяйственно-бытовой фактор играет существенную роль в загрязнении Невской губы, поэтому крайне необходимо принятие комплексных мер по снижению данного вида загрязнения, что является необходимым условием обеспечения экологического баланса на данной территории [17, 187].

Существенный вклад в загрязнение Невской губы вносят промышленные отходы. Промышленные отходы содержат в себе широкий спектр загрязняющих веществ. Они содержат такие вещества, как тяжёлые металлы и нефтепродукты. Так же к загрязняющим веществам в рамках промышленных отходов можно отнести пестициды и поверхностно-активные вещества. В воду попадают и другие разновидности токсичных соединений. В результате можно отметить серьёзное воздействие на экологическую систему залива. Изменяется химический состав воды, снижается её прозрачность. Следствием влияния промышленных отходов являются кислородное

голодание в придонных слоях и постепенное накопление токсичных веществ в организме водных обитателей.

Промышленные отходы являются одним из основных источников загрязнения, поступающих в Невскую губу различными путями, в том числе за счёт сброса сточных вод, утечек с промышленных площадок и через ливневые стоки и грунтовые воды. Наиболее опасной утечкой являются нефтехимические соединения. Опасность кроется в потенциальном образовании нефтяных плёнок на поверхности воды, что препятствует воздухообмену и фотосинтезу. Серьёзные последствия промышленных загрязнений заключаются в изменении экологической системы Невской губы и Финского залива. Избыточное поступление питательных веществ приводит к бурному развитию фитопланктона и водорослей. Как уже было сказано, снижается прозрачность воды и это вызывает кислородное голодание в придонных слоях [28, 240].

Отдельно хотелось бы отметить проблематику активного строительства и развития намывных территорий в акватории Невской губы, что также оказывает губительное воздействие на экологическую среду Финского залива. В процессе перемещения значительного объема морского грунта в ходе строительства нарушаются естественные процессы миграции рыб и морских животных, влияние оказывается и на осадочные породы. Особенно критичное положение можно отметить относительно чувствительных сред обитания, в частности водоросли. Воздействие оказывает и шум от строительных работ непосредственно на поведение рыб. Загрязнённые строительные площадки увеличивают уровень загрязнений путём увеличения концентрации токсичных веществ в сточных водах. Подобные токсичные соединения накапливаются в организме рыб, определяя их непригодность в употребление в пищу человеком.

Масштабное строительство в прибрежной зоне характеризуется ростом количества твердых бытовых отходов, которые попадают в акваторию. Подобные отходы содержат в себе широкий спектр загрязняющих веществ.

Особый вред оказывает микропластик, наносящий серьёзный урон морской экологической системе. Динамика объема ТКО в Санкт-Петербурге в период 2019-2023 годы, в млн. куб. м. представлена на рисунке 2.1.

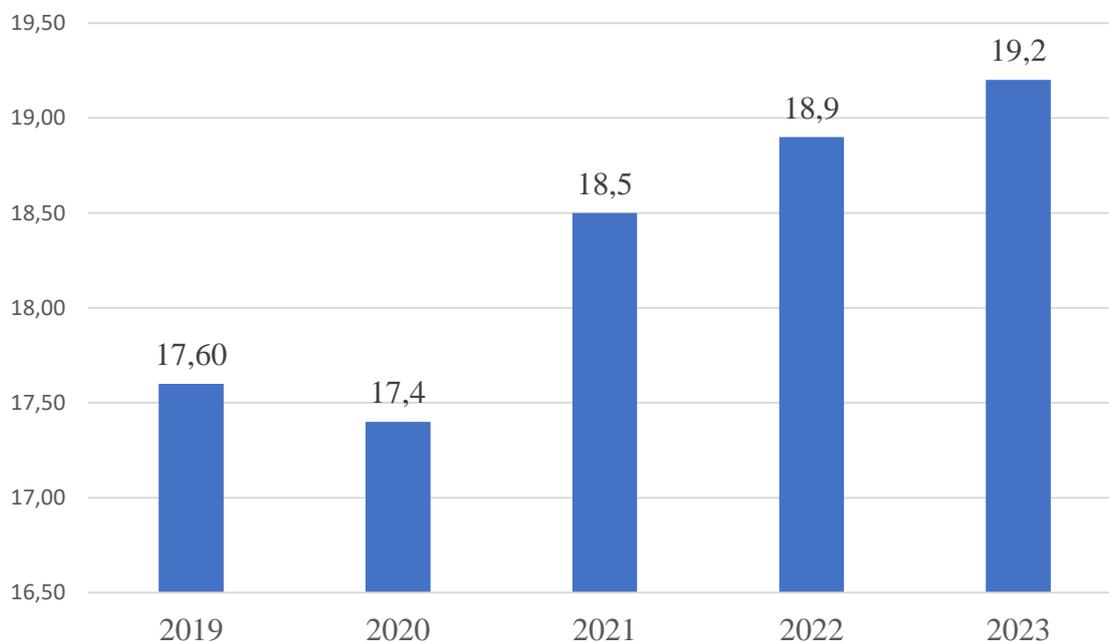


Рисунок 2.1 – Динамика объема ТКО в Санкт-Петербурге в период 2019-2023 годы, в млн. куб. м [36, 136].

Активное воздействие на экологическую среду Невской губы оказывает судоходство. В основном негативное воздействие определяется возможными утечками топлива, которое содержит в себе тяжёлые и опасные металлы, приводя загрязнение воды и донных отложений. Кроме того, морские суда загрязняют акваторию бытовыми, льяльными и сточными водами, что оказывает негативное воздействие на биоразнообразие и качество воды. Газовые выбросы в атмосферу в виде серного газа, провоцируя образование серной кислоты, изменения экологического баланса и наносит вред окружающей среды.

Судоходство способствует распространению инвазивных видов, которые вытесняют местные виды и нарушают экосистему Невской губы Финского залива. Шум от двигателей судов изменяет миграционные пути

морских животных. Для минимизации негативного влияния судоходства проводится работа по совершенствованию систем очистки выхлопных газов, использованию чистых видов топлива. Существенным аспектом в этом направлении работы является разработка и применение международных стандартов и правил, которые регулируют судоходство и предотвращают загрязнение окружающей среды. Необходимость совершенствования экологических мероприятий определяется увеличением влияния судоходства на биологическую систему Финского залива, роста негативного антропогенного воздействия на экосистему. Для обеспечения экологического баланса требуется принятие мер в области снижения негативного влияния обозначенных источников загрязнения Невской губы Финского залива [38, 359].

Акватория Невской губы подвергается воздействию различных антропогенных факторов, в основном данными факторами выступают сточные воды, которые поступают из Санкт-Петербурга и пригородов. Данные стоки характеризуются наличием значительного количества токсичных веществ, в том числе органических отходов, тяжелых металлов, нефтепродуктов и других соединений. Помимо этого, активная реализация проектов намывных территорий усугубляет ситуацию в акватории залива за счет выемки грунта и строительства новых объектов, что проявляется в наличии мелкодисперсной взвеси, которая переносится течениями и оседает на дно. В силу активного строительства, развития проектов намывных территорий происходит эрозия береговой линии, что усугубляется попаданием в воду загрязнённых грунтовых вод без предварительной очистки. Загрязнение осуществляется и твердыми бытовыми отходами. Особую опасность в этой связи представляет микропластик и прочие не разлагаемые материалы, что вносит значительный вклад в загрязнение Невской губы Финского залива.



Рисунок 2.2. - Схема станций наблюдений СЗУ по ГМ и МОС в акватории Невской губы Финского залива

Как уже было отмечено, существенным негативным фактором в загрязнении Невской губы является судоходство. Морские суда сбрасывают в воду различные отходы, в том числе нефтепродукты, тяжёлые металлы, оказывается и шумовое воздействие, влияющие на поведение животных и рыб.

В результате можно отметить, что акватория Невской губы Финского залива чрезвычайно уязвима к воздействию антропогенных факторов. Уникальность географического положения Невской губы и её тесная связь с Петербургской агломерацией определяет существенное влияние данного аспекта на экологическое состояние территории, определяемое значительным воздействием, таких факторов как бытовые и хозяйственные источники загрязнения, промышленные отходы, судоходство. Факторы загрязнения Невской губы и их долгосрочное влияние рассмотрены в таблице 2.1.

Факторы загрязнения Невской губы и их долгосрочное влияние [35, 59]

Факторы	Влияние
Тяжёлые металлы, нефтепродукты, токсичные вещества	Деграция водной системы, нарушение биологическое равновесия, снижение уровня биологического разнообразия
Эвтрофикация	Чрезмерное обогащение водной системы питательными веществами и бурный рост водорослей и цианобактерий
Углекислый газ, метан	Изменение климата, глобальное потепление, изменений погодный условий и уровня моря в Финском заливе

Специфика Невской губы заключается в относительно низкой солёности, мягком режиме волн. В результате она является естественным местом обитания для молодняка у птиц и рыбы. Невская губа располагает фактически прекрасными условиями для обеспечения биологического разнообразия на рассматриваемой территории. Между тем она весьма чувствительна к изменениям окружающей среды, прежде всего, в силу антропогенного воздействия.

Невская губа выполняет значимую роль как транспортный узел. Здесь можно отметить интенсивное судоходство, движение автотранспорта. Существенный вклад в загрязнение губы вносят танкеры и сухогрузы, увеличивающие потенциальные риски возможных аварий и разливов нефти, что может иметь катастрофические последствия для экологической системы губы.

Существенное влияние мелкодисперсной взвеси и рост её объема за последние годы связан с увеличением темпов строительства намывных территорий, что также оказывает негативный эффект. Подобная взвесь разносится течением, оседает на дно Невской губы. Такие факторы антропогенного воздействия усложняют процесс его снижения на фоне роста интенсивности человеческого влияния на окружающую среду. Недостаточно внимания уделяется в области применения современных технологий очистки сточных вод, а между тем ситуация с каждым ухудшается. В этой связи необходима скорейшая реализация проектов по обеспечению экологической

защиты акватории Невской губы, принимая во внимание воздействие сточных вод и промышленных отходов. Требуется проработка вопроса развития защитных сооружений с целью предотвращения прямого попадания токсичных веществ в Невскую губу.

Таким образом, ключевыми источниками загрязнения Невской губы Финского залива являются сточные воды, организация строительства намывных территорий, активное судоходство. Проблемой является процесс эвтрофикации, снижение качества воды и в целом ухудшение условий жизни для водных организмов. Изменяется кислотность, прозрачность воды, оказывая отрицательное воздействие на процесс фотосинтеза. В акватории оказывается шумовое воздействие. Эрозия береговой линии усугубляет проблему загрязнения Невской губы. Также проблематичным вопросом является решение дилеммы роста объемов твёрдых бытовых отходов. Подобные источники негативного воздействия на экосистему Невской губы требуют принятия комплексных мер по снижению уровня антропогенного воздействия.

## **2.2 Анализ влияния хозяйственной деятельности на водные и биологические ресурсы**

Влияние хозяйственной деятельности на водные и биологические ресурсы Невской губы Финского залива проявляется в антропогенном воздействии промышленных предприятий, транспорта, а также реализации строительных проектов. Хозяйственная деятельность предполагает вовлечение обширной ресурсной базы, при этом оказывая значительно воздействие на окружающую среду. Акватория Невской губы расположена в окружении многочисленных факторов антропогенного воздействия. Прежде всего, Санкт-Петербург как крупный промышленный и транспортный центр предполагает активную хозяйственную деятельность промышленных предприятий, которые сбрасывают сточные воды с содержанием различных

токсичных веществ в Неву и Финский залив. Тяжёлые металлы, нефтепродукты и прочие токсичные соединения оказывают огромное влияние на качество воды и состояние экологической среды в Невской губе, что выражается в эвтрофикации и снижению качества воды, ухудшения условий для обитания водных организмов.

Сточные воды содержат в себе пестициды, различные искусственные компоненты химической промышленности, что также попадает в Финский залив посредством поверхностных стоков. Подобная тенденция определяет рост концентрации питательных веществ в воде для роста числа вредных бактерий и росту водорослей, снижая содержание кислорода. Тем самым, стоит отметить достаточно губительное воздействие на биологическую составляющую Невской губы Финского залива.

В 2015 – 2016 году качество воды в Невской губе можно оценить как удовлетворительное, так как не было выявлено случаев экстремально высокого уровня загрязнения. Тем не менее были зафиксированы превышения нормативов по таким параметрам как азот нитритный, азот аммонийный, легкоокисляемые органические вещества. Кроме того, отмечается повышенное содержание меди, железа, цинка и марганца. Дальнейший мониторинг демонстрирует тенденцию ухудшения качества воды. (см. рисунок 2.3, 2.4).

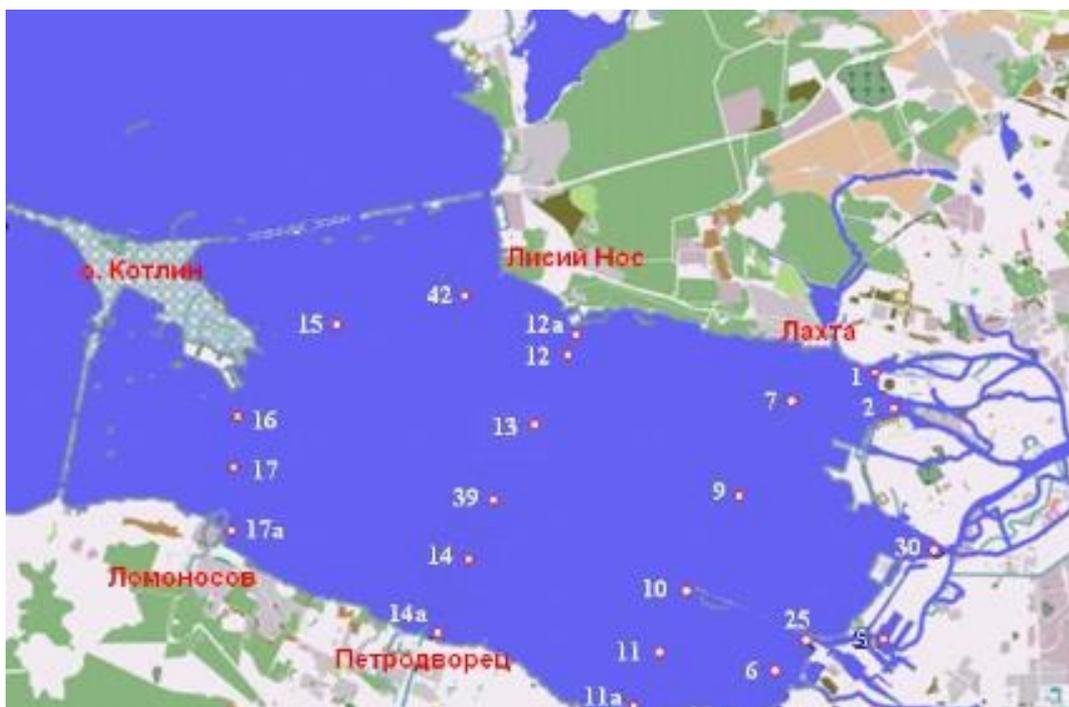


Рисунок 2.3 – Расположение станций наблюдений СЗУ по ГМ и МОС в акватории Невской губы Финского залива в 2015 году [41]

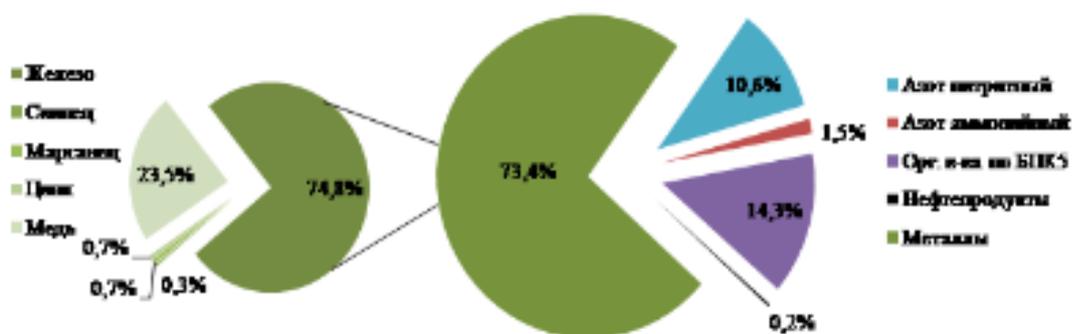


Рисунок 2.4 - Процентное соотношение показателей качества вод Невской губы в 2016, в % [41]

В 2017 году качество воды Невской губы в целом соответствовало нормативным показателям в части содержания растворенного кислорода, фосфатов, азота нитратного, водородного показателя. Тем не менее отмечается превышение содержание азота нитритного, азота аммонийного, а также

легкоокисляемых органических веществ, особенно велико содержание тяжёлых металлов (железа и меди) (см. рисунок 2.5)

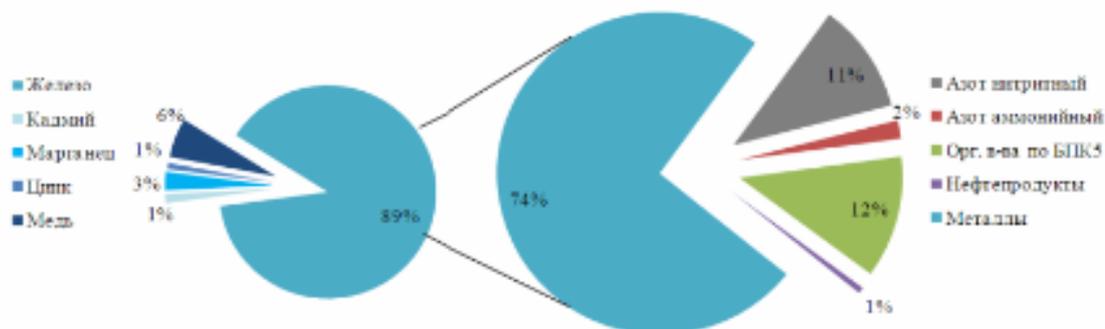


Рисунок 2.5 - Процентное соотношение показателей качества вод Невской губы в 2017, в % [41]

В 2018 году качество вод Невской губы соответствовало в большинстве своём нормативным показателям. Сохранялась тенденция повышенного содержания азота нитритного, аммонийного, легкоокисляемых органических веществ, нефтепродуктов. Наблюдалось повышенное содержание тяжёлых металлов (см. рисунок 2.6).

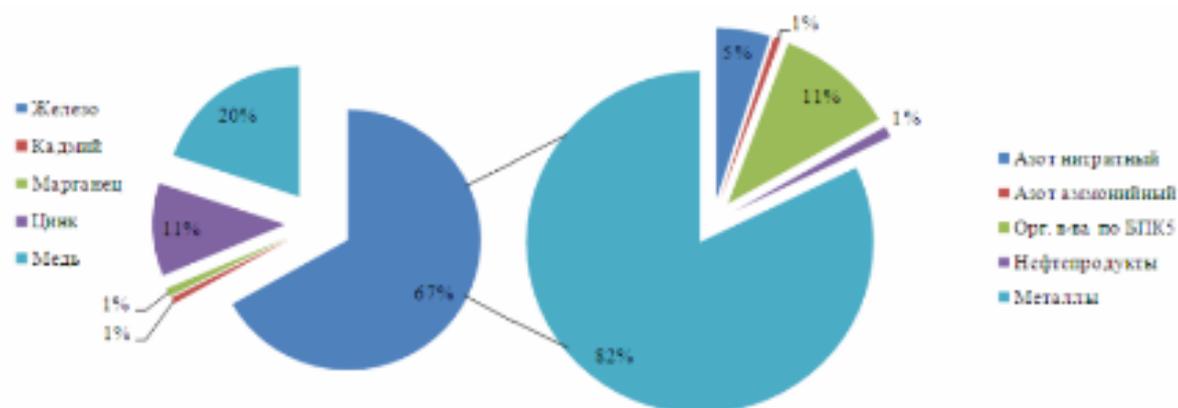


Рисунок 2.6 - Процентное соотношение показателей качества вод Невской губы в 2018, в % [41]

Проблема постоянного прохода морских судов и перенос шлейфов поллютантов заключается в активном судоходстве, прежде всего, это касается

танкеров и сухогрузов, которые зачастую перевозят нефть, нефтепродукты, различные химические веществ и прочие опасные грузы. Существует потенциальная опасность аварии и разлива в акватории Финского залива, что может нанести существенный ущерб морской экосистемы и привести в конечном итоге к гибели морских организмов. Кроме того, морские суда выбрасывают в атмосферу значительное количество оксида азота, серы и углерода, различные твёрдые частицы, а воздействие транспорта только определяет условия для возникновения смога. Инвазивные виды, поступающие в акваторию губы через балластные воды судов, нарушают экосистему, что, безусловно отражается на качестве вод Невской губы (см. таблицу 2.2).

Таблица 2.2

Качество вод районов Невской губы в 2019 и 2020 годы [41]

Акватория	ИЗВ 2019	ИЗВ 2020	Класс качества		Характеристика качества воды	
			2019	2020	2019	2020
Северный курортный район	2,52	2,17	IV	III	загрязненная	умеренно загрязненная
Южный курортный район	2,35	2,10	III	III	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная
МТП	2,20	1,77	III	III	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная
Открытая часть	2,02	2,01	III	III	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная

В результате можно говорить о том, что в 2019 – 2020 годы качество вод в районах Невской губы характеризовалось как умеренно загрязненное, что подтверждает факт о сохранении тенденции ухудшения экологической ситуации в акватории Невской губы. В целом качество воды остаётся на

уровне умеренно загрязненного, что определяет необходимость принятия действенных мер в области улучшения экологической ситуации.

В 2021 году превышение уровня ПДК по содержанию азота нитритного было выявлено в 13 пробах, что свидетельствует о потенциальном загрязнении воды Невской губы органическими соединениями. Наблюдалось превышение ПДК в части содержания меди, цинка, кадмия, марганца, алюминия, что говорит о сохранении тенденции весомой доли загрязнений в виде тяжёлых металлов. Содержание легкоокисляемых органических веществ было выявлено в 9 пробах, иными словами, актуальной является проблема загрязнения органическими отходами (см. рисунок 2.7).

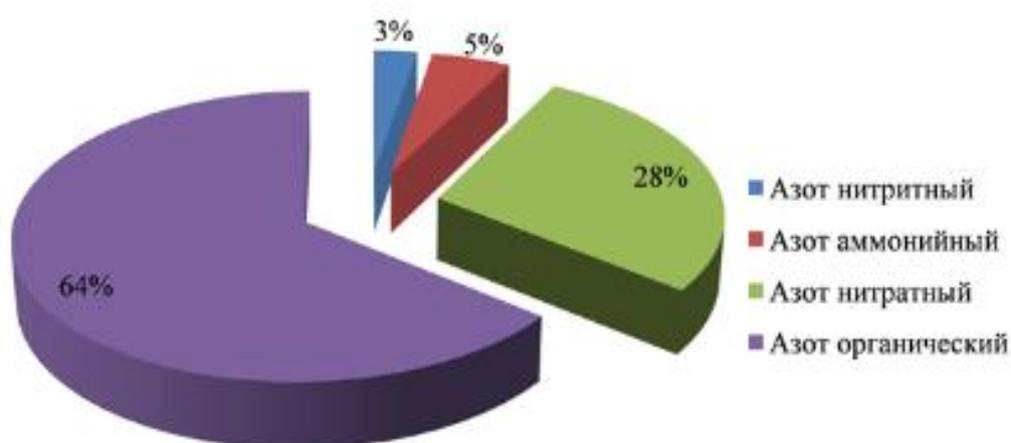


Рисунок 2.7 - Процентное соотношение показателей качества вод Невской губы (соединения азота) в 2021, в % [41]

Повышенное содержание азота нитритного обнаружено в 7 пробах в 2022 году. То есть сохранялась тенденция загрязнения воды органическими веществами. Наблюдалось повышенное содержание тяжёлых металлов. Сохранялась тенденция загрязнения органическими отходами (рисунок 2.8).

Необходимо подчеркнуть рост увеличения числа отходов, которые попадают в водные ресурсы, увеличивая антропогенную нагрузку на

инфраструктуру Невской губы Финского залива. Изменение экологического состояния определяет необходимость разрешения обозначенных проблем с точки зрения повышения качества очистки сточных вод как одного из ключевых источников загрязнения. В этом плане для обеспечения минимизации влияния хозяйственной деятельности на экосистему Невской губы Финского залива необходимо внедрение современных технологий очистки сточных вод, использование инновационных решений в сфере использования чистого вида топлива для морских судов, реализации мероприятий по контролю экологического состояния, созданию буферных зон и защитных сооружений с целью предотвращения загрязняющих веществ в Невскую губу Финского залива.

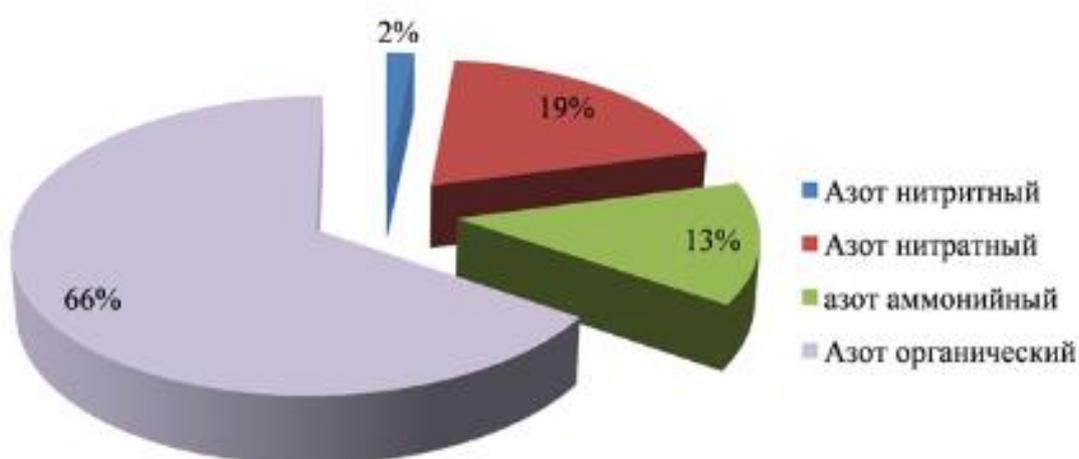


Рисунок 2.8 - Процентное соотношение показателей качества вод Невской губы (соединения азота) в 2022, в % [41]

В целом сохраняется проблема значительного загрязнения органическими веществами, что является следствием недостаточной проработки вопроса очистки сточных вод, которая поступает в акваторию Невской губы. В 2023 году превышение азота нитритного было выявлено в 22

пробах, что свидетельствует о росте доли влияния данного фактора в общем объеме загрязнений вод Невской губы (данные приведены на рисунке 2.9).

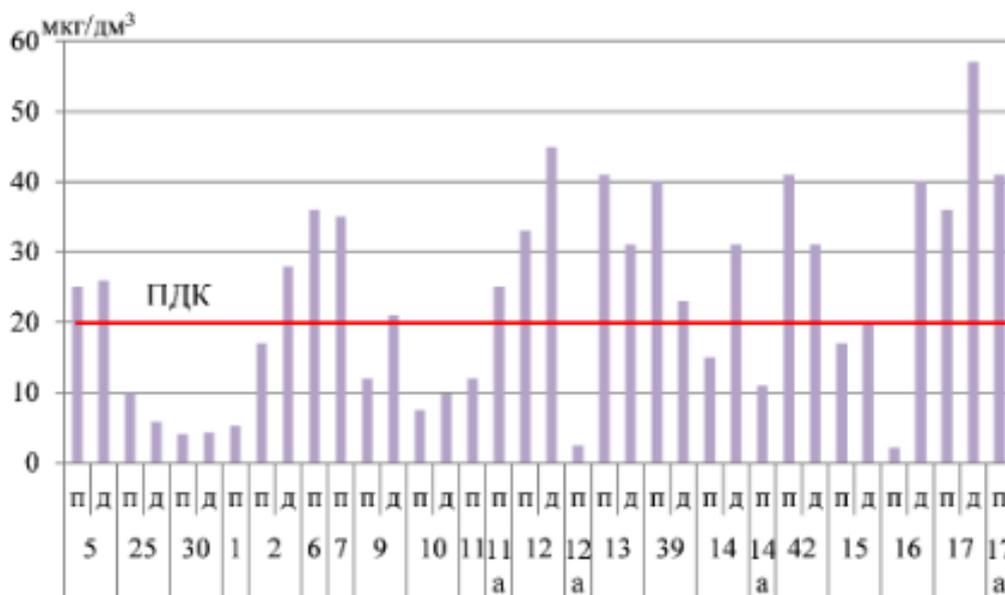


Рисунок 2.9 - Содержание азота нитритного в водах Невской губы в июле 2023 года, в мкг/дм<sup>3</sup> [41]

Доля нитритного азота в водах Невской губы увеличивается в 2024 году. Рост доли данного показателя в общем объеме загрязнений вод Невской губы говорит об увеличении уровня антропогенного воздействия в виде промышленных и сточных вод (данные представлены на рисунке 2.10).

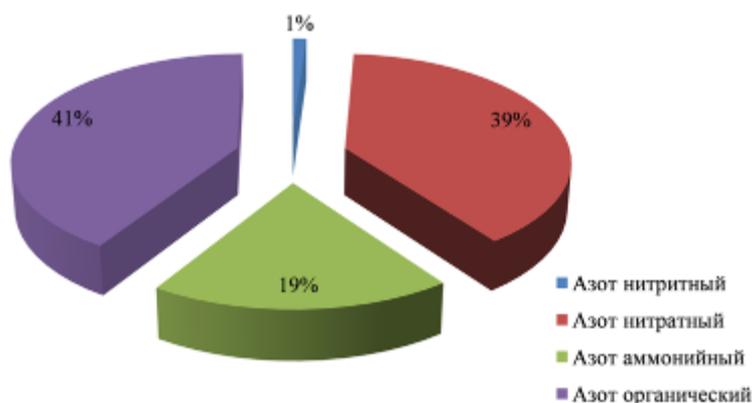


Рисунок 2.8 - Процентное соотношение показателей качества вод Невской губы (соединения азота) в 2024, в % [41]

Кроме того, изменение климата определяет трансформацию гидрологического режима Невской губы, в силу чего происходит постепенное накопление азота в воде. Однако наиболее значимым фактором стоит отметить рост антропогенного воздействия и недостаточную очистку сточных вод.

Значительное антропогенное воздействие вследствие активной хозяйственной деятельности требует учета ряда факторов, которые оказывают влияние на качество донных осадков. Прежде всего, необходимо уделить внимание вопросу мониторинга сточных вод, контролю реализации проектов по строительству намывных территорий в части соблюдения экологических стандартов и оказания воздействия на акваторию Невской губы. Необходимо отслеживать состояние биологической активности, химический состав воды, так как это всё непосредственным образом связано с обеспечением экологических регламентов и соблюдения стандартов в области охраны окружающей среды и гарантий безопасности здоровья человека.

Ключевые аспекты реализации комплексного управления экологической защитой водных ресурсов в рамках Невской губы Финского залива рассмотрены в таблице 2.3

Таблица 2.3

Ключевые аспекты реализации комплексного управления экологической защитой водных ресурсов в рамках Невской губы Финского залива [34, 26]

Проблема	Потенциал, перспективы
Ограниченный характер мониторинга и оценки состояния водных ресурсов	Расширение анализа качества воды, уровня загрязнения и состояния экосистемы Невской губы
Отсутствие комплексных планов регулирования водопользования	Разработка и внедрение планов по управлению водными ресурсами, особое внимание необходимо уделить лимиту на сброс сточных вод
Устаревшие технологии очистки сточных вод	Внедрение современных технологий по очистке сточных вод, усиление фильтрации и обработки осадка для снижения уровня загрязнения

Отсутствие мероприятий по восстановлению экосистемы	Необходимость реализации мероприятий по восстановлению экосистемы, способствуя улучшению качества воды и условий обитания водных организмов.
---	--

Вследствие антропогенного воздействия на экосистему Невской губы Финского залива необходимо говорить о снижении уровня биологической активности донных осадков, что определяет в конечном итоге сокращение численности и разнообразия морских организмов. Изменяется и химический состав донных осадков, оказывая негативное воздействие на качество воды. Следствием является увеличение риска возникновения потенциальной экологической катастрофы, что усугубляется возможными рисками разлива нефти и опасных веществ, перевозимых морскими судами.

На сегодняшний день в условиях обеспечения экологической безопасности акватории Невской губы Финского залива реализуется недостаточно мероприятий, а принимаемые решения носят ограниченный характер. Между тем необходимо комплексное управление водными ресурсами Невской губы Финского залива в части обеспечения защиты от загрязнений, требуется эффективное управление различными аспектами применения и охраны водных ресурсов. В частности, необходима проработка комплекса мероприятий в рамках стратегии по минимизации антропогенного воздействия на водные объекты и улучшения уровня экологического состояния Невской губы Финского залива.

Отсутствие необходимых природоохранных мероприятий или их ограниченный характер в части обеспечения сохранения биологических, водных ресурсов требует реализации комплексного планирования решений в области обеспечения защиты окружающей среды и улучшения экологического состояния Невской губы Финского залива.

Таким образом, ключевыми аспектами воздействия хозяйственной деятельности на экосистему Невской губы является активное развитие транспорта, активизация и расширение деятельности, а также антропогенного воздействия промышленных предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской

области. Значительное воздействие с хозяйственной точки зрения обеспечивает судоходство. В этой связи требуется проработка стратегии по осуществлению экологической защиты Невской губы Финского залива.

### **2.3 Проблемы в реализации мер по улучшению экологического состояния Невской губы**

Критически важным вопросом является обеспечение экологического баланса в акватории Невской губы Финского залива. Необходимо учесть такой фактор, как загрязнение сточными водами, так как сточные воды содержат в себе различные органические отходы и тяжёлые металлы. Помимо этого, сточные воды располагают значительным количеством самого разного рода токсичными соединениями, которые приводят к накоплению загрязняющих веществ в донных отложениях и тем самым ухудшают качество воды. В области обеспечения экологического состояния Невской губы одна из существенных проблем, оказывающих влияние на состояние рассматриваемой акватории, является строительство намывных территорий. Проблема кроется в том, что производится выемка грунта, и это создаёт мелкодисперсную взвесь, которая затем оседает в донных отношениях. За последние годы увеличивалась мутность воды. Происходит накопление загрязняющих веществ. Не способствует улучшению ситуации и активное судоходство. Необходимо отметить, что морские суда переносят загрязняющие вещества, прежде всего, это касается нефтепродуктов и тяжёлых металлов, которые оседают в донных отложениях [32, 24].

Эрозия береговой линии представляет собой также значимый вопрос с точки зрения обеспечения экологической безопасности Невской губы. Проблема заключается в том, что эрозия определяет попадание загрязнённых грунтовых вод в акваторию без реализации предварительной очистки. Тем самым можно говорить о загрязнении донных осадков. В числе существенных проблем являются рост твёрдых бытовых отходов. Особой проблемой

являются микропластик и другие не разлагаемые материалы, накапливающиеся в донных отложениях Невской губы. Тем самым создаются дополнительные экологические риски для существующей экосистемы. Избыточное поступление питательных веществ со сточными водами, особенно в виде азота и фосфора, определяют увеличение численности водорослей, снижение содержания кислорода в воде. Это негативно сказывается на биологическом разнообразии [32, 27]. Проблемы в реализации мер по улучшению экологического состояния Невской губы представлены на рисунке 2.11

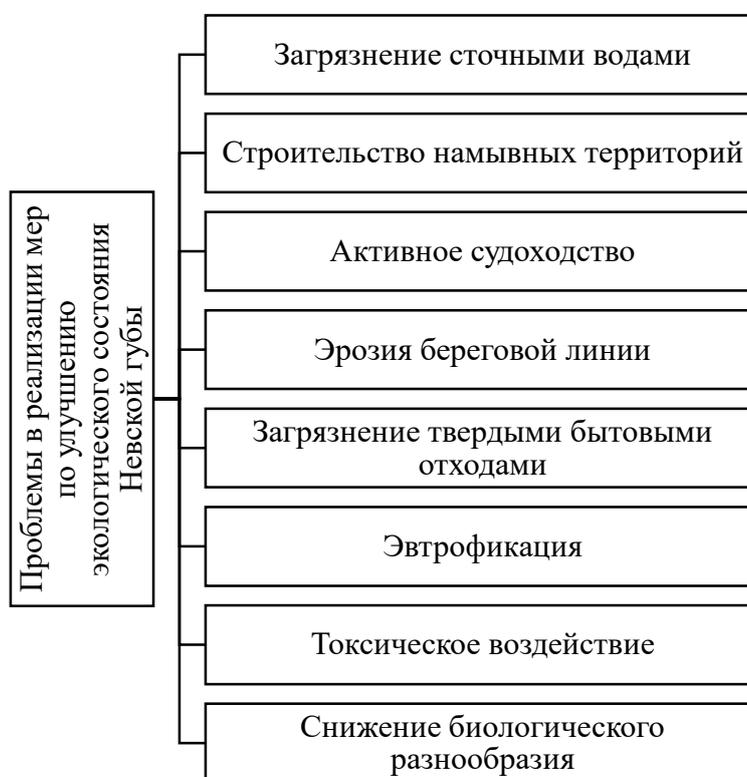


Рисунок 2.11 - Проблемы в реализации мер по улучшению экологического состояния Невской губы

В целом можно говорить о достаточно значительном антропогенном воздействии и увеличении токсического воздействия на микроорганизмы. Иными словами, в условиях подобных загрязнений происходит отбор только тех микроорганизмов, которые могут выжить в неблагоприятных условиях. Следствием этого является появление достаточно устойчивых штаммов,

бактерий и вирусов. Как уже было сказано снижается биологическое разнообразие, что является прямым следствием загрязнения и изменения условий обитания. Сокращается постепенно численность и разнообразие водных организмов.

В результате нарушаются естественные пищевые цепочки и снижается устойчивость экологической системы. Наконец, стоит отметить, что загрязнение Невской губы оказывает влияние на качество воды, используемой для питья. В этой связи требуются дополнительные меры по очистке и контролю питьевого водоснабжения. Кроме того, фактически всё ещё отсутствует комплексный подход, который бы включал внедрение современных технологий очистки сточных вод и реализацию эффективного контроля на судоходство, а также строительство намывных территорий. В этой связи требуется разработка и реализация программ по восстановлению, обеспечению защиты экологической системы Невской губы Финского залива.

### **3. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

#### **3.1 Возможные варианты развития ситуации при текущем уровне антропогенного воздействия**

При текущем уровне антропогенного воздействия и отсутствии эффективных экологических мероприятий по защите окружающей среды в рамках акватории Невской губы Финского залива можно говорить о потенциальном ухудшении экологического состояния водных ресурсов и увеличении уровня загрязнения. Основные выявленные тенденции ухудшения экологического состояния вод Невской губы характеризуются ростом органических отходов, доли содержания азота нитритного, а также превышения нормативных показателей содержания тяжёлых металлов. В целом выявленные негативные факторы антропогенного воздействия продолжают своё влияние, в частности, увеличение уровня загрязнения сточными водами, накопление токсичных веществ в донных отложениях, увеличение объема отложений загрязняющих веществ вследствие активного судоходства [33, 191].

Проблема эвтрофикации, снижения биологического разнообразия, ухудшение качества воды является следствием антропогенного воздействия и как следствие роста токсического влияния на микроорганизмы. В этом отношении необходимо отметить увеличение влияния сточных вод на состояние водных ресурсов вследствие накопления вредных веществ, в частности, тяжёлых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и прочих токсичных соединений. Подобная тенденция порождает усиление проблематики эвтрофикации акватории губы и снижение качества воды вследствие ухудшения условий окружающей среды.

В силу значительного влияния промышленных предприятий на экологическое состояние акватории актуален вопрос химического загрязнения, определяющие изменение биологического состояния вследствие

изменения химического состава воды. Кроме того, происходит изменение температурного режима, то есть изменяются условия для существования водных растений и организмов. Однако механическое загрязнение в виде твердых отходов, мусора и прочих примесей снижает качество условий для реализации фотосинтеза. Происходит истощение водных ресурсов, биологического потенциала.

Изменение гидрологического режима вследствие строительства серии дамб и защитных сооружений изменяет естественный характер движения водных масс. Трансформируется процесс распределения воды, изменяется уровень воды и её качество как уже неоднократно было отмечено. Особое внимание хотелось бы обратить на качество в силу изменения её химического состава [27, 870].

Антропогенная деятельность в значительной степени определяет эрозию береговой линии, что также связано с активной реализацией строительства намывных территорий. В результате необходимо говорить о проблеме фактической потенциальной потере важных экологических систем в рамках Невской губы Финского залива. Вследствие снижения качества очистки воды нарушается водный баланс, ухудшается биологический потенциал акватории. При этом обеспечение условий для улучшения экологической обстановки в условиях интенсивного судоходства представляется достаточно проблематичным аспектом и в силу этого необходимо отметить крайне сложный характер реализации природозащитных мероприятий, направленных на улучшение экологического состояния в акватории Невской губы Финского залива.

Активное судоходство является одной из существенных экологических проблем, которые негативно сказываются на перспективе улучшения экологического состояния акватории Невской губы Финского залива в силу проблематичности осуществления природоохранных мероприятий. В этом плане реализация защитных мероприятий может быть осуществлена только в рамках усовершенствования морских судов в части соблюдения ими

экологических стандартов и повышения уровня безопасности при их эксплуатации в Финском заливе. Прежде всего, это связано с профилактикой и предупреждением таких рисков как сброс отходов, шумовое загрязнение, потенциальная возможность разлива нефти и нефтепродуктов, перемещение инвазивных видов.

Дальнейший сценарий развития экологической ситуации в акватории Невской губы Финского залива может быть связан с улучшением качества мониторинга и реализации контрольных мероприятий в области отслеживания состояния водных ресурсов. В этом плане возможным вариантом улучшения ситуации в рассматриваемой области может стать оптимизация технического обеспечения и усовершенствование программного обеспечения в области информационного взаимодействия в сфере природоохраны и экологического мониторинга. Крайне важно повысить качество проводимых исследований, отслеживания состояния Невской губы для своевременного выявления и устранения потенциальных рисков экологического характера.

Интенсивное судоходство усложняет процесс реализации мероприятий по охране окружающей среды и улучшению экологической обстановки в акватории Невской губы Финского залива. Во-первых, технические сложности реализации подобных мероприятий связаны с особенностями конструкции и практикой эксплуатации морских судов. В этом плане реализация экологических мероприятий зависит от эффективности модернизации самих морских судов. Во-вторых, во внимание необходимо принимать особенности существующей инфраструктуры, в частности, портов и судоходных путей, которые зачастую не приспособлены к использованию альтернативных видов топлива, например такого как сжиженный природный газ. В этом отношении требуется дополнительное финансирование и проектные изыскания для развития подобной инфраструктуры. В этом плане необходима государственная поддержка и реализация соответствующих механизмов регулирования для исполнения подобного рода проектов.

Наконец, позитивный сценарий развития экологической ситуации в акватории Невской губы Финского залива ограничен экономическими возможностями и сложностями в развитии международного сотрудничества в рамках улучшения экологического состояния Финского залива. Между тем разрешение обозначенных проблем не представляется возможным без использования зарубежных технологий и вовлечения иностранных государств в акватории Финского залива и Балтийского моря с целью разрешения экологических вопросов. В результате необходимо отметить важность международного сотрудничества в рамках данного направления, что касается в большинстве своём стандартизации и ужесточения требований к судоходству в части соблюдения экологических стандартов.

Таким образом, для сокращения антропогенной нагрузки на Невскую губу Финского залива требуется формирование комплексного подхода с учетом обозначенных негативных факторов и потенциальных условий и возможностей разрешения экологических проблем. Необходим единый подход в разрешении экологических вопросов, прежде всего, в области промышленных отходов, сточных вод, негативного воздействия судоходства и транспорта. Формирование единого подхода даст возможность обеспечить реализацию принимаемых решений в рамках единой концепции улучшения экологического состояния акватории Невской губы Финского залива.

Таким образом, реализация экологических мероприятий требует комплексных решений, которые в основном связаны с внедрением технологических инноваций в части разрешения проблемы существенного антропогенного воздействия. Также необходимо рассматривать вопрос развития инфраструктуры с учетом экологических стандартов и сделать упор на международное сотрудничество для совместного разрешения существующих экологических проблем в рамках Финского залива. В этом плане крайне важна государственная поддержка.

### 3.2 Предложения по снижению негативного воздействия на экологическую систему

Комплексный подход в области обеспечения снижения негативного воздействия на экологическую систему Невской губы Финского залива предполагает реализацию ряда мероприятий. Прежде всего, необходимо отметить развитие контроля и мониторинга сброса сточных вод. Ужесточение контроля за качеством и количеством сточных вод, которые сбрасываются в Невскую губу Финского залива. Для этого требуется усовершенствованием систем очистки сточных вод и внедрение технологий, которые бы позволили повторно использовать воду. Инновационные технологии очистки сточных вод, которые могут быть использованы в акватории Невской губы Финского залива рассмотрены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Инновационные технологии очистки сточных вод, которые могут быть использованы в акватории Невской губы Финского залива [28, 241]

Технология	Характеристика	Значение
Мембранные технологии в виде ультрафильтрации, нано фильтрации	Удаление из сточных вод мельчайших частиц, растворенных веществ	Обеспечение высокого качества очистки сточных вод перед их сбросом
Ионный обмен	Удаление тяжёлых металлов и прочих загрязняющих веществ	Эффективное очищение сточных вод и снижение антропогенной нагрузки
Сорбционная очистка	Использование сорбентов и очистка воды от органических загрязнителей	Улучшение качества сточной воды перед её сбросом
Коагуляция, флокуляция	Агрегация мелких частиц в сточной воде	Образование крупных хлопьев с их последующим удалением из воды за счет фильтрации и седиментации
Ультрафиолетовое обеззараживание	Уничтожение микроорганизмов в сточной воде	Обеспечение максимального уровня экологической безопасности в части сбрасываемой сточной воды

Для снижения негативного влияния химических соединений и пестицидов необходимо проработать вопросы усовершенствования системы экологического контроля. Ужесточение системы контроля должно быть направлено на предотвращение загрязнения нефтепродуктами. Прежде всего, в этой части требуется обратить внимание на применение безопасных методов транспортировки и хранения нефтепродуктов в рамках разработки и внедрения эффективных систем реализации ликвидации нефтяных разливов.

Также следует обратить внимание на тепловое загрязнение, так как это оказывает негативное влияние на экологическую систему Финского залива. В связи с этим необходимо применять технологии для снижения температуры сбрасываемой воды, возможно применение альтернативных источников энергии для сокращения негативного воздействия теплового загрязнения. Кроме того, важно развивать инфраструктуру для сбора и переработки пластиковых отходов, так как значительной проблемой в части обеспечения экологического баланса Невской губы Финского залива является микропластик и прочие не разлагаемые материалы.

Внедрение инновационных решений в области обеспечения экологической безопасности Невской губы требует также реализации мероприятий для сохранения биологического разнообразия, в том числе популяций рыб. Иными словами, требуется восстановление экологического баланса путём формирования охраняемой зоны.

Отметим, что реализация потенциальных экологических инициатив ограничивается геополитическими факторами в рамках международного сотрудничества, так как обозначенные экологические проблемы Финского залива носят трансграничный характер. Представляется актуальным и значимым использование обмена опытом между странами в области разработки и применения наиболее эффективных стратегий по защите экологической системы.

Иными словами, основным аспектом, над которым необходимо сфокусировать внимание в рамках обеспечения экологической безопасности

Невской губы Финского залива является контроль очистки сточных вод и поступающих загрязняющих веществ в акваторию Невской губы. В этом плане значимым моментом можно считать проработку вопросу очистки сточных вод для повышения эффективности экологических мероприятий по снижению количества загрязняющих веществ. В этом отношении можно обратить внимание на рекультивацию загрязненной территории. Прежде всего, это касается территорий или наиболее загрязненных участков берега и дна Невской губы. Удаление загрязненного грунта и очистка от мусора являются одной из наиболее эффективных мер восстановления естественной биологической среды. Тем не менее, реализация подобных решений требует значительного объема финансирования и оказания государственной поддержки [18, 89].

Также отметим важность ограничения поступления химических отходов в результате деятельности промышленных предприятий. Данный аспект реализации экологического контроля представляется достаточно сложным для осуществления в рамках питерской агломерации, так как город является крупным промышленным центром. Однако пересмотр экологических регламентов и стандартов, повышение уровня экологической ответственности позволит отчасти решить данный вопрос. В этом отношении необходимо снижение поступления загрязняющих веществ в результате деятельности промышленных предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской области в водные ресурсы. Для этого необходимо усиление контроля за сбросом промышленных отходов, прежде всего, требуется ужесточение нормативно-правового регулирования обозначенного вопроса. Важно обеспечить предотвращение несанкционированного сбора и уменьшения загрязнения акватории Невской губы Финского залива.

В этой связи необходимо отметить, актуальность развития инфраструктуры для сбора и переработки отходов. Это касается строительства современных мусороперерабатывающих заводов. Требуется развивать технологию раздельного сбора отходов и сокращения их объема. Прежде

всего, сокращение объема ТКО необходимо в части попадания таких отходов в водные системы. В этой связи требуется усовершенствование механизма сбора ТКО и повышение уровня информированности населения по данному вопросу.

Особую роль в обеспечении экологической безопасности в акватории Невской губы Финского залива играет государство. В этом отношении необходимо усовершенствование экологических нормативов, что затронет не только акваторию Невской губы, но и в целом в части поступления загрязняющих веществ в водные ресурсы. Для улучшения ситуации в рамках рассматриваемой проблемы необходима проработка экологических программ и проектов по сохранению природных ресурсов, очистки водоемов и защиты биологического разнообразия. Эффективность реализации тех или иных мероприятий определяется использованием актуальной информации по результатам мониторинга и оценки экологического состояния окружающей среды.

Важным шагом обеспечения экологической безопасности может стать ужесточение ответственности за осуществляемые правонарушения в данной области. Необходимо пересмотреть административную и уголовную ответственность и обеспечить меры по соблюдению экологических правовых норм, принимать своевременные меры по снижению оказываемого негативного воздействия на окружающую среду [26, 65].

Таким образом, предлагаемый комплексный подход включает в себя различные направления по снижению негативного воздействия на акваторию Невской губы Финского залива. Прежде всего, основной аспект представлен ужесточением системы контроля и регулирования сброса сточных вод, химических соединений и пестицидов. Важно работать над предотвращением загрязнения нефтепродуктами в связи с активным судоходством. Необходимо вести борьбу с пластиковым загрязнением, сохранять биологическое разнообразие, повышать качество управления реализацией экологическими мероприятиями по охране окружающей среды.

### **3.3 Рекомендации по управлению экологическим состоянием Невской губы Финского залива**

Наиболее крупными вызовами экологической безопасности Невской губы Финского залива можно назвать промышленные отходы, сточные воды с различными токсичными веществами, а также экологические вызовы в связи с активным судоходством. Последнее представляет значимую проблему, так как усложняет реализацию природоохранных мероприятий и улучшение экологического состояния акватории. В результате разрешение экологических вопросов в основном видится через изменение экологических стандартов и нормативов в области реализуемого судоходства и в сфере строительства намывных территорий. Иными словами, правовое регулирование не лежит только в плоскости обеспечения экологической безопасности Невской губы, а рассматривать данный вопрос необходимо намного шире и в этом отношении необходим пересмотр государственной политики в области охраны водных ресурсов [29, 579].

Одной из проблем в обеспечении экологической безопасности является эвтрофикация, ухудшение условий жизни водных организмов, а строительство намывных территорий определяет эрозию береговой линии. Кроме того, увеличивается влияние такого фактора как рост объема твердых бытовых отходов, которые также содержат токсичные вещества, которые поступают со сточными водами. Накопление токсичных веществ происходит в донных отложениях, что негативно отражается на состоянии экологической системы Невской губы.

Отметим, что реализация проекта по строительству комплекса защитных сооружений, направленная на защиту Санкт-Петербурга от наводнений, фактически изолировала Невскую губу от основной части Финского залива, определив нарушение естественного течения воды. В результате отметим проблему застоя воды, а также увеличение доли

концентрации загрязняющих веществ, снижение в целом способности акватории к самоочищению.

В области улучшения управления экологическим состоянием акватории Невской губы необходимо сосредоточить своё внимание на совершенствовании нормативной-правовой базы в области регулирования и разрешения вопросов охраны окружающей среды. Необходимо обеспечить рациональное использование природных ресурсов. В этом отношении требуется проработка вопроса стандартизации и регламентации реализуемых процессов экологического мониторинга и контроля относительно сточных вод, выбросов вредных веществ, прежде всего со стороны промышленных предприятий и транспорта. Существенного внимания заслуживает вопрос экологической безопасности в условиях интенсивного судоходства [14, 50].

Необходимо усиление контроля и надзорной деятельности в сфере соблюдения природоохранного законодательства. Например, возможно продумать вариант расширения полномочий инспектора по охране окружающей среды в части отслеживания исполнения предписаний, стандартов и норм в использовании акватории Невской губы. Для этого важно применять современные технологии мониторинга и контроля.

Требуется работать над процессом совершенствования использования экологически чистых технологий и методов управления отходами. Как уже было отмечено ранее, существует возможность использования инновационных решений в очистке сточных вод, что позволит значительно улучшить состояние акватории в экологическом плане. Станет возможным снизить столь негативное влияние различных антропогенных факторов на окружающую среду.

Помимо инновационных решений необходимо продолжать работать над разработкой новых исследований и проектов в области улучшения экологического состояния акватория в условиях использования комплекса защитных сооружений (серии дамб) в акватории Невской губы. Важно выявлять наиболее уязвимые участки акватории и определять потенциальные

угрозы в области негативного влияния источников загрязнения и предлагать эффективные меры их разрешения.

Повышение эффективности экологических мероприятий требует активного вовлечения различных участников, стран в рамках акватории Балтийского моря для обеспечения экологической безопасности в рамках Финского залива. Международное сотрудничество позволит расширить практику реализации экологических инициатив и повысить уровень безопасности и состояние экосистемы Финского залива. Станет возможной реализация масштабных программ по использованию инновационных технологий в части повышения качества экологических решений в части восстановления и сохранения природных ресурсов. В частности, это особенно важно по очистке водных ресурсов, обеспечению защиты биологического разнообразия, а также восстановлению экологической системы [15, 258].

Таким образом, улучшение системы управления реализацией экологических мероприятий по защите и обеспечению охраны окружающей среды, безопасностью использованию ресурсного потенциала акватории Невской губы Финского залива видится в применении инновационных технологий в очистке сточных вод, ужесточению экологических стандартов и нормативов, прежде всего, в области эксплуатации морских судов и реализации строительства намывных территорий, реализации эксплуатации комплекса защитных сооружений от наводнений. В подобных условиях велика роль государственного регулирования и совершенствования нормативно-правовой базы, определяющей реализацию экологических мероприятий по защите водных ресурсов от антропогенного воздействия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антропогенное воздействие на акваторию Невской губы Финского залива с каждым годом только увеличивается. Несмотря на реализацию ряда экологических мероприятий при строительстве комплекса защитных сооружений от наводнений антропогенное воздействие только усилилось, а сама эксплуатация комплекса защитных сооружений только усугубила ситуацию в результате нарушения естественной среды и фактически сделав Невскую губу отделённой от Финского залива, что позволяет говорить о закрытом водоёме.

Экологическое состояние Невской губы Финского залива находится под постоянным давлением в силу значительной антропогенной нагрузки, что выражается в загрязнении сточными водами, многочисленными промышленными выбросами и прочими видами отходов в результате деятельности человека. Интенсивное судоходство в акватории Невской губы только усугубляет ситуацию и увеличивает экологические риски, ухудшая условия жизни водных организмов, повышая возможность наступления экологической катастрофы. Многие морские суда находятся в предаварийном состоянии, что только усугубляет положение в части обеспечения безопасной их эксплуатации.

Проблема эвтрофикации, снижение качества воды и в целом ухудшение экологического состояния Невской губы определяет необходимость комплексных мер и разработку стратегии реализации мероприятий по сохранению экологической системы рассматриваемой акватории. Проработка вопроса улучшения экологического состояния усложнена интенсивным судоходством, активной эксплуатацией акватории и усилением антропогенного воздействия. Иными словами, необходима реализация экологических мероприятий без существенного изменения хозяйственной деятельности. Подобная работа может быть проведена только в рамках государственного регулирования экологических вопросов и в целом

оптимизации нормативно-правовых норм в части соблюдения экологических стандартов и требований. Относительно Невской губы Финского залива актуальность такого решения чрезвычайно остра и значима в условиях роста антропогенного воздействия в виде эксплуатации комплекса защитных сооружений, роста интенсивности строительства намывных территорий.

С целью увеличения эффективности мероприятий по обеспечению безопасности экосистемы Невской губы Финского залива требуется проведение тщательного мониторинга, оценки потенциальных угроз и сопоставления предлагаемых мероприятий с реалиями осуществляемой хозяйственной деятельности. Интенсивная эксплуатация акватории Невской губы определяет значительные ограничения на реализацию экологических мероприятий по охране биологической среды. Сохранение уникальной экосистемы ограничено интенсивным хозяйственным использованием акватории. В результате необходимо отметить важность осуществления комплексного подхода в реализации мер по улучшению экологического состояния акватории.

Особое внимание хотелось бы уделить потенциальной возможности международного сотрудничества при осуществлении глобальных экологических инициатив относительно обеспечения реализации природоохранных мероприятий в акватории Балтийского моря. На сегодняшний день возможности такого сотрудничества ограничены, однако при потенциальной перспективе такого взаимодействия станет возможным обеспечить эффективность мероприятий по улучшению экологического состояния Невской губы Финского залива.

Требуется применять инновационные решения по очистке сточных вод для повышения эффективности экологических мероприятий и снижению антропогенного воздействия на акваторию Невской губы. Решая отдельные аспекты ухудшения экологического состояния Невской губы Финского залива возможно немного улучшить текущую ситуацию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анчукова С. Н., Моргачева Н. В. Экологические проблемы современной России и пути их предотвращения // Проблемы развития современного общества. – 2023. – С. 105-107.
2. Бандурин К. В. Состояние и эксплуатация запасов промысловых видов рыб российской части Балтийского моря, Куршского, Калининградского и Финского заливов // Труды ВНИРО. – 2024. – Т. 195. – №. 1. – С. 24-34.
3. Бесчасная А. А., Постнова Е. В. Исследование техносферы Невской губы Финского залива // Эффективные технологии в области водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения. – 2023. – С. 17-20.
4. Буданов Л. М., Сергеев А. Ю., Чекулаев А. В. Высокочастотное сейсмоакустическое профилирование мелководных опресненных акваторий на примере Невской губы // Инженерная и рудная Геофизика 2023. – 2023. – С. 126-135.
5. Вивенцова Е.А. Экологическое состояние природных вод водосборного бассейна Финского залива // Туризм и рекреация: инновации и ГИС-технологии. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Составители: И.С. Шарова, Г.В. Крыжновская, М.М. Иолин. Астрахань. – 2022. – С. 115-117.
6. Гришина А.С. Влияние экологического состояния Куршского, Вислинского и Финского заливов на ихтиофауну // Земля и Человек. Актуальные вопросы современного состояния окружающей среды. Сборник статей Межвузовской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной празднованию 90-летия Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2020. – С. 185-189.

7. Гусев А. А., Бубнова Е. С. Состояние зообентоса и экологический статус вод вдоль центрального разреза Финского залива в 2020 г., Балтийское море //Труды ВНИРО. – 2023. – Т. 193. – С. 152-161.
8. Добровольская В. В. Влияние бинарных полиэлектролитных составов на подвижность тяжелых металлов в модельном эксперименте //Экология. – Т. 2. – С. 180.
9. Жигульский В.А. О влиянии гидротехнических работ и сооружений в Невской губе на экосистемы её микрофитных зарослей // Проблемы региональной экологии. – 2022. – №1. – С. 5 -15
10. Иовченко Н. П. Современное состояние и проблемы сохранения биоразнообразия и редких видов куликов в условиях интенсивно развивающегося мегаполиса (Санкт-Петербург) //Русский орнитологический журнал. – 2023. – Т. 32. – №. 2289. – С. 1363-1371.
11. Кантаржи И. Г., Леонтьев И. О., Куприн А. В. Аналитические исследования динамики «карманного пляжа» //Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – 2023. – Т. 16. – №. 3. – С. 93-105.
12. Каурова З. Г., Петрова М. С. Динамика обрастания фрагментов пластикового мусора микроорганизмами в Финском заливе //Современные проблемы и перспективы развития рыбного хозяйства и аквакультуры в регионах//Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием (г. Махачкала, 15 мая 2023г.). – Махачкала. – 2023. – С. 143.
13. Кималов К. Полевые исследования экологического состояния Финского залива // Колпинские чтения: детско-юношеский туристско-краеведческий форум. Материалы II межрегиональной (с международным участием) научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2020. С. 252-256.
14. Козинец Г. Л., Баденко В. Л., Зотов Д. К. Влияние антропогенной нагрузки на изменения морфологии дна Невской губы в XIX–XXI веках //Гидротехническое строительство. – 2024. – №. 1. – С. 43-52.

15. Козырева А.И. Геоинформационные системы поддержки принятия решений для оценки экологического состояния Финского залива // Земля и Человек. Актуальные вопросы современного состояния окружающей среды. Сборник статей Межвузовской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной празднованию 90-летия Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2020. – С. 258-263.

16. Косцов В. С., Ионов Д. В. Определение контраста суша-море в значениях водозапаса облаков по многоугловым наземным микроволновым измерениям в области береговой линии // Атмосферная радиация и динамика (МСАРД–2023). – 2023. – С. 85-88.

17. Кудрявцева В.А., Шигаева Т.Д. Экологическое состояние донных отложений прибрежной зоны восточной части Финского залива // Экологическая химия. – 2023. – Т. 32. – № 4. – С. 187-192.

18. Кузьмина А.С., Ершова А.А. Загрязнение микрочастицами морского мусора песчаных побережий восточной части Финского залива Балтийского моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет. – 2022. – №2. – С.86-100

19. Макеев И.В. О Модернизации системы водного пассажирского транспорта Санкт-Петербурга: географические детерминанты // Региональные геосистемы. – 2021. – Т. 45. – № 3. – С. 328-340.

20. Максимова С. А. Анализ сохранения особо охраняемых природных территорий посредством устойчивого развития // Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития. – 2023. – С. 427-430.

21. Михайленко Р.Р. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений как природно-техническая система для интегрированного управления водными ресурсами: социальная,

экономическая и экологическая значимость // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2015. – т. 7. – № 1. – С. 1- 25

22. Новикова А. А., Пушнина Я. Ю., Журавлева А. М. Исследование гидрохимического состава воды в р. Нева г. Санкт-Петербурга //молодые ученые в решении актуальных проблем науки. – 2023. – С. 509-510.

23. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г., Джораева А. Н. Фракционирование металлов в донных осадках рек Санкт-Петербурга //Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2024. – Т. 69. – №. 1. – С. 54-61.

24. Павловский А.А. Повышение уровня Финского залива в XXI веке: сценарии и последствия. К вопросу о затоплении береговой зоны в пределах курортного района Санкт-Петербурга // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2010. – №4. – С. 219-226

25. Поляков А. А. Топонимика Лисьего носа // Россия и мир в исторической ретроспективе, к 320-летию основания Санкт-Петербурга: матер. XXIX-й междунар. науч. – 2023. – С. 425.

26. Постнова Е. В., Кирсанов А. Р. Влияние комплекса защитных сооружений (КЗС) на экологическое состояние восточной части Финского залива //Наставничество и экология. – 2023. – С. 63-66.

27. Пузырева Д. И. Оценка качества водных объектов Санкт-Петербурга и Ленинградской области по гидробиологическим интегральным показателям за 2021 год //Молодежь. Наука. Общество-2021. – 2023. – С. 866-873.

28. Силина Н.И., Андреева И.В. Оценка экологического состояния Невской губы // XXVI Царскосельские чтения. Материалы международной научной конференции. Санкт-Петербург. – 2022. – С. 238-242.

29. Синякова М.А. Экологическое состояние донных отложений восточной части Финского залива // Известия Байкальского государственного университета. – 2022. – Т. 32. – № 3. – С. 579-584.

30. Суворова А. А., Веретенникова К. В. Роль намывных территорий в развитии Санкт-Петербурга //Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №. 11-4 (86). – С. 111-114.
31. Тимофеева О. В. К вопросу о правовых последствиях отказа от государственной экологической экспертизы проектов градостроительной документации //Вопросы российского и международного права. – 2023. – Т. 13. – №. 1-2А. – С. 164.
32. Третьяков В. Ю. Уточнение объёмов поступления азота и фосфора в Невскую губу со стоком малых рек Санкт-Петербурга //European Journal of Natural History. – 2023. – №. 4. – С. 24-29.
33. Трошкина М.Р. Эколого-эпидемиологическая оценка санитарно-вирусологического состояния акваторий Невской губы и восточной части Финского залива // Гигиена и экология человека. материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. ГБОУ Лицей № 179 Калининского района Санкт-Петербурга. Санкт-Петербург. – 2021. – С. 191-195.
34. Холодкевич С.В. Оценка здоровья экосистем прибрежных акваторий восточной части Финского залива (на примере рекреационных акваторий курортного района Санкт-Петербурга) на основе исследования функционального состояния обитающих в них моллюсков // День Балтийского моря. Сборник материалов XXI Международного экологического Форума. – 2021. – С. 26-29.
35. Чихонадских Е.А. Роль природоохранной деятельности промышленных предприятий на состояние акваторий Финского залива // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2021. № 1. – С. 59 – 64.
36. Чичкова Е. Ф., Кочин Д. А., Рогачев С. А. Информационно-аналитический сервис и технологии мониторинга потенциально опасных зон по данным спутникового многоспектрального зондирования //Космические аппараты и технологии. – 2023. – Т. 7. – №. 2. – С. 132-141.

37. Шаров А.Н. Кадмий в восточной части Финского залива: содержание и воздействие на моллюсков *Limacina Balthica* // Геохимия. – 2022. – Т. 67. – № 7. – С. 686-695.

38. Шилин М.Б., Сычев В.И., Михеев В.Л., Истомин Е.П. Результаты исследований техносферы Невской губы в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. – № 60. – С. 351-370.

39. Шилов И.О. Методика оценки экологического состояния Невской губы Финского залива // Наука, техника и образование. – 2016. – №10 (28). – С. 77-79

40. Комплекс защитных сооружений г. Санкт-Петербурга // URL: <https://dambaspb.ru/?ysclid=lwosfthska216041139#intro> (дата обращения – 25.05.2024)

41. Мониторинг загрязнения окружающей среды //URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=552> (дата обращения – 20.06.2024)

## ПРИЛОЖЕНИЯ



Рисунок 1 - Источники загрязнения Невской губы Финского залива

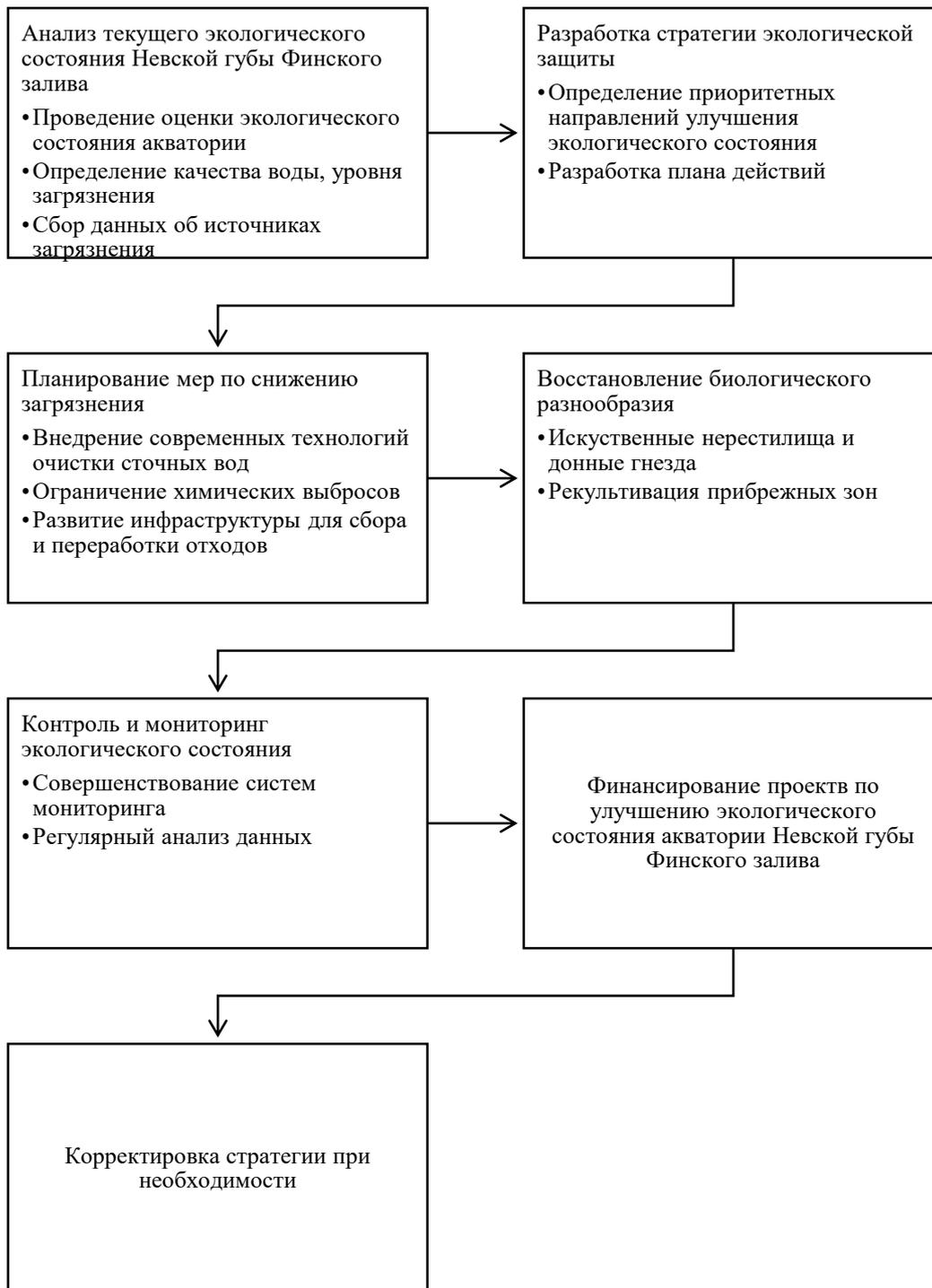


Рисунок 2 – Этапы реализации стратегии улучшения экологического состояния Невской губы Финского залива