

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(РГГМУ)

УДК [627.748:502.175](261.243+282.247.222)

На правах рукописи

Царькова Наталья Сергеевна

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ
В МОРСКОМ ТОРГОВОМ ПОРТУ УСТЬ-ЛУГА

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

Научный руководитель
докт.геогр.наук, профессор

М.Б. Шилин

Санкт-Петербург 2016

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Сокращения	
Введение	6
1 Объект исследования и его особенности. Влияние дноуглубительных работ на абиотические и биотические параметры окружающей среды	19
1.1 Описание района исследования	19
1.2 Дноуглубление (дреджинг) и фактор мутности	35
1.3 Влияние дноуглубительных работ на абиотические параметры	45
1.4 Влияние дноуглубительных работ на биотические параметры	47
2 Мониторинг МТП Усть-Луга на этапе его строительства и его особенности	56
2.1 Мониторинг на этапе строительства	56
2.2 Мониторинг абиотической среды	57
2.3 Мониторинг биологических сообществ водной среды	61
2.4 Материалы и виды исследований в МТП Усть-Луга	65
3 Результаты мониторинговых наблюдений в Лужской губе	99
3.1 Мониторинг абиотических параметров	99
3.2 Экспресс методика построения поля мутности на основе измеренных скоростей и направлений течений	124
3.3 Мониторинг биотических параметров водной среды	131
3.4 Общая оценка экологической уязвимости по отношению к фактору дреджинга	163
3.5 Ущерб водным биоресурсам и компенсационные мероприятия	168
4 Программа геоэкологического мониторинга на период эксплуатации Морского торгового порта Усть-Луга	171
4.1 Возможности и экологические ограничения долгосрочного развития порта	171
4.2 Приоритетные направления экологической стратегии МТП	175
4.3 Основные направления реализации экологической стратегии МТП	177

	Стр.
4.4 Механизмы и инструменты реализации стратегии	178
4.5 Типизация показателей, подлежащих наблюдению при проведении геоэкологического контроля и мониторинга на период эксплуатации Морского торгового порта Усть-Луга	180
4.6 Программа геоэкологического мониторинга на период эксплуатации Морского торгового порта Усть-Луга	183
4.7 Предложения и рекомендации для МТП Усть-Луга	195
Заключение	197
Список использованных источников	200
Приложение А – Виды работ и наблюдений	226
Приложение Б – Общие сведения о правилах отбора, транспортировки, хранения и анализа проб морской воды	237
Приложение В – Методы химического анализа грунтов (отложений)	242
Приложение Г – Ущерб при строительстве объектов, расположенных в МТП Усть-Луга	245
Приложение Д – Правовая основа проведения мониторинга: законодательные и нормативно-методические документы	261
Приложение Ж – Письма о внедрении	264

СОКРАЩЕНИЯ

МТП Усть-Луга	– морской торговый порт Усть-Луга;
БПК ₅	– биологическое потребление кислорода;
ХПК	– химическое потребление кислорода;
ПХБ	– полихлорированные бифенилы;
ФГУ «ГосНИОРХ»	– федеральное государственное учреждение «Государственный институт речного и озерного рыбного хозяйства»;
ППТС	– прибрежная природно-техническая система;
ПДК рыбхоз.	– предельно допустимые значения воды водных объектов рыбохозяйственного значения;
ЛПР	– лица, принимающие решения;
ИЗВ	– индекс загрязненности вод;
НУВ	– суммарные нефтяные углеводороды;
ХОП	– хлорорганические пестициды;
ПНД Ф	– методики количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга;
ТРН	– техногенные радионуклиды;
ГН	– гигиенические нормативы;
СанПиН	– санитарные нормы и правила;
МУК	– методические указания;
МВИ	– методика выполнения измерений;
М-МВИ	– методика выполнения измерений массовой доли элементов;
ОСПОРБ – 99	– основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности;
СП	– свод правил;
КЭУ	– карты экологической уязвимости;

ПН	– пункт наблюдений;
ГИС	– геоинформационная система;
ГЖ -хроматография	– газожидкостная хроматография;
ИК-спектрофотометрия	– инфракрасная спектрофотометрия;
ГХЦГ	– гексахлорциклогексан;
ДДД, ДДТ	– полихлортерпены;
СУГ	– сжиженный углеводородный газ;
ВБР	– воспроизводству водных биоресурсов;
NPV	– чистого приведенного дохода;
ПМООС	– перечень мероприятий по охране окружающей среды;
ПЭК	– производственный экологический контроль;
ООПТ	– особо охраняемые природные территории;
СЗЗ	– санитарно-защитная зона;
ПТС	– природно-техническая система;
ЧС	– чрезвычайная ситуация;
ОС	– окружающая среда;
ЗВ	– загрязняющие вещества;
ПЭК	– производственный экологический контроль

ВВЕДЕНИЕ

Строительство морских торговых портов (МТП) в настоящее время во всем Миров признается одним из основных факторов антропогенного воздействия на береговую зону [3, 46, 197, 208]. Основным показателем темпов роста портостроительства является увеличение объемов грунта, перемещаемого при дноуглубительных и берегонамывных работах («дреджинге») [202, 208]. Дноуглубительные и берегонамывные работы составляют неременный компонент портового строительства, и их интенсивность резко возрастает в районах формирования крупных портовых комплексов [63, 41, 48]. К таким районам в настоящее время относится восточная часть Финского залива, на северном берегу которого построены нефтеналивные порты Приморск и Высоцк, а на южном – аванпорт Бронка и морской портовый комплекс Усть-Луга. В дополнение, значительные объемы донного грунта («дреджингового материала») извлечены и перемещены при реализации проекта «Морской Фасад Санкт-Петербурга», включающего строительство терминала для приема крупнотоннажных пассажирских паромов (рисунок 1). Как видно из рисунка 1, объемы дноуглубительных работ в восточной части Финского залива в первые 1.5 десятилетия 21-го века (см. рисунок 1) от года к году росли почти в геометрической прогрессии.

В связи с ростом объемов портостроительных работ (рисунок 2) в местах их осуществления актуальной становится разработка систем экологического мониторинга за состоянием окружающей среды и природных сообществ береговой зоны, которая подвергнута антропогенному воздействию в форме дреджинга [46, 184, 198, 208].

Морской торговый порт Усть-Луга (МТП Усть-Луга) спроектирован как крупный транспортный узел Северо-Запада России для обеспечения значительной части российского внешнеторгового грузопотока в Балтийском регионе (рисунок 3).

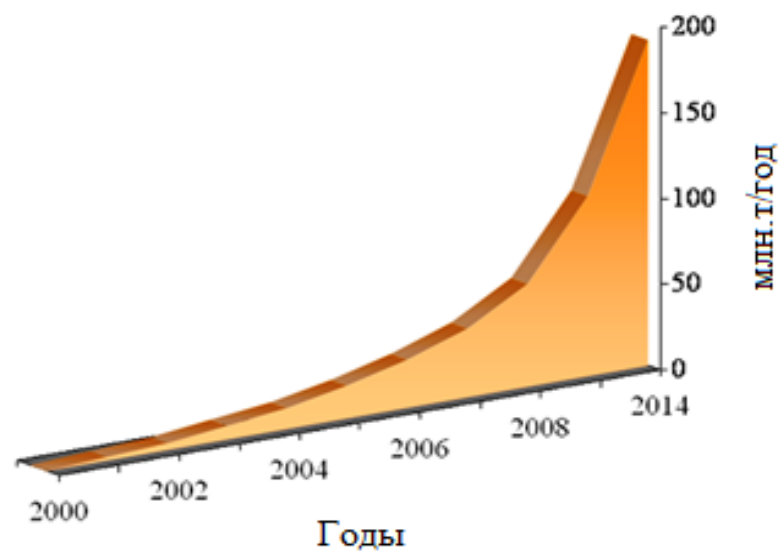


Рисунок 1 – Тенденция роста объемов дноуглубительных работ (миллионы тонн «дреджингового материала» в год) в восточной части Финского залива [46]

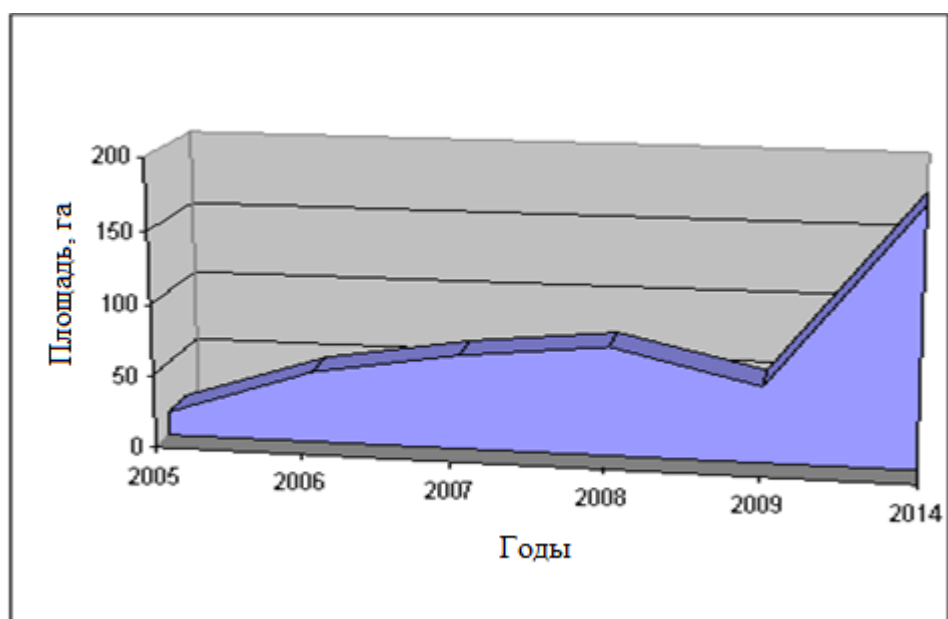


Рисунок 2 – Темпы роста образования намывных территорий

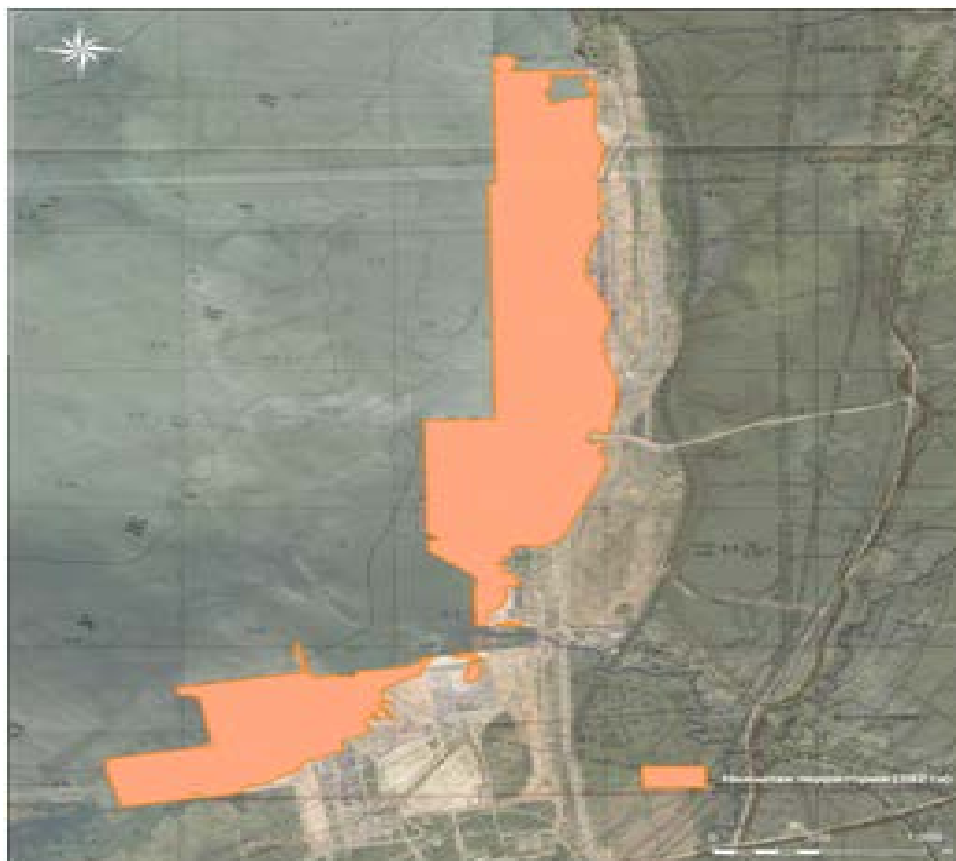


Рисунок 3 – Основные районы образования территорий в Лужской губе

В соответствии с «Программой развития морского транспорта» [178], «Схемой территориального планирования размещения портов на побережье Финского залива» и схемой генерального плана «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы)», утверждённой Постановлением Правительства РФ от 05.12.2001 № 848, строительство МТП Усть-Луга осуществлено на восточном и южном побережьях Лужской губы Финского залива Балтийского моря, в Кингисеппском районе Ленинградской области [111].

В настоящее время строительство порта практически закончено; все основные портовые сооружения введены в эксплуатацию и успешно функционируют [189]. Юго-восточная часть геосистемы Лужской губы преобразована в природно-техническую систему (ПТС), находящуюся под воздействием комплекса природных и антропогенных факторов [44, 48, 184, 198]. Динамические изменения в характере использования территории размещения перегрузочных комплексов МТП Усть-Луга и связанной с ними транспортной инфраструктуры, естественно, не могли не найти своего отражения в существенно

возросшем уровне техногенной нагрузки на все компоненты геосистемы Лужской губы. Это выразилось в изменениях целого ряда химических, физических и биологических факторов и показателей состояния природной среды, значения которых контролируются при реализации производственного экологического контроля и локального экологического мониторинга в соответствии с программами, утверждаемыми государственными надзорными органами. Результаты экологического контроля и локального экологического мониторинга, полученные за период строительства МТП Усть-Луга разными исследователями, и в том числе – автором настоящей диссертационной работы [4, 5, с 41 по 46, 48, 184, 189, 198], показывают, что наибольшее стрессовое воздействие на геосистему Лужской губы было оказано в ходе выполнения дноуглубительных и берегонамывных («дреджинговых») работ.

Строительство портовых сооружений, акваторий и подходящих к ним каналов привело к утрате геосистемой Лужской губы части литорали и верхней сублиторали, играющих наиболее важную роль в биопродукционных процессах в водоемах. Преобразование прибрежных мелководий в ходе выполнения портостроительных работ в юго-восточной части губы привело к исчезновению значительных по площади поселений бентоса, зарослей высшей водной растительности, а также богатых в продукционном отношении пастбищ и нерестилищ многих промысловых рыб. Утрата участков нерестилищ, или даже временное уменьшение их продуктивности и продуктивности пастбищ оказывают весьма ощутимый вред промысловым запасам рыб всего Финского залива [181, 184, 195, 197].

Большинство исследователей считает формы и интенсивность антропогенного воздействия на береговую зону на этапах строительства МТП и его функционирования существенно различающимися [3, 31, 184, 193, 194]. В частности, считается, что интенсивность дреджингового воздействия после окончания строительных работ снижается. В условиях Лужской губы, однако, в связи с преобладанием мягких грунтов, высокой скоростью заиления и мобильностью донных отложений планируется проведение регулярных работ по дноуглублению на фарватерах и подходных путях с целью поддержания их в рабочем состоянии. Следует ожидать, что стрессовое воздействие от дреджинговых

операций на различные компоненты геосистемы Лужской губы будет продолжаться в течение всего времени функционирования МТП Усть-Луга. Негативное влияние следует ожидать также от интенсивного судоходства, проведения непосредственно работ по перевалке грузов и т.п. Контроль и снижение негативных эффектов возможны только на основе учета всего комплекса мониторинговой информации по состоянию геосистемы в целом. При этом российским специалистам, участвующим в организации и ведении мониторинга, следует руководствоваться международными принципами ведения наблюдений за морскими экосистемами.

Между тем, результаты мониторинговых исследований, выполненных в Лужской губе в период строительства МТП, на сегодняшний день содержат, преимущественно, данные локальных наблюдений, связанных с решением достаточно узких по профилю строительных и производственных задач (инженерно-экологические изыскания, производственный экологический контроль, импактный экологический мониторинг). Участки проводившихся мониторинговых наблюдений в период строительства МТП определялись местами выполнения строительных работ. В большинстве случаев это – акватория порта в районе строящегося объекта, районы дноуглубительных работ, морские подводные отвалы грунта и прилегающая акватория в зоне потенциального экологического влияния гидростроительства [63, 82, 86, 135, 136].

Это накладывает определенные ограничения на область намечаемых наблюдений, локализует их в зоне прямого или ожидаемого косвенного воздействия от строительства того объекта, проектирование и сооружение которого, собственно, и обусловило необходимость мониторинга. Хотя воздействие на природную среду от каждого отдельного строящегося объекта МТП Усть-Луга получило достаточно адекватную оценку, однако вплоть до сегодняшнего дня отсутствует комплексный подход к анализу и прогнозу общей экологической ситуации в Лужской губе в целом. При проведении мониторинга недостаточно используются, или не используются вообще интегральные показатели состояния качества среды. Поэтому прогноз дается только на изменение какого-то отдельного фактора, параметра или компонента природной среды. Целостной картины экологического состояния геосистемы Лужской губы и

природно-технической системы МТП Усть-Луга на сегодняшний день авторами проведенных исследований не получено. Соответственно, прогноз развития экологической ситуации и определение возможных направлений экологической сукцессии на период эксплуатации МТП чрезвычайно затруднены.

Осуществление экологического мониторинга входит в обязанности различных государственных служб, что приводит к неопределенности в распределении обязанностей, отсутствию единого подхода, использованию нестандартных и субъективных методик и получению противоречивой информации [38, 59, 116, 149, 156]. Анализ имеющихся зарубежных публикаций за последние годы также не дает представлений о практических подходах к реализации общих принципов мониторинга в условиях конкретной водной геосистемы.

В связи с изложенным, *актуальной* является проблема разработки концепции системы мониторинга, наиболее адекватно отражающей ситуацию в природно-технической системе «МТП + береговая зона» на переходном этапе ее развития от строительства порта к регулярному функционированию.

Данная концепция может быть разработана на основе анализа материалов натурных наблюдений, выполненных в Лужской губе компанией «Эко-Экспресс-Сервис», в которой автор работает с 2005 г. по настоящее время. Сформированная в ходе наблюдений база данных содержит необходимые сведения по всем объектам гидростроительства в Лужской губе, для которых разрабатывалась природоохранная проектная документация и выполнялся экологический мониторинг.

Актуальность работы обусловлена:

- началом нового – эксплуатационного – этапа функционирования геосистемы «Лужская губа + МТП Усть-Луга»;
- необходимостью получения целостной картины состояния геосистемы и взаимодействия в ней природного и антропогенного компонентов;
- необходимостью контроля зон повышенной мутности в период проведения ремонтных дноуглубительных работ на фарватерах и подходных путях;
- необходимостью разработки системы наблюдений и контроля состояния геосистемы на этапе эксплуатации МТП Усть-Луга.

Степень разработанности проблемы. Осуществление экологического мониторинга входит в обязанности различных государственных служб, что приводит к неопределенности в распределении обязанностей, отсутствию единого подхода, использованию нестандартных и субъективных методик и получению противоречивой информации [Яйли, 2009; Карлин, Музалевский, 2010; Федоров, Шилин, 2010; Жигульский и др., 2013; Шавыкин, 2015]. Мониторинг крупномасштабных дреджинговых проектов, как правило, осуществляется не на протяжении всего их жизненного цикла, а лишь на отдельных этапах. Применительно к МТП – это обычно этап строительства с использованием капитального дреджинга. Для этапа эксплуатации МТП программа мониторинга не разработана.

Цель работы определена как разработка системы геоэкологического мониторинга дноуглубительных работ в МТП Усть-Луга для этапов строительства и эксплуатации и ее апробирование на этапе строительства МТП.

Для достижения поставленной цели решались *следующие задачи*:

- выявить основные факторы воздействия дноуглубительных работ на геосистему Лужской губы в период строительства и эксплуатации МТП;
- определить набор биотических и абиотических характеристик, позволяющих адекватно оценивать состояние геосистемы в условиях функционирования МТП;
- определить наносимый вред водным биоресурсам и предложить компенсационные мероприятия;
- оценить уязвимость геосистемы по отношению к фактору дреджинга;
- разработать Программу геоэкологического мониторинга, обеспечивающую наиболее полную и объективную оценку состояния геосистемы «Лужская губа + МТП Усть-Луга»;
- разработать Проект экологической стратегии МТП Усть-Луга.

Объект исследования – геосистема «Лужская губа + МТП Усть-Луга».

Предмет исследования – геоэкологическое состояние Лужской губы при осуществлении дноуглубительных (дреджинговых) работ.

Методологическая, теоретическая и эмпирическая базы исследования.

Поставленные задачи решались на основе анализа материалов наблюдений 2008 - 2014 гг., выполненных ООО «Эко-Экспресс-Сервис», в котором автор работает с 2005 г. по настоящее время. Соответствующая база данных содержит необходимые сведения по всем объектам гидростроительства в Лужской губе, для которых разрабатывалась природоохранная документация и выполнялся мониторинг. Для сбора материала автором разработана и использована схема станций наблюдений за состоянием геосистемы. Исследования проведены с использованием апробированных методик, усовершенствованных автором для достижения поставленной цели. Используются методы гидробиологических, гидрохимических, геоботанических и акустических исследований, технологии стратегического менеджмента, а также анализ спутниковой информации. Для обобщения полученных данных использовались математические методы обработки информации с применением оценочных технологий (индекс загрязненности вод, расчет класса опасности загрязнения донных отложений и др.), а также методики расчета ущерба рыбным запасам и интегральной экологической уязвимости прибрежных территорий. Усовершенствован методический подход к оценке полей мутности от дноуглубительных работ, создана соответствующая установка и выполнены наблюдения. При расчете ущерба биоресурсам использован рискологический подход [Карлин, Музалевский, 2010].

Научные результаты, выносимые на защиту

1. Получена комплексная картина состояния трансформированной в ходе портостроительных работ геосистемы «Лужская губа + МТП Усть-Луга», основанная на результатах многолетнего (2008 – 2014 гг.) геоэкологического мониторинга.
2. Разработаны усовершенствованный методический подход для определения распространения полей мутности, отличающийся от традиционных оперативностью мониторинговых наблюдений и оригинальная методика оценки ущерба водным биоресурсам, основанная на понятии «матриц риска» и отличающаяся от известных переопределением способа расчета экологического риска; определены также объемы и виды компенсационных мероприятий.
3. Предложен дополнительный инструментарий исследования состояния геосистемы, отличающийся от известных наличием дополнительной карты-схемы

интегральной уязвимости береговых экосистем Лужской губы к фактору дреджинга.

4. Разработана концепция проекта Программы геоэкологического мониторинга акватории Лужской губы для этапа эксплуатации МТП Усть-Луга, включающая состав и требования, а также разработанные на ее основе предложения и рекомендации к Проекту экологической стратегии развития МТП.

Научная новизна исследования

1. Впервые результаты мониторинговых наблюдений по отдельным объектам строительства синтезированы в целостную картину состояния геосистемы «Лужская губа + МТП Усть-Луга».

2. Применительно к Лужской губе научно обоснована роль мутности как ключевого фактора, влияющего на состояние геосистемы и предложен усовершенствованный методический подход определения распространения полей мутности, обеспечивающий повышение оперативности обработки данных.

3. Впервые построена карта интегральной экологической уязвимости береговой зоны Лужской губы относительно дреджингового воздействия.

4. Впервые разработана концепция программы геоэкологического мониторинга на этапе эксплуатации МТП Усть-Луга и проект экологической стратегии морского портового комплекса на примере МТП Усть-Луга.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке концепции Программы мониторинга геосистемы «Лужская губа + МТП Усть-Луга» на наиболее важных этапах жизненного цикла дреджингового проекта, а также в использовании оригинального метода оценки ущерба водным ресурсам, основанного на понятии «матриц риска» и отличающегося от известных переопределением способа расчета экологического риска. Карты-схемы уязвимости прибрежных экосистем к дреджингу позволяют дополнить представления об их общей устойчивости в условиях антропогенного воздействия.

Практическое значение полученных научных результатов состоит в том, что:

– для руководства порта Усть-Луга разработаны предложения и рекомендации по повышению эффективности работы порта, позволяющие в оперативном режиме принимать меры по минимизации возникающих угроз;

– разработаны подходы для практического применения методических основ Программы геоэкологического мониторинга, включающие ряд традиционных и новых способов управления состоянием геосистемы порта Усть-Луга.

Практическая значимость заключается:

- в возможности широкого применения полученных результатов в сфере рационального природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на территории порта Усть-Луга;
- в разработке методического подхода к оценке мутности как ключевого фактора контроля геосистемы при проведении плановых и ремонтных работ на территории порта;
- в программах мониторинга геосистемы, которые успешно апробированы на этапе портостроительства и подтвердили возможность использования результатов при планировании мониторинга и природоохранных мероприятий на время проведения ремонтных дноуглубительных работ.

Диссертация соответствует паспорту специальности 25.00.36 «Геоэкология (Науки о Земле)» по пунктам 1.10. Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение; 1.11. Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем; 1.12. Геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности, средства контроля.

Апробация результатов. Основные положения и результаты работы докладывались и получили положительную оценку на II Международной конференции «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем» (СПб, 2011), международном Интернет-симпозиуме «Наука в жизни современного человека» (Казань, 2013), XIV и XVII Международном экологическом форуме «День Балтийского моря» (СПб, 2014, 2016), XV Международной научно-практической конференции «Экология и развитие общества» (СПб, 2014), 1 и 2 семинарах «Экологически дружелюбный порт» (2013, 2014), XXV международной Береговой конференции «Береговая зона - взгляд в будущее» (Сочи, 2014), 1st Baltic Earth Conference (Литва, г. Нида, 13 – 17 июня 2016), на

Итоговой сессии Ученого совета РГГМУ (2013 – 2016), а также на объединенных семинарах кафедр экологии, прикладной экологии и промысловой океанологии ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» (2015, 2016).

Акты внедрения и использования результатов работы

Результаты работы использованы в деятельности ООО «Эко-Экспресс-Сервис» и Невско-Ладожского бассейнового водного управления, а также в учебном процессе на факультете Экологии и физики природной среды РГГМУ и на факультете Фотографии и технологий дизайна в Санкт-Петербургском государственном университете Кино и телевидения, Институте фундаментальной медицины и биологии.

Личный вклад автора заключается в постановке и методическом обеспечении решения проблемы; в разработке программ геэкологического мониторинга; в организации и проведении полевых исследований, обработке полученных результатов, выявлении закономерностей, расчета ущерба рыбным запасам и предложении компенсационного мероприятия; в усовершенствовании методического подхода к оценке распространения полей мутности для повышения оперативности получения мониторинговой информации; в построении карт интегральной экологической уязвимости береговой зоны Лужской губы относительно фактора дноуглубления; в разработке Проекта экологической стратегии МТП Усть-Луга.

Публикации. По теме работы опубликовано 16 печатных работ, в том числе 8 - в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации основных результатов диссертационных исследований:

1. Царькова Н.С. Особенности использования специализированных гидротехнических сооружений для компенсации вреда, наносимого биоте при строительстве в береговой зоне восточной части Финского залива / Жигульский, Шуйский, Царькова, Русских Е.М. //Экология урбанизированных территорий, №1 2013. – С. 18 – 23

2. Царькова Н.С. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта «Усть-Луга»

на экосистему Лужской губы / Жигульский В.А., Былина Т.С., Царькова Н.С., Лавров Я.Б., Соловей Н.А., Шуйский В.Ф.//Экология урбанизированных территорий. – 2013. – №3. – С. 6–14

3. Царькова Н.С. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы. 2. Техногенная сукцессия Лужской губы / Жигульский В.А., Царькова Н.С., Былина Т.С., Лавров Я.Б., Соловей Н.А., Шуйский В.Ф.// Экология урбанизированных территорий. – 2013. – №3. – С. 107–119.

4. Царькова Н.С. Зависимость реакции водной биоты на тепловое техногенное воздействие от фоновое термического режима экосистемы (на примере макрозообентоса) /Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Царькова Н.С., Максимова Е.Ю., Бойкова С.А.//Проблемы региональной экологии. – 2013. – №5. – С. 141 – 153.

5. Царькова Н.С. Оценка концентрации взвешенных частиц в водоемах по результатам измерений прозрачности воды с использованием диска Секки /Жигульский В.А., Илюхин В.С., Маслов П.А.// Проблемы региональной экологии. - 2014. - №1. – С. 138 – 144.

6. Царькова Н.С. Технология моделирования процесса переноса взвешенных веществ водными течениями показанная на примере результатов дноуглубительных работ, проведенных в Лужской губе Финского залива// Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2014. - №35 – С. 142-150.

7. Царькова Н.С. Реакция макрозообентоса водотоков бассейна восточной части Финского залива на многофакторные антропогенные воздействия / Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Царькова Н.С., Соловей Н.А., Максимова Е.Ю.// Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2014. – №35. – С. 178-185.

8. Царькова Н.С. Формирование экологической стратегии для морского порта Усть-Луга./ Кононенко М.Р., Царькова Н.С., Аполинарлова М.М., Шилин М.Б.// Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2015. №41. – С. 165-173.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 218 наименований, в том числе 9 на иностранном языке, 5 приложений. Общий объем работы составляет 268 страниц машинописного текста, включая 33 таблицы, 66 рисунков.

1 Объект исследования и его особенности. Влияние дноуглубительных работ на абиотические и биотические параметры окружающей среды

1.1 Описание района исследования

Лужская губа представляет собой мелководную солоноватоводную акваторию эстуарного типа площадью около 200 кв. км со средней глубиной 11.4 м, вдающуюся в южный берег Финского залива Балтийского моря примерно на 17 км, с ровной береговой линией. С востока она ограничена Сойкинским, с запада – Кургальским полуостровом, расстояние между которыми составляет в среднем 13 км. В северной части ширина губы – около 14 км, в южной – около 11 км. Длина береговой линии – 59 км. Цепь каменистых островов общей длиной 3.5 км, протягивающаяся от северной оконечности Кургальского полуострова на север-северо-запад, носит название Кургальского рифа [26, 95].

Основываясь на схожести океанологических характеристик и общности гидробиологического населения, геосистемы Лужской губы и расположенной к востоку от нее Копорской губы ряд исследователей объединяет в Лужско-Копорский суб-регион Балтийского региона (рисунок 1.1) [90, 118-119, 182].

Рельеф дна Лужской губы и южной периферии противоположащих в открытой части Финского залива островов Сескар и Малый характеризуется интенсивным расчленением и чередованием крупных гряд субмеридиональной ориентировки и ложбин с относительными превышениями от 10 до 20 – 25 м. Кутовая часть губы характеризуется выровненным аккумулятивным рельефом. Основным рельефообразующим элементом ложа губы является моренная гряда, протягивающаяся по ее оси в меридиональном направлении. Морфологическим выражением этой гряды являются каменистые банки и отмели (Мерилода, банка Шпартенкова, Темная Лода, Репинская Лода и др.), делящие акваторию губы на две части: восточную, шириной 4 – 5 км, и западную, шириной 8 – 9 км.

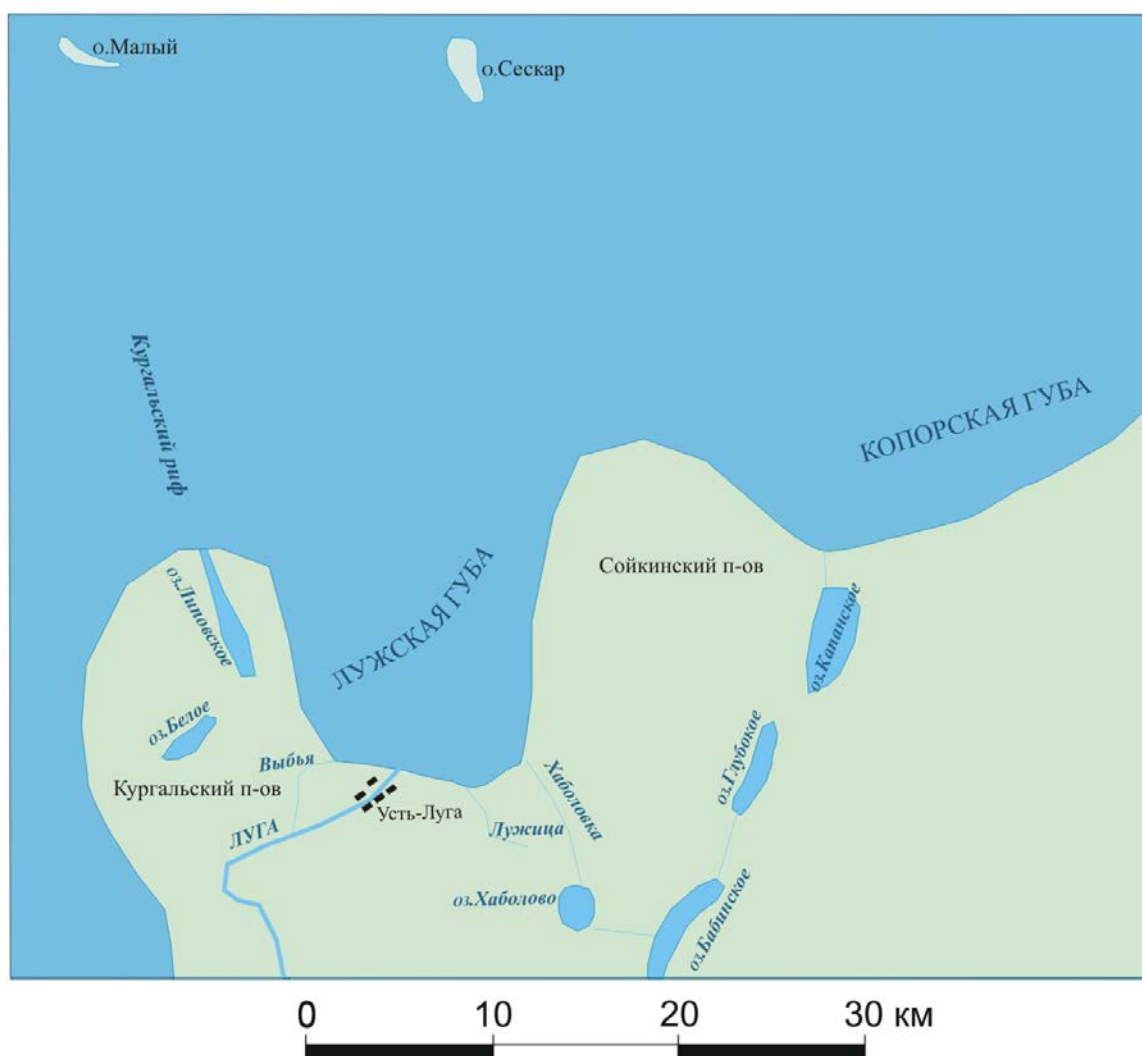


Рисунок 1.1 – Карта-схема Лужско-Копорского суб-региона

Поверхность гряд покрыта частично выступающими из воды валунами, размеры которых могут достигать 2 – 3 м в поперечнике [10].

Берега Лужской губы в геоморфологическом аспекте представляют собой равнину с четко выраженным ярусным строением. Верхние «ярусы» – это Сойкинская возвышенность, Курголовское и Куровицкое плато. Со всех сторон они окружены низкими равнинами, открытыми к морю. В северную часть Курголовского плато врезана котловина озера Липовского.

Как восточная, так и западная части губы имеет в своих пределах относительно глубоководный (более 20 м) желоб, соединяющийся с открытой частью Финского залива и делающий возможным обмен глубинными и придонными водами между Финским заливом и Лужской губой [18].

Южный берег губы окаймлен широкой песчаной отмелью с глубинами менее 5 м.

На юго-западе в губу впадает река Луга, давшая название всей губе. Сток р. Луга оказывает значительное воздействие на распределение солености, схему течений и процессы отложения осадков в губе. Помимо р. Луга, с юга в губу впадают реки Лужица и Хаболовка, а с востока – мелкие ручьи Сойкинского полуострова.

Климат рассматриваемого района носит черты морского умеренных широт и переходного от морского к континентальному.

Уровненный режим Лужской губы определяется величиной стока пресных вод и притока вод Балтийского моря. Средний годовой расход наиболее крупной реки, Луга, – $44.3 \text{ м}^3/\text{с}$, или $1.4 \text{ км}^3/\text{год}$. Средний уровень воды в Лужской губе, по данным наблюдений на водомерном посту Усть-Луга, равен минус 6 см БС, максимальный –142 см БС (1925 г.), а минимальный – минус 109 см БС.

Волнение наиболее сильное – в северной, открытой части Лужской губы. В непосредственной близости от берега волны, особенно при сильном ветре, переходят в буруны и прибой. Штормы 7 – 8 баллов, продолжительностью сутки, наиболее вероятны осенью и зимой.

Ветровые условия в Лужской губе незначительно отличается от всей восточной части Финского залива [с 124 по 130, 133].

Из опасных природных явлений, помимо штормов, наблюдаются метели, туманы и грозы. К числу атмосферных явлений, способных затруднить мониторинговые наблюдения, функционирование порта, а также судоходство, относится также обледенение.

Структура и циркуляция вод Лужской губы полностью соответствуют характеристикам бесприливного эстуария: в безледный период водная толща является трехслойной. При этом собственный водосбор, а также впадение рек Луга, Хаболовка, Лужица и Выбья создают условия для существенного усиления вертикальной стратификации вод в вершине губы и влияют на общую циркуляцию [90, 95].

Течения в Лужской губе формируются под действием стока вод р. Луга, ветра, течений Финского залива и рельефа дна. Сочетание и взаимодействие

указанных факторов создают крайне сложный и разнообразный характер течений в губе. В штилевую погоду в поверхностном слое водной толщи губы существуют постоянные течения: в восточной части – с севера на юг, а в западной – с юга на север. Скорости этих течений около 8 – 12 см/с. Максимальная наблюдаемая скорость течения в юго-восточной части губы 15 – 18 см/с. Эти основные потоки образуют циркуляцию вод в Лужской губе по часовой стрелке. Причиной образования постоянной круговой циркуляции водных масс в Лужской губе считается преобладание стока рек Луга и Лужица в юго-западную часть губы и подток вод Финского залива в восточную часть. Созданию такого круговорота также способствуют преобладание южных сгонных ветров. Это течение остается постоянным за исключением периодов сильных нагонов от западных, северо-западных и северных ветров. Влияние Финского залива сказывается преимущественно в северной части губы [96, с 124 по 130, 133].

Постоянные течения не оказывают заметного влияния на режим акватории. Более значительное влияние на режим акватории оказывают ветровые течения, особенно в условиях прохождения глубоких циклонов и резкого изменения уровня воды. Ввиду высокой изменчивости атмосферных условий и сложной морфометрии течения в Лужской губе отличаются высокой пространственной и временной изменчивостью (рисунок 1.2).

Лед в Лужской губе образуется ежегодно. С января по март практически вся акватория губы покрыта льдом. Время появления, становления, взлома и очищения ледяного покрова подвержено значительным колебаниям. Среднее число дней со льдом – 146, среднее продолжение навигации без ледокола – 248 дней [с 124 по 130, 133].

Соленость вод изменяется в довольно широких пределах: от пресной воды в устье р. Луга до 5 ‰ и более – в северной части губы [90]. Пространственная изменчивость солености воды обусловлена интенсивностью стока р. Луга, господствующим направлением ветра и течений.

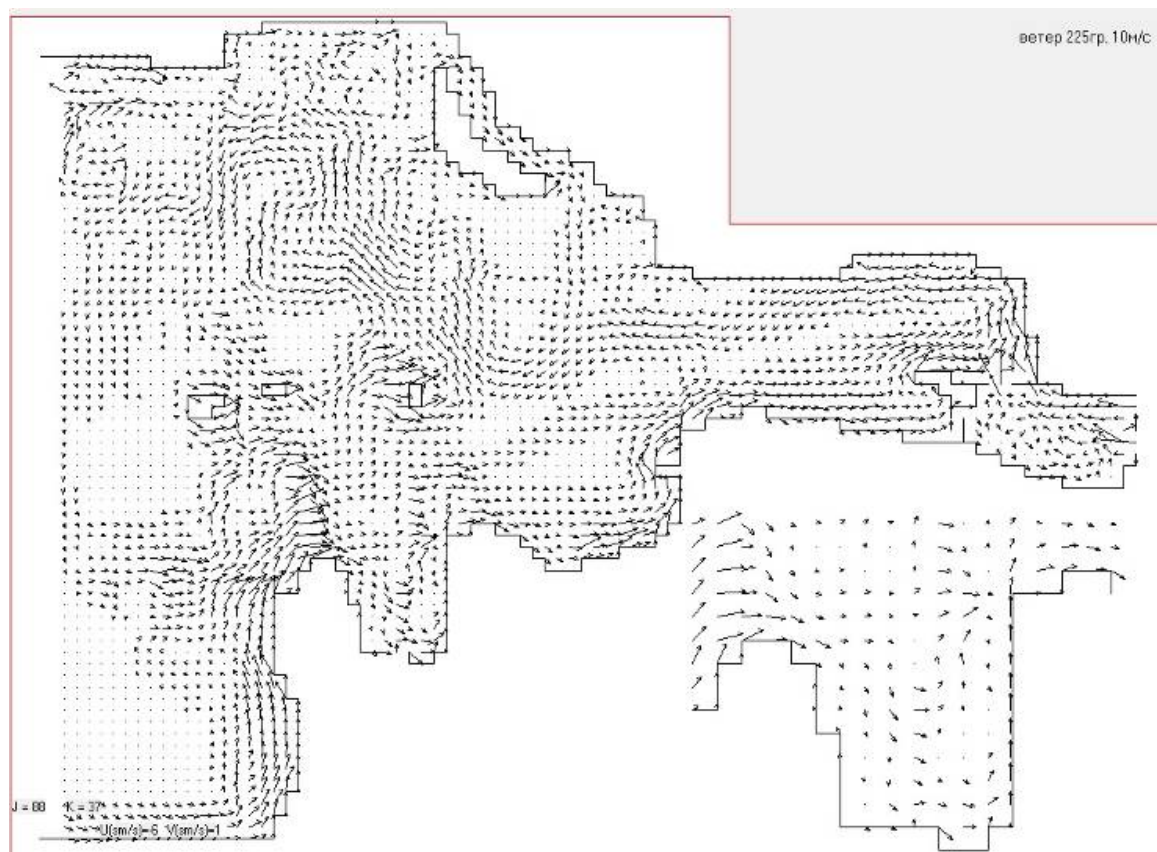


Рисунок 1.2 – Схема ветровой циркуляции воды в восточной части Финского залива и Лужской губе при юго-западном ветре скоростью 10 м/с по результатам моделирования [96]

Соленость воды по направлению от устья р. Луга до выхода из Лужской губы постепенно возрастает от 0 – 1 до 2 – 3 ‰. Естественной границей изменения солености является Кургальский риф, к западу от которого соленость возрастает до 4 – 5 ‰. Такая же величина солености наблюдается в северной части акватории при сильных ветрах северной четверти, когда происходит заток более соленых вод между островами Мощный и Сескар. В целом солевой баланс губы обеспечивается компенсационным подтоком глубинных и придонных более соленых вод из Финского залива, который осуществляется вдоль указанных подводных желобов. Начиная с февраля, соленость воды резко уменьшается, достигая в апреле – мае наименьших значений. Происходит это из-за быстрого таяния льда и увеличения стока р. Луга в весенний период [с 124 по 130, 133, 174].

По температуре и химическому составу вода Лужской губы хорошо стратифицирована. В придонном горизонте концентрации растворенных веществ повышаются, как правило, на 20 – 50 % [90].

Общая гидрохимическая характеристика акватории губы по основным параметрам совпадает с показателями, свойственными для восточной части Финского залива в целом. Активная реакция (pH) воды обычно нейтральная – слабо кислая (от 7.0 до 7.6), но в штилевую погоду при массовом развитии водорослей смещается в щелочную сторону (от 8.2 – 8.8). Кислородный режим формируется комплексом абиотических и биотических факторов: весной при массовом развитии фитопланктона верхний слой воды перенасыщается кислородом (9 – 10 мг/л, или 100 – 150 % насыщения), летом с ослаблением фотосинтетической активности водорослей и повышением температуры воды концентрация кислорода обычно соответствует нормальному насыщению. Прозрачность воды подвержена периодическим (поступление мутных паводковых вод весной, высокое обилие планктонных водорослей в начале лета) и непериодическим (ветровое перемешивание) колебаниям. Прозрачность воды в летне-осенний период варьирует от 0.5 (в прибрежье) до 4.0 м (на выходе из губы), наиболее часто отмечаются показатели 2.5 – 3.0 м [90, с 124 по 130, 133, 174].

Грунты в губе разнообразные. В южной части губы и вдоль западного берега дно покрыто мелким, в юго-восточном углу – средним и крупным песком. В центральной части губы отмечен песок с илом, местами переходящий в мягкий ил с включениями глины, с железо-марганцевыми конкрециями. Вдоль северо-восточного отрезка береговой линии располагаются илистые грунты с примесью гравия и железо-марганцевых конкреций, постепенно переходящие в глинистые. На выходе из губы в ее открытой части обнаружен средний и крупно зернистый песок, а еще мористее – галька с железо-марганцевыми конкрециями. Местами на дне встречаются камни [с 124 по 130, 133].

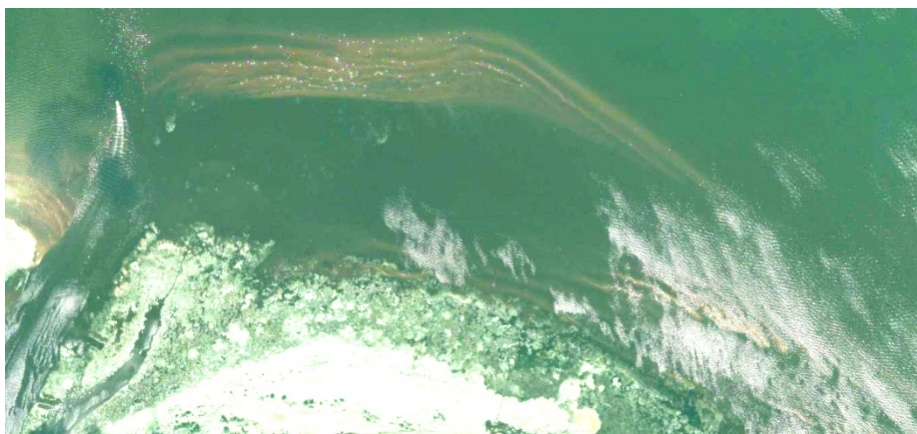
Наносы в Лужскую губу поступают в основном со стоком р. Луга. Большая часть твердого материала, выносимого рекой Лугой, откладывается в Лужской губе, образуя обширную баровую отмель. Баровая отмель под воздействием преобладающих течений формируется вдоль правого, восточного берега в сторону Вистино. Аккумуляция материала на баровой отмели является постоянно

действующим процессом – как в летнее, так и в зимнее время [63, 176, 182] (рисунки 1.3 и 1.4).

Перенос материала вдоль берега и его механическая дифференциация осуществляется преимущественно под действием волнового фактора. Основное питание верхней части губы осуществляется за счет поступления материала вдоль западного и восточного берегов. С появлением фарватеров, препятствующих перемещению материала, поток наносов, предположительно, будет разгружаться в пониженных частях рельефа, тем самым засыпая судоходный канал. Нарушение литодинамического равновесия в Лужской губе, вызванное дноуглубительными работами, может спровоцировать образование новых областей аккумуляции, в качестве которых выступят фарватеры. Береговая линия и подводный береговой склон будут испытывать размыв из-за нарушения баланса наносов. Береговая зона непосредственно района строительства порта Усть-Луга стабильна в литодинамическом отношении и в целом характеризуется преобладанием процессов аккумуляции. Однако прилегающая прибрежная территория, очевидно, в дальнейшем будет подвержена изменениям, вызванным усилением абразионной активности [169, 176].

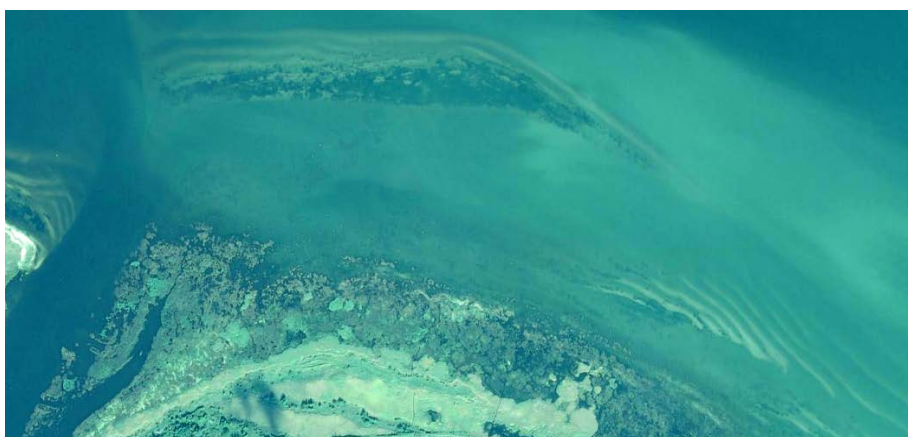
Гетерогенность субстратов, изменчивость поля солёности и гидродинамического режима обусловили существенную пространственную и временную неоднородность распределения биологических сообществ в их фоновом состоянии, до начала строительства МТП в 1990-х годах.

Макрофиты Лужской губы в своем распространении ограничены особенностями морфометрии акватории и сосредоточены в основном в южной части губы, образуя основные заросли вблизи устья реки Луга. До начала формирования МТП весь южный берег Лужской губы был покрыт зарослями, среди которых преобладали формации воздушно-водных растений – тростника обыкновенного *Phragmites australis* и камыша озерного *Scirpus silvaticus silvaticus* [85, 110, 184].



На снимке видно наличие снежно-ледяного покрова

Рисунок 1.3 – Спутниковое изображение баровой отмели в зимнее время по данным приборов высокого разрешения (Ikonos, QuickView, QuickBird)



На снимке видно заиление берега и
увеличение зоны тростникового зарастания

Рисунок 1.4 – Спутниковое изображение баровой отмели в летнее время по данным приборов высокого разрешения (Ikonos, QuickView, QuickBird)

Близ устья р. Луга «тростниковые джунгли» располагались сплошным поясом шириной до 1 км, опускаясь до глубины 1 м. Общая площадь зарослей ориентировочно оценивалась в 800 га. На примыкавших к зарослям макрофитов увлажненных территориях – ветлендах – произрастало большое количество видов цветковых растений, в том числе – редких, занесенных в Красные книги различных уровней. На банках Мерилода и Темная Лода в центре губы существовали заросли красных и бурых водорослей. Прибрежная и мелководная растительность являлась местом концентрации многих рыб, прежде всего – балтийской сельди «салаки»

Clupea harengus membras, нерестившейся здесь на глубине от 3 до 15 м [44, 45, 184, 206]. Несмотря на важную роль в экосистеме, заросли макрофитов не были картографированы; их продукционные характеристики не определялись; видовое разнообразие оставалось не изученным вплоть до начала портостроительных работ.

В фитопланктоне до начала строительства МТП по численности преобладали виды из отдела зелёных (хлорококковые), по биомассе – динофитовые (перидиней – в прибрежье) или диатомовые (мористее). Биомасса фитопланктона пространственно варьировала летом от 0.1 г/м³ на глубинах более 10 м до 0.7 г/м³ в открытой литорали. В целом, по составу и показателям обилия фитопланктон соответствовал олиготрофным водоёмам [41, 45, 85].

По фоновому состоянию бактериопланктона воды Лужской губы тоже классифицировались как олиготрофные с чертами мезотрофии, отдельные участки – как «очень чистые» (по В.Н. Жукинскому и др., 1978 – менее 0.5 тыс.кл/мл), остальные – как «чистые» (от 0.5 до 1.0 тыс.кл/мл) [45, 49].

Зоопланктон, как и фитопланктон, характеризовался выраженной пространственно-временной динамикой. Наряду с сезонной ритмикой, он был подвержен значительному влиянию нестабильных гидродинамических условий и градиента солёности. В составе зоопланктона обнаружено более 150 видов, из которых 40 % – пресноводные, и еще 40 % – эвригалинные. Доли морских и солоноватоводных видов – по 10 % от общего состава. До начала строительства МТП в зоопланктоне открытой части губы выражено доминировали ветвистоусые рачки (около 70 % биомассы), в зарослевой литорали – копеподы (более 80 %), в открытой литорали – коловратки (около 60 %) [45].

В фоновых условиях (до начала строительства МТП) наиболее высокая биомасса зоопланктона наблюдалась в летнее время в открытой части губы (в среднем – от 2 до 3 г/м³). На литорали она не превышала 1 г/м³, в основном из-за разрушающего волнового воздействия. Разнообразие зоопланктона, напротив, на литорали было намного выше, поскольку здесь в его состав включались также пресноводные лужские и прибрежные зарослевые виды. Фоновые показатели обилия и продуктивности зоопланктона исходно соответствовали пограничным значениям между олиго- и β-мезотрофией [45, 85].

Зообентос Лужской губы изучался разными исследовательскими коллективами, начиная с 1930-х годов [80, 214]. В 1990-х гг. интенсивность исследований возросла в связи с заказными работами по оценке фоновое состояния экосистемы до начала портостроительства [4, 5, 90, 170, 171]. В начале 2000-х гг. эти исследования были продолжены уже в период активного строительства МТП [50, 91, 109, 206]. К настоящему времени бентос Лужской губы может считаться известным достаточно полно [44, 45, 48, 109].

Основными естественными факторами, определяющими состав и структуру сообществ зообентоса в Лужской губе, являются варьирующий, меридионально направленный градиент солёности, гидродинамический режим и свойства субстратов (структура грунтов и наличие водной растительности). В зависимости от соленостного режима, в различных участках губы варьирует роль представителей различных фаунистических комплексов – морского эвригалинного (например, *Macoma baltica*, *Balanus improvisus*), реликтового гляциально-морского (*Saduria entomon*, *Monoporeia affinis*), солоноватоводного (*Dreissena polymorpha*, *Corophium curvisipinum*) и пресноводного (малощетинковые черви, личинки двукрылых насекомых). В зависимости от преобладающих грунтов, формируются псаммофильные, литофильные или пелофильные сообщества [45].

Полихеты видов из рода *Marenzelleria* попали в Финский залив сравнительно недавно [45, 91, 214], но сейчас уже достигли в Лужской губе 100 % встречаемости в пробах и дают наиболее существенный вклад в биомассу кормового бентоса (до 95 % биомассы). Полихеты *Manayunkia aestuarina* [215] были впервые обнаружены на акватории Лужской губы в 2006 г.

В сравнительно глубоководной бентали (более 10 м) с применением водолазного метода [4, 5] описано также своеобразное сообщество обрастателей, представленное *Balanus improvisus*, *Dreissena polymorpha* и гидроидными полипами *Cordylophora caspia* [45].

Результаты сравнительной оценки описаний состояния макрозообентоса Лужской губы, сделанных в разное время, показывают, что антропогенное эвтрофирование данной акватории происходит с 1930-х гг. Это проявилось в закономерных изменениях донных сообществ – в частности, в обеднении бентоса глубоководных заиленных биотопов вследствие нарастающей гипоксии при

одновременном увеличении разнообразия и обилия сообществ мелководных (от 5 до 10 м) слабозаиленных биотопов [4, 5, 45, 91, 170]. Наряду с общей тенденцией эвтрофирования Балтийского моря, на сукцессию экосистемы Лужской губы влияет и биогенная нагрузка от стока р. Луга, обусловленная поступлением сточных вод ООО ПГ «Фосфорит» и населенных пунктов на её водосборной территории [205].

Рыбное население Лужской губы изначально – довольно богато (34 вида рыб и минога). Губа играет большую роль в воспроизводстве рыбных запасов восточной части Финского залива, имеет высшую категорию рыбохозяйственной ценности. В 20-м в. губа являлась одним из основных районов рыболовного промысла в Финском заливе [45].

До начала портового строительства губа играла важнейшее значение в воспроизводстве основной промысловой рыбы восточной части Финского залива – салаки. Банки в центре и на севере губы, а также и прибрежные биотопы предоставляли для нереста салаки условия, близкие к идеальным – по соленостному режиму, глубине, структуре грунтов и наличию водорослей, необходимых салаке в качестве нерестового субстрата [184, 206].

Факторы воздействия на рыбное население Лужской губы в естественных условиях (в отсутствие dredging-работ) можно разделить на две группы: биотические и абиотические (рисунок 1.5) [209].

Императивными природными факторами, определяющими пространственное распределение ихтиофауны в Лужской губе, являются градиент солености, глубина и свойства грунтов. Одновременное воздействие этих факторов приводит к неравномерному распределению рыб по акватории губы (таблица 1.1).

Ихтиофауна южной мелководной зоны губы, наиболее распресненной стоком р. Луга, представлена преимущественно видами пресноводного комплекса. Они находят себе нерестилища в зарослевой сублиторали и достигают здесь пика биомассы и плотности (более 200 кг/га) в июле-августе. Доминируют колюшки трёх- и девятииглая, окунь, уклея и плотва. До начала портового строительства рыбопродуктивность восточной прибрежной зоны южной части губы была в несколько раз выше, чем западной [45].

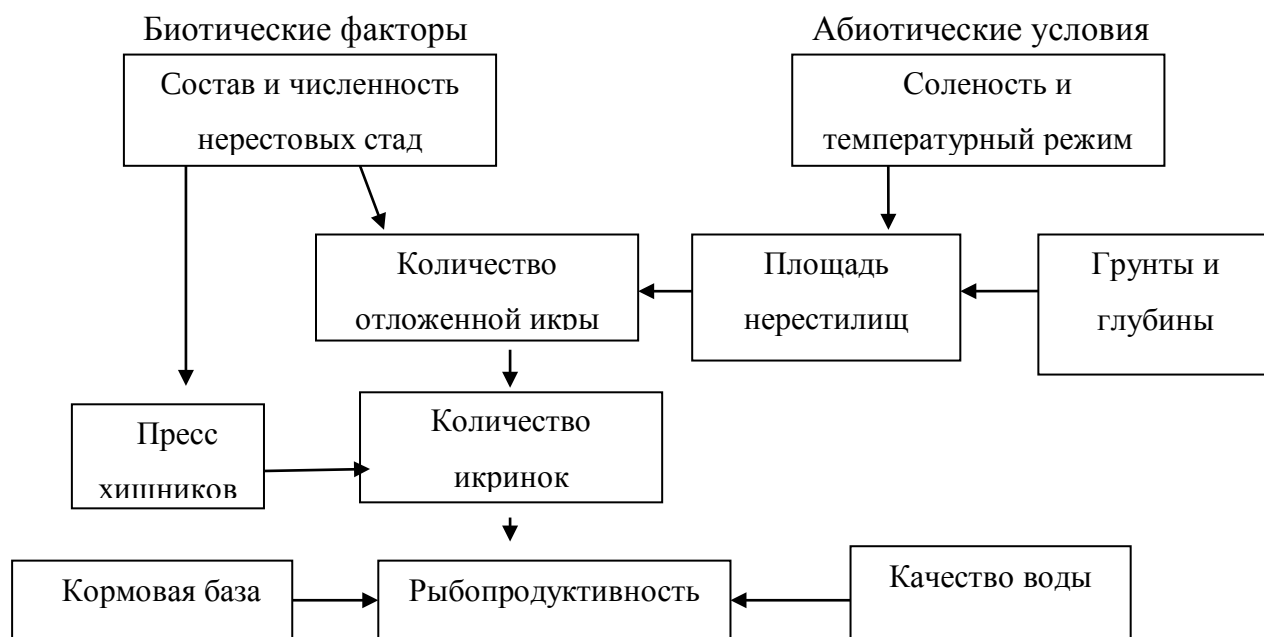


Рисунок 1.5 – Экологические факторы, определяющие рыбопродуктивность водоема [209]

Таблица 1.1 – Встречаемость видов рыб на различных участках Лужской губы

Вид (русское название)	Вид (латинское название)	Встречаемость, %		
		прибрежная зона	южный мелководный участок (глубины до 10 м)	глубоководный район (глубины более 10 м)
Колюшка трёхиглая	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	87	29	79
Колюшка девятииглая	<i>Pungitius pungitius</i>	71	—	39
Окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	84	85	29
Уклея	<i>Alburnus alburnus</i>	68	—	—
Плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	61	43	25
Ерш	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	42	100	43
Сырть	<i>Vimba vimba</i>	37	43	4
Лещ	<i>Abramis brama</i>	32	14	7

Продолжение таблицы 1.1

Вид (русское название)	Вид (латинское название)	Встречаемость, %		
		прибрежная зона	южный мелководный участок (глубины до 10 м)	глубоководный район (глубины более 10 м)
Пескарь	<i>Gobio gobio</i>	30	—	—
Густера	<i>Blicca bjoerkna</i>	26	57	—
Щиповка	<i>Cobitis taenia</i>	21	—	—
Салака	<i>Clupea harengus membras</i>	21	14	100
Судак	<i>Lucioperca lucioperca</i>	8	—	32
Гольян	<i>Phoxinus phoxinus</i>	8	—	—
Корюшка	<i>Osmerus eperlanus</i>	5	43	82
Бельдюга	<i>Zoarces viviparus</i>	—	14	36
Минога	<i>Lampetra fluviatilis</i>	—	—	39
Бычок четырёхрогий	<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	—	—	21
Сиг	<i>Coregonus</i> sp.	3	—	18
Ряпушка	<u><i>Coregonus albula</i></u>	—	—	14
Килька	<i>Sprattus sprattus</i>	—	—	14
Липарис	<i>Liparis liparis</i>	—	—	4
Треска	<i>Gadus morhua</i>	—	—	7
Голавль	<i>Squalius cephalus</i>	5	—	—
Щука	<i>Esox lucius</i>	5	—	—
Краснопёрка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	5	—	—
Язь	<i>Leuciscus idus</i>	5	—	—
Линь	<i>Tinca tinca</i>	5	—	—
Песчанка	<i>Ammodytes tobianus</i>	3	—	—

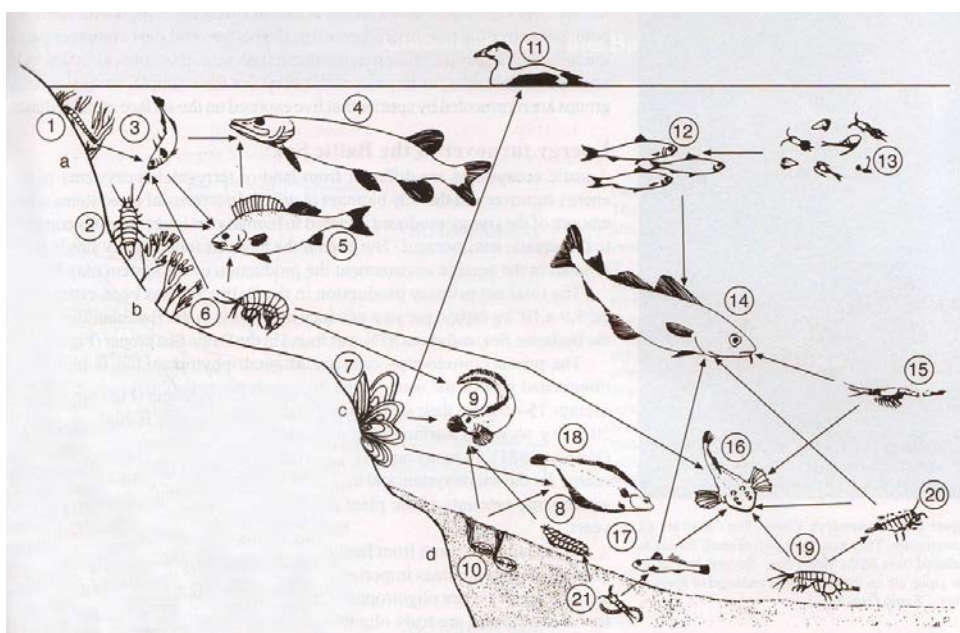
Орнитофауна отличается высоким уровнем видового богатства и разнообразия. Лужско-Копорский суб-регион играет большую роль в поддержании популяций гнездящихся и мигрирующих птиц Северо-запада России, так как через него проходит трасса Беломорско-Балтийского пролетного пути [75, 123]. Западное побережье Лужской губы хорошо изучено в орнитологическом отношении. Оно является ключевой орнитологической территорией всемирного и общеевропейского значения. Данные же по гнездовым сообществам и миграциям птиц на южном и восточном берегах Лужской губы остаются фрагментарными, поскольку местные биотопы обследовались только в рамках общих и кратковременных фаунистических экскурсий [26]. На акватории губы и ее берегах до начала портостроительства различными исследователями было зарегистрировано 84 вида птиц. Среди них, однако, значительную долю составили лесные виды, никак не связанные с береговой зоной и, тем более, с акваторией губы. Данные виды не могут быть индикаторами процессов, проходящих в водных и околоводных экосистемах в условиях антропогенного воздействия. В качестве таковых могут быть использованы водно-болотные виды, жизненный цикл которых связан с водными и околоводными биотопами – например, утки, чайки, кулики и др. Однако, изученность водно-болотной орнитофауны береговой зоны Лужской губы вплоть до настоящего времени остается недостаточной [75, 78].

Морские млекопитающие в Лужско-Копорском суб-регионе представлены двумя видами ластоногих. Это - серый тюлень *Halichoerus grypus* и кольчатая нерпа *Phoca hispida* (балтийский подвид). Нерпа образует в восточной части залива локальную «российскую» популяцию, численность которой не превышает 300 особей. Численность серого тюленя на российской части Финского залива в летнее время достигает 400 – 500 особей [196]. Если поголовье серого тюленя в целом в Финском заливе достаточно стабильно, то численность «российской» популяции нерпы неуклонно сокращается и в настоящее время приблизилась к критически низкому пределу, так что реальна возможность ее полного исчезновения. Успешность размножения, а значит – стабильность поголовья популяции обоих видов тюленей во многом зависит от продолжительности ледостава на Финском заливе. В годы с ранним взломом или полным отсутствием пакового льда на акватории залива приплод отсутствует. Особенно это касается

кольчатой нерпы, которая, в отличие от серого тюленя, не совершает дальних миграций и постоянно обитает на ограниченной территории [20, 150].

Роль Лужской губы в поддержании российских популяций тюленей вплоть до начала портостроительства не была выявлена. До сегодняшнего дня сохраняется возможность обнаружения новых, ранее неизвестных мест залежек обоих видов [95].

Выполненный анализ литературы позволяет утверждать, что в экосистеме Лужской губы до начала портостроительных работ функционировала сложно разветвленная и устойчивая трофическая сеть (рисунок 1.6). В узлах этой сети размещались виды, достаточно типичные для береговой зоны Балтийского моря. Существенным отличием являлось только отсутствие в бентосе выраженного пояса мидий, что объясняется условиями солёности.



1 – личинка *Chironomida*; 2 – равноногий рачок *Isopoda*; 3 – колюшка *Pungitius*; 4 – щука *Esox lucius*; 5 – окунь *Perca fluviatilis*; 6 – рачок бокоплав *Amphipoda*; 7 – мидия *Mytilus edulis*; 8 – многощетинковый червь *Harmathoe*; 9 – *Viviparous blenny*; 10 – клем *Baltic clam*; 11 – гага *Somateria mollissima*; 12 – салака *Clupea harengus membras*; 13 – зоопланктон; 14 – треска *Gadus morhua*; 15 – креветка (семейство *Caridea*); 16 – *Fourhorned sculpin*; 17 – бычок *Myoxocephalus*; 18 – камбала; 19 – рачок бокоплав *Amphipoda*; 20 – «морской таракан» *Mesidothea*; 21 – мейобентос
а – зона макрофитов; б – зона фукусов; с – пояс мидий; д – мягкие донные отложения

Рисунок 1.6 – Трофическая сеть прибрежно-морской зоны Балтийского моря [221]

Схема основных энергетических потоков через трофическую сеть Лужской губы приведена на рисунке 1.7.

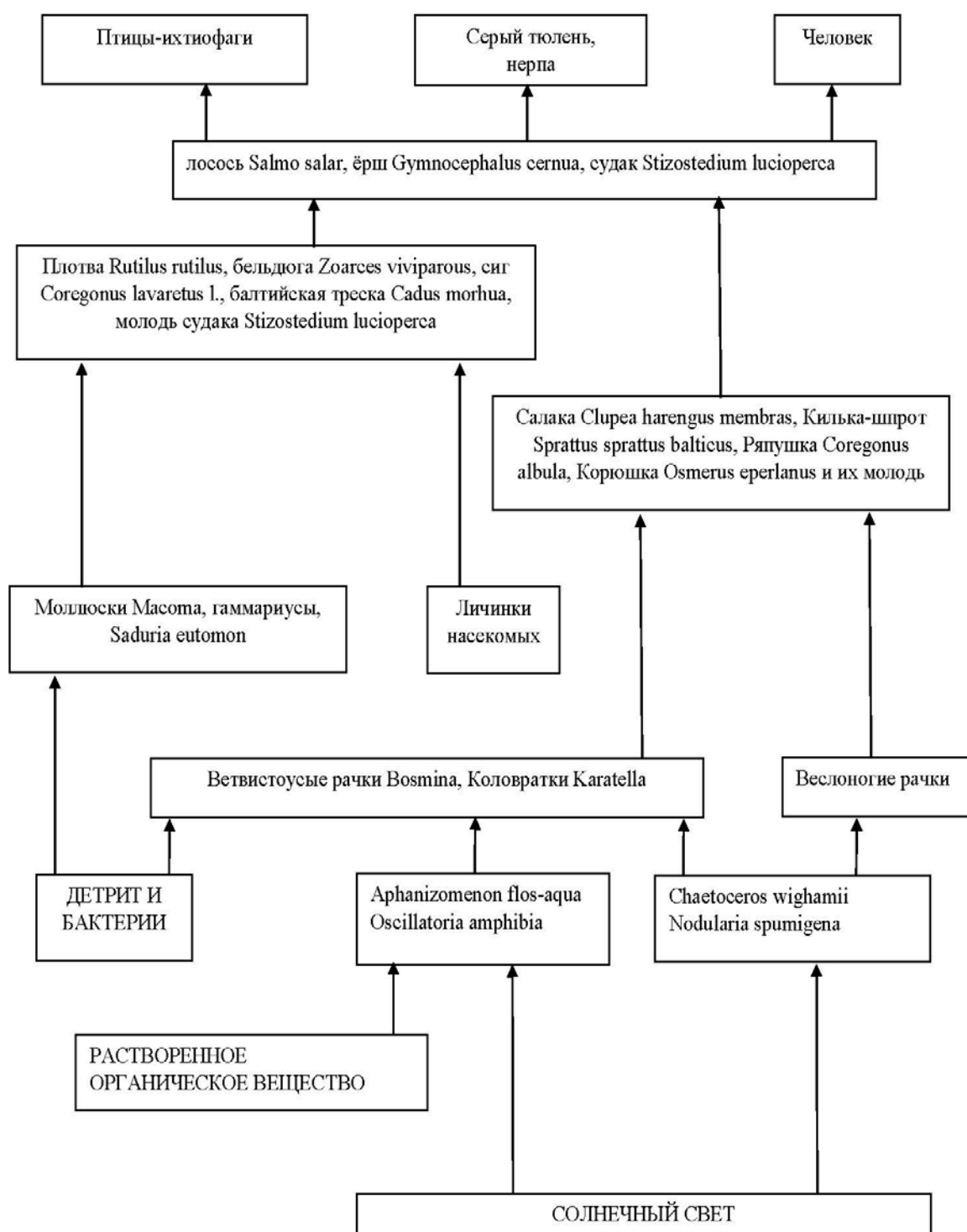


Рисунок 1.7 – Трофическая цепь биоценоза Лужской губы [209]

Следует отметить, что систематических экологических наблюдений в Лужско-Копорском суб-регионе не проводилось вплоть до принятия решений о строительстве МТП. В немалой степени этому способствовал приграничный статус Лужской губы и примыкающих акваторий [26]. В немалой степени этому способствовал приграничный статус Лужской губы и примыкающих акваторий [26].

В середине 1990-х гг. здесь были выполнены краткосрочные исследования в рамках программы ЮНЕСКО «Балтийский Плавающий Университет» [118, 182]. Разовые обследования предполагаемых районов портостроительства произвела осенью 1993 и летом 1997 гг. экспедиция ГосНИОРХ [60, 163]. Собственно мониторинговые – целевые, подробные и регулярные исследования – начались здесь лишь в конце 1990-х гг. в связи с проектированием и началом строительства объектов МТП Усть-Луга. В результате, как показал анализ литературы, многие важные компоненты экосистемы Лужской губы – такие, как водно-болотные птицы, прибрежная цветковая растительность – изучены недостаточно. Характеристики других компонентов (планктон, бентос, ихтиофауна) не могли не измениться по сравнению с фоновыми значениями (до начала портостроительства). Роль Лужской губы в поддержании российских популяций тюленей не вполне определена. В связи с этим, продолжение и интенсификация работ по биологическому мониторингу на этапе эксплуатации порта могут принести новые результаты, важные для оценки экологического статуса природно-технической системы «МТП + береговая зона».

1.2 Дноуглубление (дреджинг) и фактор мутности

В последнее десятилетие 20-го и в первое десятилетие 21-го века в юго-восточной и восточной частях Лужской губы проведены гидротехнические и подводные горно-инженерные (в том числе – дреджинговые) работы по созданию транспортно-технического комплекса с МТП Усть-Луга (рисунок 1.8).

Развитие морского транспорта неразрывно связано с развитием железнодорожной и автомобильной составляющих, обеспечивающих эффективное функционирование портово-перегрузочных комплексов [3]. В связи с этим,



а



б

а – намыв территории МТП Усть-Луга в 2002 г.;

б – начало строительства МТП в 2003 г.

Рисунок 1.8 – Начальные этапы формирования МТП Усть-Луга

строительство любого МТП связано со значительными антропогенными преобразованиями береговой зоны. В полной мере это относится к МТП Усть-Луга. Масштабы антропогенных преобразований береговой линии в зоне строительства МТП хорошо прослеживаются на серии спутниковых снимков (Landsat) с 2001 по 2010 гг. (рисунок 1.9).

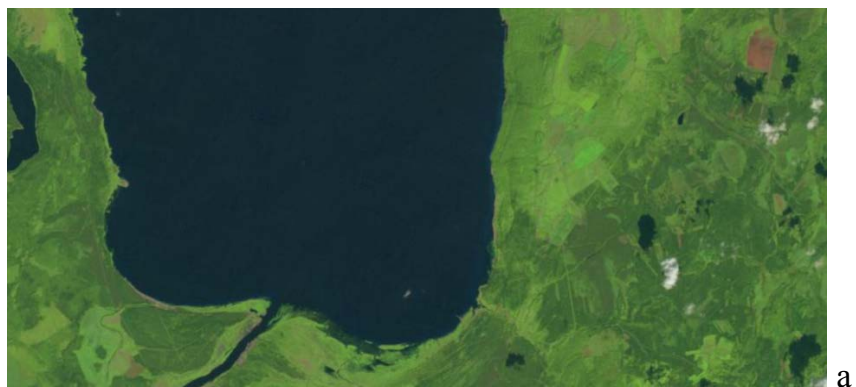
В соответствии с утверждённой Схемой генерального плана (рисунок 1.10) строительство МТП Усть-Луга осуществлено на восточном и южном побережьях Лужской губы. 27 декабря 2001 г. первое судно с углем отшвартовалось от причалов угольного терминала МТП Усть-Луга, что и стало первым этапом эксплуатации нового порта России [141].

Конкурентоспособность нового порта обусловлена следующими факторами [3]:

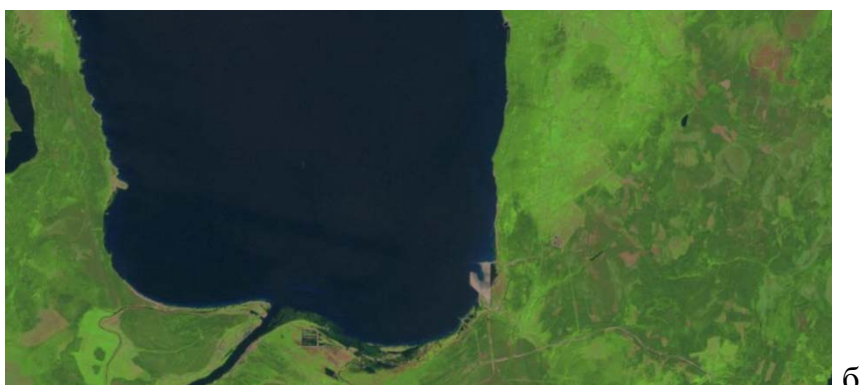
- возможность круглогодичной эксплуатации порта;
- возможность обслуживания крупнотоннажных морских судов;
- отсутствие ограничений при формировании портово-производственной зоны;
- возможность применения новейших перегрузочных и иных портовых технологий.

На сегодня построено и введено в эксплуатацию одиннадцать терминалов и комплексов МТП Усть-Луга: комплекс по перегрузке угля, универсальный перегрузочный комплекс, терминал по перевалке технической серы, автомобильно-железнодорожный паромный комплекс, многопрофильный перегрузочный комплекс «Юг-2», лесной терминал, контейнерный терминал, терминал перевалки нефти, терминал перевалки нефтепродуктов, нефтебаза «Усть-Луга», терминал «Новая Гавань», терминал «НОВАТЭК» (рисунок 1.10) [189].

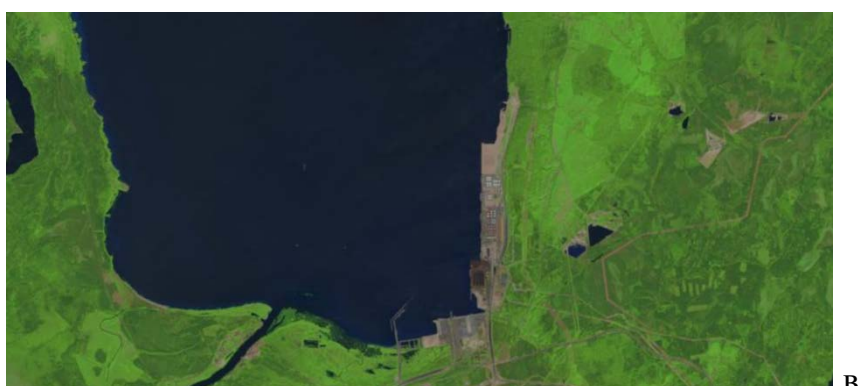
Строительство каждого из перечисленных объектов сопровождалось дноуглубительными и берегонамывными дрейдинговыми работами.



а



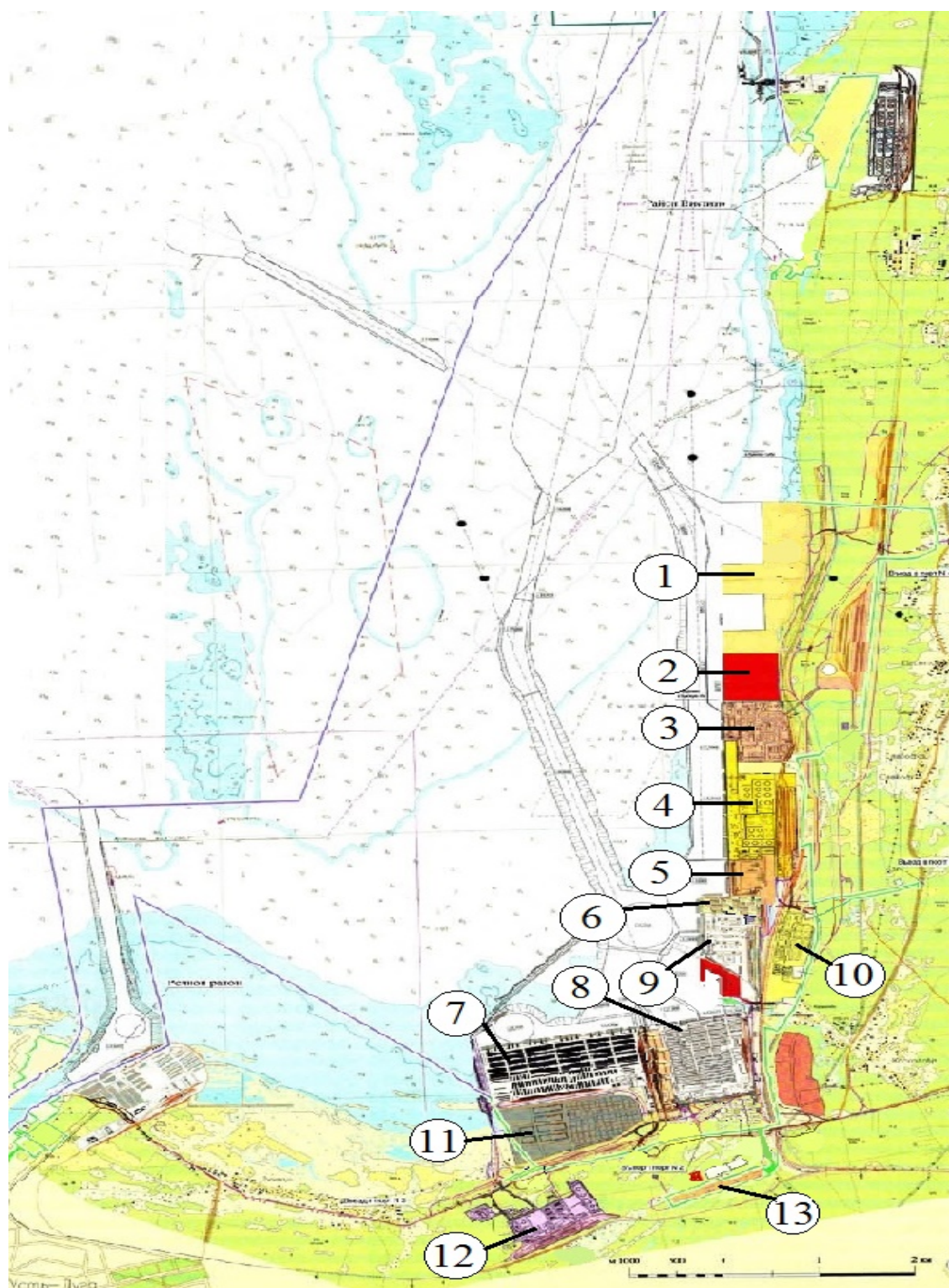
б



в

а – до начала строительства; б – после завершения строительства угольной гавани;
в – после завершения строительства основных терминалов

Рисунок 1.9 – Динамика строительства портового комплекса Усть-Луга по
данным спутникового мониторинга (спутник Landsat)



Условные обозначения

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Комплекс перегрузки навалочных грузов | 7. Комплекс перегрузки контейнеров |
| 2. Комплексы перевалки нефтехимической продукции | 8. Многопрофильный комплекс |
| 3. Комплекс перевалки стабильного газового конденсата | 9. Комплекс перегрузки угля |
| 4. Комплекс наливных грузов | 10. Бункеровочный комплекс |
| 5. Комплекс перегрузки технической серы | 11. Складской логистический центр |
| 6. Универсальный перегрузочный комплекс | 12. Комплекс сжиженного газа |
| | 13. Ремонтно-строительная база |

Рисунок 1.10 – Схема генерального плана МТП Усть-Луга

Согласно определению, которое дает «Методика по расчету платы за загрязнение акваторий морей и поверхностных водоемов, являющихся федеральной собственностью Российской Федерации, при производстве работ, связанных с перемещением и изъятием донных грунтов, добычей нерудных материалов из подводных карьеров и захоронением грунтов в подводных отвалах» [101], утвержденная Госкомэкологией РФ 29.04.1999, дноуглубление – это вид строительных работ по углублению, очистке или иных работ на дне водного объекта, сопряженных с изъятием и/или перемещением грунта (Методика..., 1999).

РД 31.31.50-1988 «Рекомендации по проектированию и возведению береговых отвалов и образованию искусственных территорий при морском дноуглублении» определяет дноуглубление как «углубление до проектных или навигационных глубин подходного канала, акваторий порта или других судоходных водоемов» (Рекомендации..., 1988).

На практике различают капитальные дноуглубительные работы, выполняемые при сооружении гидротехнических объектов и для улучшения судоходных условий на водных путях, и эксплуатационные (ремонтные) дноуглубительные работы, производимые ежегодно с целью удаления наносов, нарушающих нормальную эксплуатацию гидротехнических сооружений и судоходных путей [208]. Капитальные дноуглубительные работы осуществляются на этапе строительства портов, а ремонтные – на этапе их эксплуатации; то есть, как правило, они разнесены во времени, хотя осуществляются практически на одной акватории.

Синонимом термина «дноуглубление» является термин «дреджинг», который еще только начинает распространяться в отечественном научном лексиконе и поэтому требует пояснения. В русскоязычных словарях этот термин пока отсутствует, а переводы с английского [<http://en.wikipedia.org/>] толкуют дреджинг как деятельность по экскавации грунта и другим грунтовыми операциям, которые частично выполняются под водой, с целью подъема донных осадков наверх и последующего их размещения в различных местах назначения. Часто данный термин в большей степени соответствует положению дел, чем «дноуглубление» в узком смысле этого слова. Так, например, выполнявшийся на акватории Финского залива проект добычи железомарганцевых конкреций не был

связан с дноуглублением как таковым, но в полной мере соответствовал понятию «дреджинг» [202]. Аналогично, прокладка по дну Финского залива газотрубопровода «Нордстрим» в 2010 – 2011 гг. не была связана с дноуглублением как таковым, но потребовала применения дреджинговых технологий при оборудовании траншеи [200].

Экологические воздействия дреджинга на морскую экосистему сводятся: (а) к изъятию донных осадков со дна; (б) их сбросу на дно; (в) загрязнению водной толщи взвесью; и (г) загрязнению воды и донных осадков содержащимися во взвеси веществами.

Полный цикл дреджингового проекта включает в себя следующие этапы:

- а) выемка донного грунта со дна водоема или водотока;
- б) первичная обработка и подъем изъятых дреджингового материала;
- в) перемещение изъятых материалов в пространстве к месту использования или складирования;
- г) использование материала, или
- д) складирование / размещение материала на новом месте, которым может быть подводный или наземный отвал грунта или искусственно намытая территория;
- е) реализация компенсационных мер по минимизации возможных негативных воздействий осуществленного проекта на природную среду.

Основными дреджинговыми операциями при строительстве МТП Усть-Луга явились:

- намыв территорий для портовых сооружений;
- дноуглубительные работы на фарватерах и подходах путях;
- сброс грунта в подводные отвалы.

По данным ОВОС, составленным в 2003 г. для проекта развития порта Усть-Луга с многоцелевым терминалом, площадь разрушенного морского дна оценена в 260 тыс.м², включая терминал и рабочее пространство для судов. Глубина вод в большей части разрушенной акватории находится в пределах от 0 до 5 метров [110].

Наиболее интенсивные дноуглубительные работы проводились с 2008 по 2012 гг. Перемещенные грунты дноуглубления складировались на подводном

отвале в районе банки Мерилода в центральной части Лужской губы (рисунок 1.11). С 2008 г. для складирования грунта используется альтернативный отвал, расположенный на выходе из губы.

Основным фактором воздействия на береговую зону по результатам наблюдений, проводившихся с 2008 по 2014 гг. [41, 43, 45, 46, 189], может быть признана трансформация береговой линии. Это воздействие проявляется при работе насосов, ковшов земснарядов и т.д. (рисунок 1.12) и приводит к значительному снижению плотности биоресурсов прибрежных акваторий, а при перемещении и сбросе грунта – к гибели донных организмов.

При проведении дноуглубительных работ изъятый грунт в большинстве случаев вывозится в открытое море (подводные отвалы), где и осуществляется его захоронение. При этом в местах сброса грунта происходит загрязнение акваторий, взмучивание, появляются обширные поля взвеси, состоящей из мелких фракций извлеченного грунта, наблюдаются изменения рельефа дна и уничтожение части придонной биоты. Концентрация минеральных частиц, перешедших в водную толщу, может многократно превышать естественный фон. Такая взвесь становится серьезным фактором воздействия на экосистему водного объекта. Однако, оценить данное воздействие крайне сложно, потому что в любом водном объекте имеется «естественный фон» концентрации взвеси, который может быть достаточно высоким [80, 82, 208]. Следует отметить, что для природных вод Лужской губы не установлены фоновые концентрации по взвешенным веществам.

На акватории Лужской губы организованы всего лишь две станции наблюдений в сети Росгидромета, которые недостаточны для установления фоновой концентрации по взвешенным веществам [62].

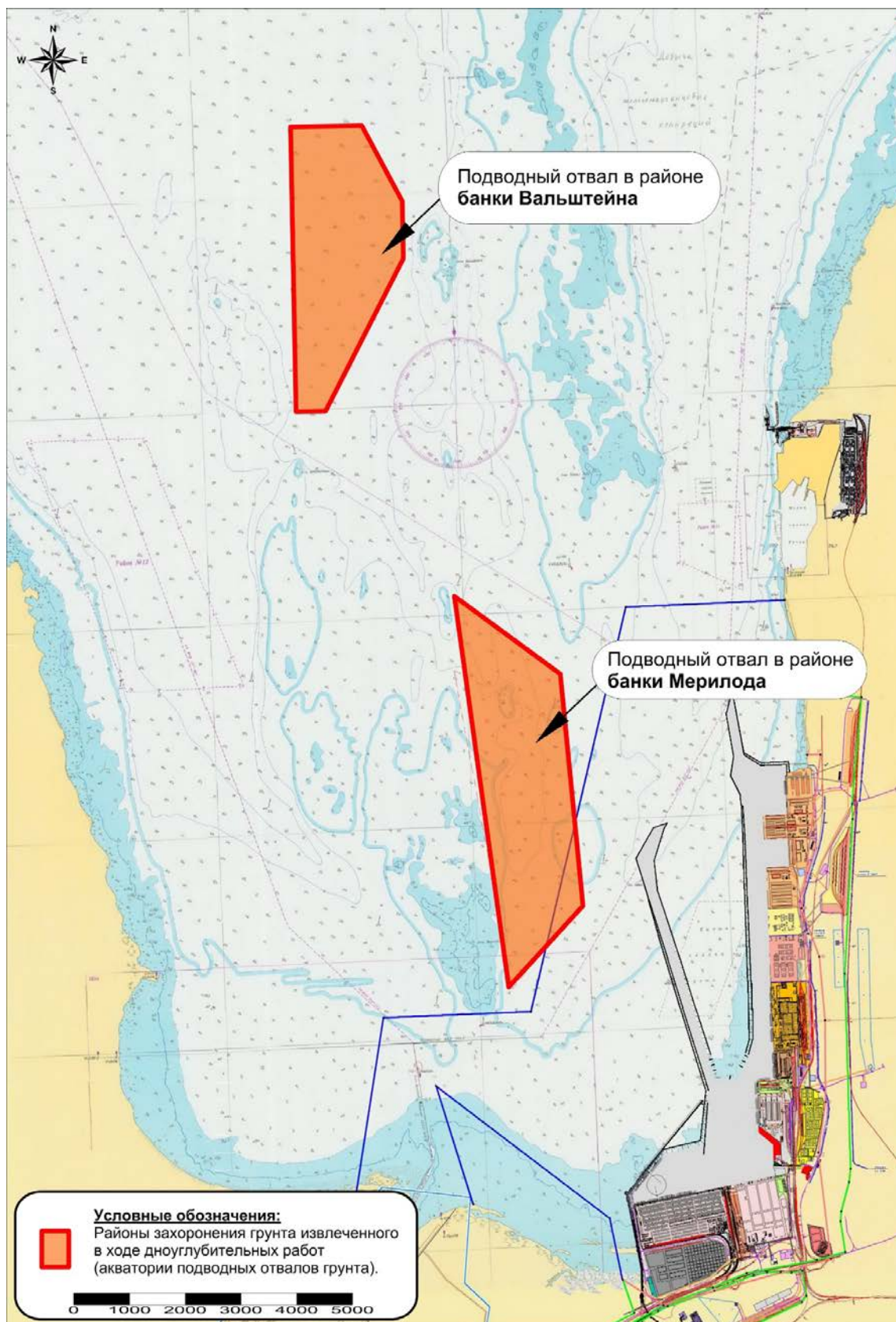


Рисунок 1.11 – Схема МТП Усть-Луга с отвалами



А) Дноуглубительные работы в 2008 г.



Дноуглубительные работы в 2012 г.

А – 2008 г.; Б – 2012 г.

Рисунок 1.12 – Интенсивные дноуглубительные работы («капитальный дреджинг») в МТП Усть-Луга

1.3 Влияние дноуглубительных работ на абиотические параметры

Повышенное содержание взвешенных веществ в водных объектах является следствием воздействия как естественных, так и антропогенных факторов.

В морских заливах, в том числе – в Лужской губе, уровень содержания взвешенных веществ в водной толще зависит, прежде всего, от их поступления с речным стоком [97, 137, 208, 220].

Реки, протекающие в пределах Северо-Западного района, отличаются малой мутностью. Их средняя годовая мутность изменяется от 5 до 30 г/м³ [6]. Наименьшие значения мутности воды (5 – 10 г/м³) наблюдаются на реках, протекающих по Силурийскому и Карбоновому плато, где развиты карстовые явления. Примером такой реки как раз и является р. Луга [с 124 по 130, 161].

Антропогенное возрастание мутности воды происходит в зоне разработки грунтов и их сброса в отвалы [41, 48, 202, 208]. Антропогенные зоны распространения повышенной мутности образуют «шлейфы». Распространение шлейфов мутности определяется гранулометрическим составом извлекаемого донного грунта, технологией выполнения дноуглубительных работ и складирования изъятых грунтов, гидрологическими и гидродинамическими условиями и др. [29, 65, 66].

Образование зон («шлейфов») повышенной мутности вызывает закономерное уменьшение прозрачности воды. Непосредственно в районе дноуглубления или сброса грунтов прозрачность минимальна (может быть менее 10 см). Степень и продолжительность уменьшения прозрачности находится в значительной зависимости от гранулометрического состава перемещаемых грунтов (в обратной зависимости от степени крупности преобладающих фракций). Эффект максимально выражен и продолжителен при преобладании тонкодисперсных (глинистых) фракций [с 124 по 130, 161, 208].

К изменениям донных отложений, влияющим на биоту при дноуглубительных работах, относятся:

- механическое нарушение структуры грунтов, в том числе изъятие и разрушение их наиболее продуктивного, придонного слоя;

- заваливание естественных донных отложений дезагрегированной грунтовой массой в зоне ее сброса;

- заиление поверхностного слоя незахороненных донных отложений взвесями, осаждающимися из зоны повышенной мутности;

- заиление поверхностного слоя не захороненных донных отложений взвесями, переносимыми течениями и шлейфами мутности [19, 208].

В местах сброса грунтов, в зависимости от их гранулометрического состава и консистенции, толщина слоя при единичном сбросе в центре опускающейся на дно массы может варьировать от нескольких сантиметров до нескольких метров. При повторных сбросах в одну и ту же точку эта толщина может достигать нескольких метров. Грунтовая масса, состоящая из тонкодисперсного, сильно насыщенного водой материала, расплзается в виде пятна радиусом до нескольких сотен метров и толщиной в несколько сантиметров [112, 208, 217].

Изменение рельефа дна в ходе дноуглубительных работ приводит к более или менее выраженным изменениям гидродинамического режима, перераспределению течений [176, 202]. В свою очередь, это может приводить к изменениям водообмена, влиять на характер перемещения шлейфов мутности и интенсивность седиментации [112].

Работы по дноуглублению и складированию донного грунта приводят к изменениям в качестве воды и химическом составе донного биотопа [27, 33]. К наиболее типичным изменениям гидрохимических характеристик при разработке, изъятии и сбросе грунтовых масс относятся:

- изменение (обычно – уменьшение) активной реакции (рН);
- уменьшение содержания растворенного в воде кислорода;
- увеличение содержания в воде биогенных веществ, высвобождающихся из разрабатываемых грунтов, ведёт к эвтрофированию водной экосистемы и ухудшению качества водной среды.

Физические, химические и биологические свойства веществ, входящих в состав изъятых грунтов, могут измениться при их повторном попадании в морскую среду, что следует учитывать при выборе места отвала и составлении программы мониторинга [41, 42, 44 – 46, 48]. В некоторых случаях дноуглубительные работы могут положительно влиять на качество водной среды. Так, при ремонтном

землечерпанием качество воды обычно улучшается, так как из водоема удаляются донные отложения, содержащие загрязняющие вещества [208].

1.4 Влияние дноуглубительных работ на биотические параметры

Основные негативные эффекты на биоту при проведении дноуглубительных (дреджинговых) работ вызывают прямые подвижки грунта и увеличение количества взвеси в воде [57, 67, 82, 83, 88, 93, 158, 180].

Прямые подвижки грунта приводят к разрушению, частичному или полному исчезновению местообитаний.

Повышенная мутность (концентрация взвешенных веществ минеральной природы) приводит к снижению прозрачности воды, ухудшает световые условия, замедляя процессы фотосинтеза водных растений, изменяет распределение кислорода в поверхностном и придонных горизонтах водной среды, способствуют заилению дна в зонах с малой скоростью течения, оказывают неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность водных организмов-фильтраторов, влияет на воспроизводство ихтиофауны и ее кормовой базы, тем самым вызывая сокращение численности рыб и их молоди. Кроме того, повышенное содержание взвешенных веществ может являться источником вторичного загрязнения воды, путем перехода загрязняющих веществ из донного грунта в водную среду [57, 82, 93, 158, 180].

По степени чувствительности к подвижкам грунта (его изъятию, перемещению и сбросу в отвалы) рассмотренные выше основные компоненты прибрежных биологических сообществ располагаются в порядке убывания в последовательности: макрофиты, донные беспозвоночные > рыбы (икра, мальки) > рыбы (взрослые особи) > водно-болотные птицы > планктон, водные млекопитающие.

По степени чувствительности к увеличению количества взвеси в воде группы водных организмов (гидробионтов) располагаются в порядке убывания в последовательности: макроводоросли, икра и мальки рыб > зоопланктон, взрослые рыбы > фитопланктон, донные беспозвоночные, птицы > морские млекопитающие > прибрежные сосудистые растения [202].

Воздействие dredging-работ на названные группы флоры и фауны может быть кратко суммировано следующим образом.

Бактериопланктон, бактериобентос

При сбросе грунтовых масс обычно происходит вымывание бактерий и увеличение их содержания в воде. Микробное число и коли-индекс во время сброса возрастают, но затем вновь снижаются при разовых сбросах в течение нескольких часов. При этом количество микроорганизмов всех групп зависит от степени загрязнения разрабатываемых донных отложений. Степень бактериального загрязнения водной среды в районах подводных отвалов может периодически превышать фоновые показатели на порядок величин, в период между сбросами варьирует в зависимости от разрабатываемых донных отложений, частоты сбросов, гидродинамических условий и других факторов [82].

В грунтовой массе, лежащей на дне подводного отвала, количественные характеристики бактериального сообщества повышены по сравнению с донными отложениями прилежащих участков. Содержание бактерий в грунте закономерно убывает от центра отвала к его периферии [27].

Возможно изменение видового состава и структуры бактериопланктона и бактериобентоса в зонах подводных отвалов из-за появления несвойственных для этих участков водоема групп бактерий (включая болезнетворные).

Фитопланктон

На повышение мутности воды при дноуглублении фитопланктон реагирует довольно разнообразно. Степень влияния взвеси зависит от характера минеральных частиц. Наибольшее отрицательное влияние оказывают тонкодисперсные составляющие взвеси.

Уменьшение прозрачности воды оказывает существенное негативное воздействие на фотосинтетическую активность фитопланктона (уменьшаются показатели удельной продуктивности – суточное ассимиляционное число, суточные P/B-коэффициенты) [180].

Обычно при дноуглублении происходит существенная структурная перестройка фитопланктонного сообщества. Виды, доминировавшие до начала проведения работ в толще воды, полностью или почти полностью исчезают после начала работ. Их место в фитопланктоне занимают бентосные, более

крупноразмерные виды, часто – из группы диатомовых, поднимаемые в водную толщу из донных сообществ [92, 93].

Для районов отвалов характерно снижение показателей обилия фитопланктона (плотность, биомасса). Продукция фитопланктона в районах отвалов при сбросах грунта может оставаться на исходном уровне и даже временно возрастать после сброса из-за повышения содержания в воде биогенных элементов, вымываемых из сбрасываемой грунтовой массы. Однако такое увеличение продукции кратковременно и происходит только на тех отвалах, которые действуют непродолжительный отрезок времени, и на которые сбрасываются небольшие объемы грунтовой массы. В остальных ситуациях продукция фитопланктона на отвалах при сбросах также закономерно уменьшается [40, 41, 45, 48].

Зоопланктон

Наиболее чувствительными к повышенной мутности являются организмы с фильтрационным типом питания (в наибольшей степени – коловратки, в меньшей – кладоцеры), наиболее устойчивыми - хищники-копеподы [40, 41, 45, 48, 181]. В условиях повышенной мутности при подъеме, транспортировке и сбросе грунтов фильтраторы гибнут от поглощения минеральной взвеси (теряется плавучесть) и от асфиксии (травмируется и забивается жаберный аппарат). Происходят механическое повреждение различных выростов их тела и придатков, физиологические нарушения, замедляется индивидуальное развитие (особенно на младших стадиях) и рост. Степень негативного воздействия повышенной мутности вод на зоопланктон прямо зависит от продолжительности действия этого фактора [40, 41, 45, 48, 169].

Угнетение его жизнедеятельности и гибель снижают способность водоема к самоочищению [40, 41, 45, 48, 82].

В некоторых случаях на участках сброса грунта может наблюдаться и временное увеличение количественных показателей обилия зоопланктона. Высвобождение биогенных соединений стимулирует здесь развитие фитопланктона, что привлекает зоопланктон из соседних участков акватории [137, 158].

Анализ отечественных и зарубежных материалов о воздействии дополнительной мутности морской воды на гидробионтов показал, что добавочные к естественному фону концентрации взвеси до 1 мг/л не вызывают никакого воздействия на биоту вообще и на зоопланктон в частности. Негативные реакции у гидробионтов возникают, начиная с 10 мг/л содержания взвеси в воде при хроническом воздействии. При концентрациях взвеси от 100 до 1000 мг/л и более 1000 мг/л, у гидробионтов отмечаются сублетальные и летальные эффекты. В связи со сказанным, ориентировочный допустимый предел содержания взвеси в воде для мелководных районов моря составляет 100 мг/л [138].

При расчете ущерба рыбным запасам от выполнения дреджинговых работ для морских экосистем следует принять, что при дополнительной мутности (возрастании концентрации взвешенных веществ относительно фоновой) происходит гибель следующей доли организмов зоопланктона (таблица 1.2).

При оценке ущерба водным биологическим ресурсом целесообразно принять допущение, что восстановления или формирование новых зоопланктонных сообществ осуществляется на следующий сезон после прекращения работ (срок восстановления или формирования новых зоопланктонных сообществ – один год).

Зообентос

В шлейфе повышенной мутности осаждающаяся на дно водоема минеральная взвесь перекрывает существующий биотоп донных животных, что вызывает полную или частичную гибель последних [109]. Механизмы воздействия минеральной взвеси на организмы зообентоса – те же, что и в случае с зоопланктоном. Результат аналогичен: происходит разрушение донных биоценозов.

Повышение содержания взвешенных в воде веществ и обусловленное им заиление биотопов обычно влияют на зообентос также негативно. Значительная часть донных беспозвоночных питается осаждающейся из толщи воды органической взвесью. При высоких концентрациях минеральной взвеси затрудняется питание и дыхание донных беспозвоночных [43, 44, 48, 91].

При перекрытии дна слоем осадка более 5 мм происходит захоронение и 100-процентная гибель организмов зообентоса, а также донных водорослей. Формирование и заселение нового биотопа на поврежденном участке дна идет

медленно, обычно –несколько лет (от 3 до 8 лет, в среднем – 5, но в некоторых случаях может растягиваться до 25 лет) [88].

Если полного захоронения не происходит, то всеравно уменьшаются видовое богатство и разнообразие бентоса, а затем – и показатели обилия.

К этому приводят ухудшение опорных свойств субстрата, изменение газового режима, аккумуляция в грунте загрязняющих воду веществ, а также заиливание и подавление развития донных водорослей, служащих зообентосу кормом, субстратом и убежищами. Гипоксия в условиях повышенного содержания взвеси является фактором, сопоставимым по воздействию на бентос с прямым (механическим)

Таблица 1.2 – Зависимость расчётной доли элиминированной биомассы зоопланктона от содержания взвешенных в воде веществ [136, 138]

Содержание взвешенных в воде веществ, мг/л		Расчётная доля биомассы зоопланктона, погибающего вследствие избыточного содержания взвешенных в воде веществ, %
от	до	
< 10		0
11	50	25
51	100	50
>100		100

воздействием сброса грунта. Необходимо учесть, что многие водные беспозвоночные сочетают образ жизни планктона и бентоса, попеременно находясь то на поверхности грунтов, то в толще воды, и потому относятся к любому из двух этих сообществ весьма условно [138]. Это позволяет принять для учета гибели зообентоса в условиях избыточного содержания взвешенных в воде веществ те же градации, что и для зоопланктона (таблица 1.3).

Принимается, что полное разрушение бентоценозов и, соответственно, 100-процентная гибель донных животных непосредственно от заваливания грунтом происходит на площади дна, покрываемой слоем осадков более 5 мм, так как зообентос представлен, в основном, малоподвижными организмами, неспособными покинуть зону негативного воздействия.

Таким образом, при оценке воздействия дреджинговых работ на зообентос следует учитывать негативные эффекты:

- увеличения содержания веществ, взвешенных в воде (см. таблицу 1.3);
- заваливания дна сброшенным грунтом и оседания частиц, взвешенных в воде, на дно (полная гибель бентоса под слоем сваленного грунта толщиной не менее 5 мм).

Восстановление донных сообществ идет медленно, с потерей части видов и снижением (до 60 % от исходной величины) биомассы бентоса [41, 44, 45, 48, 82, 180]. Для условий Лужской губы средний срок восстановления зообентоса может быть принят равным 5 годам. При расчете ущерба учитывается ежегодное частичное восстановление биомассы зообентоса, принятое за 20 % разницы между её исходной

Таблица 1.3 – Зависимость расчётной доли элиминированной биомассы зообентоса от содержания взвешенных в воде веществ [138]

Содержание взвешенных в воде веществ, мг/л		Расчётная доля биомассы зообентоса, погибающего вследствие избыточного содержания взвешенных в воде веществ, %
от	до	
< 10		0
11	50	25
51	100	50
>100		100

и конечной (до и после воздействия) величинами. В частности, при полной гибели бентоса в зоне воздействия учитывается ежегодное частичное восстановление биомассы зообентоса, принятое за 20% от её исходной величины. В связи с этим, в зоне полной гибели кормовых организмов дальнейшие потери рыбопродукции после прекращения воздействия также дифференцированы по годам (таблица 1.4) [41, 44, 45, 48, 82, 180].

Рыбы

Избыточные концентрации мелкодисперсной взвеси негативно влияют на рыб не только вследствие угнетения их кормовой базы (то есть, опосредованно), но и непосредственно:

- снижается скорость их роста,
- нарушается нормальное развитие икры и личинок рыб,
- создаются помехи для природных перемещений и миграций [88].

Чувствительность особей даже одного и того же вида варьирует в зависимости от возраста и стадии индивидуального развития. Наиболее велика она для периода эмбрионального развития, а также для личинок и молоди всех видов рыб [86].

Антропогенное воздействие, связанное со строительством объектов МТП Усть-Луга, не привело к изменению видового состава рыбного населения, однако вызвало существенные изменения показателей его обилия, увеличило вариабельность и изменило характер пространственно-временной динамики, что в целом привело к уменьшению рыбопродуктивности и уловов (рисунок 1.13).

Таблица 1.4 – Расчётные показатели недополученной продукции рыб-бентофагов в период после окончания гидротехнических работ

Годы после окончания воздействия	Расчетные величины недополученной продукции рыб-бентофагов (в процентах от исходной величины)
1	100
2	80
3	60
4	40
5	20
6 и далее	0

Река Луга вплоть до сегодняшнего дня сохраняет статус крупнейшей лососевой реки Финского залива. Это – один из немногих водотоков, до сих пор сохранивших значение для естественного воспроизводства балтийского лосося

Salmosalar. Здесь существует крупнейшая популяция балтийской кумжи *Salmo trutta* L. – вида, занесенного в Красную книгу Российской Федерации [136]. Необходимо отметить, что помимо естественного воспроизводства лососевых, для Лужской губы характерно также присутствие заводской молоди, поступающей с Лужского лососевого завода.

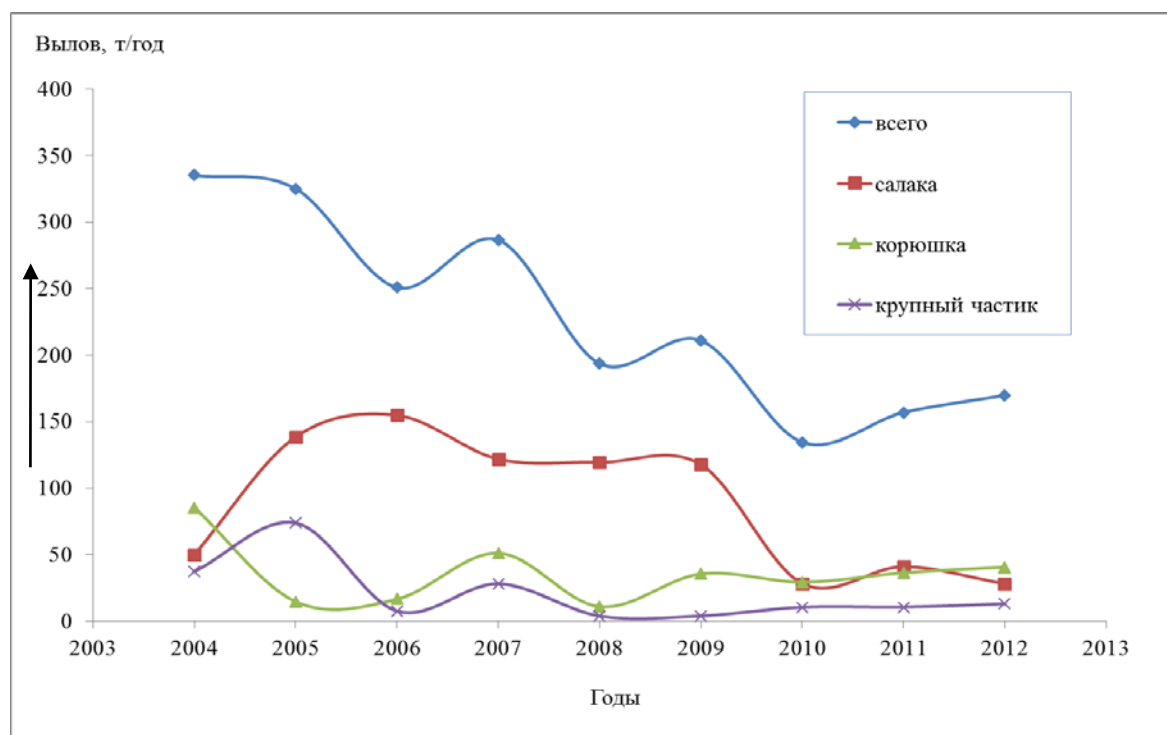


Рисунок 1.13 – Динамика вылова рыбы в 2004-2012 гг. в Лужской губе (фондовые материалы ФГУ «СЕВЗАПРЫБВОД», включают и данные по спортивно-любительскому рыболовству)

Высшая водная растительность

При дноуглублении может осуществляться прямое (механическое) уничтожение зарослей макрофитов в прибрежных мелководных участках (со всем характерным для него сообществом водных организмов) и/или нерестовых угодий рыб. Кроме того, многие виды высших водных растений, относящиеся к экотипу погруженных, очень чувствительны к долговременному воздействию повышенной мутности воды и гибнут в «шлейфах». Даже растения, находящиеся в зоне относительно меньшей замутненности и остающиеся живыми в сезон выполнения гидротехнических работ, на следующий сезон часто не дают побегов [202].

Воздействие дреджинговых работ на прочие компоненты водной и околоводной биоты (водно-болотные птицы, морские млекопитающие, береговая луговая растительность) остаются крайне мало изученными. В частности, для Лужской губы до проведения настоящего исследования воздействия такого рода не оценивались.

2 Мониторинг МТП Усть-Луга на этапе его строительства и его особенности

2.1 Мониторинг на этапе строительства

Широкое определение мониторинга в настоящее время допускает плюралистический подход к его пониманию и развитию идей по реализации [146, 155, 156, 221].

В Законе Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (статья 69) понятия «мониторинг окружающей среды» и «экологический мониторинг» тождественны, представляя собой комплексную систему наблюдений за состоянием окружающей средой, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием антропогенных и природных факторов. Процесс мониторинга и оценки следует рассматривать главным образом как последовательность взаимосвязанных операций – от определения информационных потребностей до использования информационного продукта, обязательно включая накопление, систематизацию и анализ информации о всех параметрах состояния окружающей среды, не забыв и о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (то есть, об источниках и факторах воздействия); о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом [1, 54, 169].

Отсутствует единый перечень показателей и параметров при планировании выполнения экологического мониторинга. Таким образом, степень воздействия на экосистемы определяют путем сравнения их с ненарушенными природными участками, с существующими нормативами и оценками [38, 185].

О степени антропогенных воздействий человека на береговую зону можно судить по снижению ее ресурсного потенциала, уменьшению разнообразия биологических сообществ и биотопов, а также по изменению в поведении животных (их миграциям, пищевым взаимоотношениям и т.п.) [5, 41, 44, 45, 48].

Целесообразна и эффективна методология экологического мониторинга, включающая одновременное комплексное использование данных, собранных контактными методами непосредственно в водной среде (сбор образцов, анализ химическими, спектральными, хроматографическими и другими методами), с воздуха (систематические разведывательные полеты на легких самолетах) и из

космоса (передача визуальных, цифровых материалов спутниковыми системами) [23].

Следует отметить, что объектом исследования настоящей работы является геосистема «Лужская губа + МТП Усть-Луга», в которой проводились наблюдения за наиболее репрезентативными экосистемами. Таким образом, в данной работе осуществлялся геоэкологический мониторинг – мониторинг геосистемы [32].

Таким образом, геоэкологический мониторинг водной экосистемы включает в себя наблюдения за состоянием ее биотических и абиотических компонентов и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия [38]. Такое понимание мониторинга позволяет получить наиболее адекватные представления о состоянии экосистемы береговой зоны.

2.2 Мониторинг абиотической среды

Для оценки степени и характера загрязнения природных вод РФ используются показатели, приведенные в таблице 2.1.

Как следует из проведенного анализа литературы, для определения содержания веществ в природных водах используются следующие методы (таблица 2.2).

Наиболее важным показателем состояния водной среды при изучении эффектов от проведения dredging-работ является мутность [27, 44, 45, 48, 208]. Данный показатель указывает на наличие источника загрязнения [43].

Мутнометрия является важным элементом экологического контроля и мониторинга качества водной среды [44, 45, 48, 179].

Важным показателем качества воды является наличие механических примесей - взвешенных веществ, твердых частиц ила, глины, водорослей и других микроорганизмов, и других мелких частиц. Допустимое количество взвешенных веществ колеблется в широких пределах, как и возможное их содержание [179]. Обычно концентрация взвешенных веществ определяется гравиметрическим методом. Альтернативным анализом взамен, продолжительному гравиметрическому, используют определение мутности с помощью турбидиметра (мутномера), это позволяет существенно сократить время получения результата. В

ходе анализа, по специальной разработанной для этого случая процедуре, определяется наличие связи (корреляции) между мутностью и концентрацией взвешенных веществ (частиц), а также соленостью, температурой. Данный способ можно использовать для контроля за содержанием взвешенных веществ и получать быстрый результат [с 124 по 130, 179, 212].

Таблица 2.1 – Основные показатели качества воды в РФ [156]

Группа показателей	Характеристика показателей
Физические	Цвет, запах, мутность, прозрачность, температура
Химические	Водородный показатель (рН), содержание растворенного кислорода, биохимическая потребность в кислороде (БПК), окисляемость, содержание азота (аммония, нитратов, нитритов), общее солесодержание, хлориды, сульфаты, фосфаты и др.
Бактериологические	Общие колиформные, термотолерантные бактерии, бактерии группы кишечной палочки, наличие патогенных микроорганизмов
Гидробиологические	Видовой состав гидробионтов, соотношение сапробных и олигосапробных организмов

Широко используется косвенный метод определения взвешенных веществ по прозрачности воды (оптической плотности). Однако и этот вид инструментального контроля за содержанием взвешенных веществ в воде связан с большими затратами труда и времени на отбор и доставку проб воды в лабораторию [156].

Таблица 2.2 – Наиболее распространенные инструментальные методы контроля загрязнения водной среды

Метод определения	Наименование показателей
Атомно-абсорбционная спектрофотометрия	Cr, Al, Ag, Be, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn, Se, Hg, As
Атомно-эмиссионная спектрофотометрия	Zn, Cr, Sr ²⁺ , Se, Pb, Ni, As, Cu, Mn, Cd, Fe, B, Be, Ba, Al, Mo
Эмиссионная пламенная фотометрия	Sr ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺
Фотометрия	Si, Al, Ba, Mn, As, Pb, Ni, Fe, Cr (VI), Cd, Mo, NH ₄ ⁺ , Cu, Zn, фосфаты, фенолы, формальдегид, нитриты, нитраты, анионактивные ПАВ, полиакриламид, цианиды, фториды
Турбидиметрия	Сульфаты
Флуориметрия	Al, Be, B, F ⁻ , Se, Pb, NO ₂ ⁻ , Cu, Zn, формальдегид, бенз(а)пирен, ПАВ
ИК-спектрофотометрия	Нефтепродукты
Потенциометрия (ионометрия)	F ⁻ , pH
Инверсионная вольтамперометрия	Zn, As, Cu, Pb, Cd
ГЖ-хроматография	Хлороформ, дикотекс и 2, 4-Д, ДДТ, хлорзамещённые углеводороды, нефтепродукты, толуол, ксилол, стирол, бензол
Ионная хроматография	Нитраты, нитриты, сульфаты, хлориды, фториды
Титриметрия	Хлориды, окисляемость перманганатная, жёсткость общая
Гравиметрия	Жиры, сухой остаток, сульфаты
Радиометрия	Радионуклиды

Недостатками известных способов определения мутности воды является значительная трудоемкость, энергоемкость и продолжительность процесса во времени, необходимость применения большого количества лабораторного оборудования (колб, воронок, аналитических весов, вакуумных и напорообразующих установок, сушильных шкафов). Больше всего времени (более 70 %) и электроэнергии (более 90 %) затрачивается на сушку фильтров до и после фильтрования пробы воды. Необходимость сушки фильтров затрудняет или полностью исключает возможность определения мутности воды сразу же непосредственно на месте отбора пробы, что влечет за собой необходимость консервации, транспортировки образца в лабораторию, снижает достоверность полученных данных, оперативность принятия решений и действий по улучшению качества воды и охране природы [210].

Наиболее близким техническим решением определения мутности воды является способ (метод), когда количество взвешенных наносов в пробе воды определяется по разнице между результатами взвешивания на аналитических весах (точность до 0.0001 г) среднефильтрующих беззольных фильтров после и до автоматического фильтрования и их последующей сушки в термостате в течение нескольких часов при температуре 105 – 110 °С до полного удаления из них влаги [62, 210].

Недостатками данного способа определения мутности воды являются значительные затраты труда, времени и электроэнергии, что связано главным образом с необходимостью сушки фильтров до и после фильтрования образца, его консервацией и транспортировкой от места отбора до лаборатории из-за трудностей применения способа в полевых условиях [210].

Таким образом, существует значительное число модификаций способов и технических средств наблюдения за мутностью. Однако, полученные данные должны обладать таким свойством, как «оперативная инкорпорируемость» в картину состояния водного объекта. Описанные подходы и средства измерения не в полной мере обладают этим свойством. В связи с этим в ходе проведения диссертационных исследований система сбора и интерпретации данных о мутности была оптимизирована в интересах геоэкологического мониторинга.

2.3 Мониторинг биологических сообществ водной среды

При организации системы мониторинга основное внимание должно быть уделено биологическим методам, поскольку только им доступна оценка экологически важных последствий антропогенного воздействия [31, 33, 37, 38, 54, 63, 131, 193, 195, 197]. Биологические методы предполагают слежение за характеристиками биологических сообществ – наличием видов, их численностью и биомассой, исчезновением и появлением новых видов.

Основные группы организмов, используемых в целях мониторинга морских прибрежных экосистем: фито- и зоопланктон, планктон, нейстон, прибрежные высшие водные растения – макрофиты, бентос, рыбы, птицы, водные и околоводные млекопитающие [195, 202].

Для изучения стрессового отклика экосистем на воздействие и оценки степени его опасности удобно использовать интегральные характеристики состояния биологических сообществ и водных биотопов [38].

В конце 20 века при составлении планов природопользования в качестве интегральной характеристики экосистем, подвергающихся той или иной степени антропогенного воздействия, наиболее часто использовались показатели (индексы) биологического разнообразия, так как считалось, что устойчивость экосистем и их сопротивляемость воздействиям связаны прямой зависимостью с уровнем (запасом) биоразнообразия [185]. В первое десятилетие 21 века, однако, появились данные, свидетельствующие о более сложной связи разнообразия с устойчивостью экосистем, в частности – о решающей роли в поддержании устойчивого функционирования экосистем «ключевых видов» [146, 199]. В связи с этим, в настоящее время при планировании антропогенной деятельности в прибрежной зоне «опасность» / «неопасность» потенциального воздействия наиболее часто оценивается на основе информации об общей (интегральной) уязвимости рассматриваемой прибрежной экосистемы в отношении основных прогнозируемых антропогенных воздействий [33, 146]. Определения экологической уязвимости с соответствующими индикаторами экологической уязвимости (Environmental Vulnerability Indicators, EVI) представлено в западной и российской литературе [116].

Под интегральной экологической уязвимостью прибрежных экосистем к антропогенному воздействию понимается совокупность абиотических особенностей прибрежных биотопов и биотических особенностей всех основных групп растений и животных (являющихся компонентами прибрежных экосистем), проявляющихся на экосистемном уровне [146]. Она определяется:

- видовой чувствительностью отдельных групп растений и животных к конкретным видам воздействия (аутэкологический уровень оценки);
- способностью восстанавливать исходное обилие и структуру популяций после прекращения стрессового воздействия (демэкологический уровень оценки);
- способностью восстанавливать всю совокупность внутрисистемных связей (синэкологический уровень оценки).

Для основных компонентов биологических сообществ прибрежных экосистем экспертами устанавливаются весовые коэффициенты уязвимости к различным видам антропогенного воздействия [9, 103].

Выбранные значения весовых коэффициентов обуславливаются особенностями прямых и непрямых воздействий различных стрессовых факторов на чувствительный элемент биоты (таблица 2.3). Значения коэффициента, соответствующие единице, показывают относительную толерантность биотического звена к рассматриваемому виду воздействия. Значения «2» и «3» в большей степени показывают влияние непрямых эффектов, а также возможность биотического элемента избегать негативного воздействия (например, путем миграции из района воздействия). Значения «4» и «5» можно отнести к прямому (опасному) воздействию. Оценка «5» показывает, что негативное влияние оказывается критическим (крайне опасным) и приводит к гибели биотического элемента.

В экосистеме Лужской губы (см таблицу 1.7) наиболее уязвимыми к антропогенным воздействиям, особенно при проведении дноуглубительных работ, связанных с перемещением грунта, оказываются:

- макроводоросли и макрофиты;
- рыбы (взрослые особи и донная икра);
- водно-болотные птицы;

– бентос.

Необходимо отметить, что китообразные (дельфины) в Лужской губе не отмечены; в Балтийском море они встречаются гораздо западнее [202].

Таблица 2.3 – Относительная уязвимость различных компонентов биологических сообществ к основным видам антропогенных воздействий в прибрежных экосистемах [146]

Компонент биологического сообщества прибрежно-морской экосистемы Лужской губы	Коэффициент относительной уязвимости				
	шумовое воздействие	увеличение количества взвеси в воде	перемещение грунта	нефтяная пленка	диспергированная нефть
Фитопланктон	1	3	1	1	2
Приморские луга*	1	1	1	—	—
Зоопланктон	1	4	1	2	3
Макроводоросли	1	5	5	2	3
Сосудистые растения (макрофиты)	1	1	5	3	2
Донные беспозвоночные (бентос)	1	3	5	2	3
Рыбы (донная икра, мальки)	1	5	5	4	5
Рыбы (взрослые особи)	3	4	3	2	3
Водно-болотные птицы*	5	3	2	5	2
Ластоногие	5	2	1	5	3
Примечания 1 «1» – наименьшая уязвимость; 2 «5» – наибольшая уязвимость; 3 * – группы, для которых уязвимость определена впервые					

Интегральная (общая) экологическая уязвимость прибрежных экосистем к антропогенному воздействию определяется не только различной экологической

уязвимостью организмов к рассматриваемым видам воздействия, но и пребыванием на ней видов (групп) растений и животных в том или ином количестве (или их отсутствием).

Количественная оценка экологической уязвимости будет изменяться во времени и пространстве в соответствии с естественной динамикой состава, обилия и структуры биологических сообществ.

Степень интегральной уязвимости прибрежных экосистем определяется возможными потерями биомассы и продукции гидробионтов в случае загрязнения или отчуждения тех или иных акваторий / территорий, а также вероятностью утраты редких и охраняемых биологических видов и нарушения экологического равновесия в районах, имеющих важное значение для поддержания жизнедеятельности уникальных популяций [9, 65, 145, 146, 150, 191, 202].

Уязвимость является свойством популяции и проявляется на уровне организации не ниже популяционного. Уязвимость отражает свойство одной или нескольких популяций, входящих в состав экосистемы, нести ущерб от воздействия, исходящего из окружающей среды. Уязвимость прямо пропорциональна чувствительности организмов, слагающих данную популяцию, и обратно пропорциональна их способности к восстановлению [145, 146].

Наглядным отражением информации о пространственно-временном распределении участков прибрежной береговой зоны с разным уровнем экологической уязвимости являются карты экологической уязвимости – КЭУ [9, 145, 146, 148, 150, 191]. Уязвимость прибрежной береговой зоны на КЭУ, как правило, отображается градациями цвета, отдельные виды растений и животных – условными знаками, а сезонность обозначается специальной кодировкой.

Комплексный экосистемный подход к созданию КЭУ обеспечивается одновременным учетом абиотической и биотической составляющих прибрежных экосистем.

Концепция интегральной экологической уязвимости прибрежных территорий может быть положена в основу разработки инструментария принятия решений по устойчивому управлению экосистемы прибрежной зоны, обеспечению экологической безопасности дреджинговых работ, а КЭУ являют собой пример конкретного инструмента такого рода, рекомендуемого для использования ЛПР.

Необходимо отметить, что к настоящему времени КЭУ построены почти исключительно для оценки воздействия на экосистемы прибрежной зоны со стороны нефтегазового сектора, выступающего в качестве основного заказчика такого рода работ. В определении уязвимости экосистем прибрежной зоны по отношению к дреджинговым проектам делаются еще только первые шаги [27, 192, 202]. Эта тема нуждается в скорейшем развитии, прежде всего – в регионах, где осуществляются крупномасштабные дреджинговые проекты.

Следует отметить, что многие специалисты трактуют понятие риска как меру опасности. Конкретно, риск в экологической сфере выражается в возможном причинении вреда человеку или ОС и появляется в результате незащищенности и существования потенциальной опасности вредных воздействий. Риск не существует, если не зафиксирована подверженность воздействию ЗВ или вероятность наступления неблагоприятной ситуации равна нулю. Экологический риск – это вероятностная характеристика угрозы, возникающей как для окружающей среды, так и для самого человека, в случае различных антропогенных воздействий, либо других опасных событий и явлений [116].

2.4 Материалы и виды исследований в МТП Усть-Луга

Исследования по теме диссертации выполнены в период с 2008 по 2014 гг. Объектом исследования явилась геосистема Лужской губы в период формирования в ней природно-технической системы «МТП + береговая зона». Организатором, координатором и основным исполнителем большинства мониторинговых работ является компания «Эко-Экспресс-Сервис», в которой автор работает. В основу работы положены результаты исследований, связанных с решением конкретных строительных и производственных задач (инженерно-экологические изыскания, производственный экологический контроль, экологический мониторинг). Участки выполненных исследований соответствуют местам выполнения различных гидротехнических работ: портостроительство на юго-восточном берегу Лужской губы, дноуглубительные работы на Лужском фарватере и в районе о. Сескар, сброс грунта в подводные отвалы. Кроме того, районами исследований явились

прилегающие акватории в зонах потенциального экологического влияния гидростроительства.

Натурные исследования и отбор материала проводились с использованием апробированных методик, применяемых при проведении экологического мониторинга (рисунок 2.1). Лабораторные исследования выполнялись в аттестованных лабораториях, имеющих соответствующую область аккредитации.

В связи с поставленными задачами, полномасштабные комплексные наблюдения за состоянием Лужской губы проводились в основном в период интенсивного проведения дноуглубительных дреджинговых работ (с 2008 по 2010 гг.), и в несколько сокращенном варианте продолжались в последующие годы на меньшей площади, в период снижения объемов строительных работ (с 2011 по 2013 гг.).

Общие временные рамки проведения работ и их основные периоды приведены в таблице 2.4. Организация работ (см. таблицу 2.4) ежегодно проводилась по следующему принципу:

- одна съемка до начала строительных работ;
- одна или две съемки во время строительных работ;
- одна съемка после окончания строительных работ.

Исследования проводились на следующих объектах:

а) 2008 г.: строительство операционной акватории пусковых перегрузочных комплексов (универсального, минеральных удобрений, наливных грузов и части угольного терминала) в северной части МТП Усть-Луга;

б) 2009 г.: формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области:

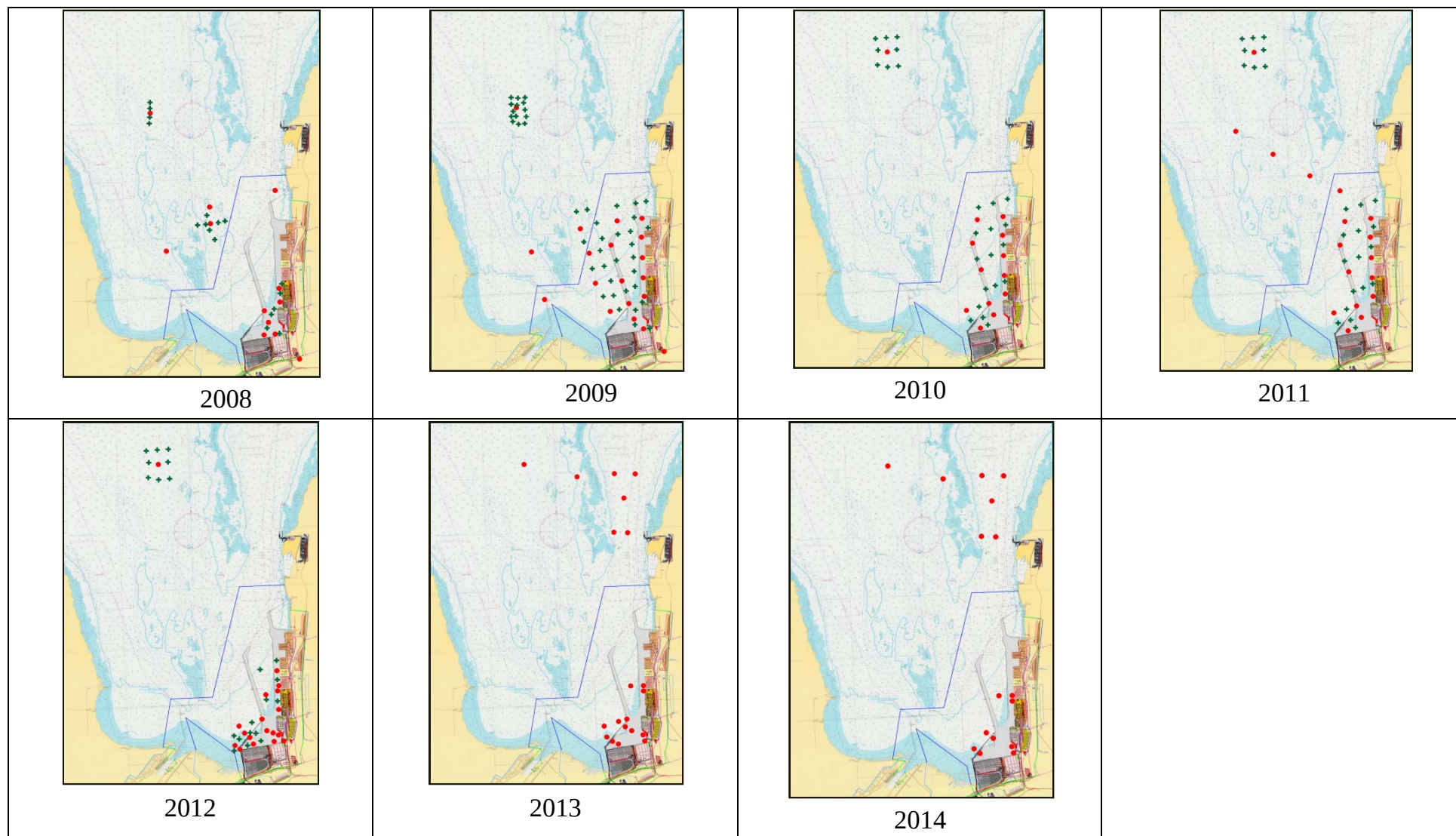
- 1) формирование акватории южного района МТП Усть-Луга;
- 2) образование акватории контейнерного терминала МТП Усть-Луга; дноуглубление до отметки минус 13.5 м в районе причалов № 3.4;
- 3) реконструкция южного подходного канала МТП Усть-Луга;
- 4) вторая очередь строительства операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга;

Таблица 2.4 – Периоды выполнения работ по годам

Время съёмок	Месяц проведения исследований по годам						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
До начала строительных работ	апрель	апрель	октябрь	май	май	июнь	февраль
Во время строительных работ (N 1)	август	июль	декабрь	июль	июль	сентябрь	июнь
Во время строительных работ (N 2)	ноябрь	ноябрь	—	октябрь	—	—	август
После окончания строительных работ	январь	май	май	декабрь	декабрь	ноябрь	октябрь



Рисунок 2.1 – Полевые работы



Красным цветом отмечены станции отбора проб для химико-аналитических, санитарно-эпидемиологических, токсикологических исследований; зеленым – дополнительные станции на взвешенные вещества

Рисунок 2.2– Станции наблюдений природных вод и донных отложений

5) объекты и сооружения многопрофильного перегрузочного комплекса «Юг-2» (МПК «Юг-2») в МТП Усть-Луга; причалы № 24, 25, 26.

в) 2010 г.: формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области:

- 1) формирование акватории южного района МТП Усть-Луга;
- 2) вторая очередь строительства операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга;
- 3) строительство северного подходного канала МТП Усть-Луга (Этап 4);

г) 2011 г.: ремонтные дноуглубительные работы и сброс грунта в подводные отвалы на акватории МТП Усть-Луга в период летней навигации 2011 г. Строительство северного подходного канала МТП Усть-Луга (Этап 4). Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Формирование акватории контейнерного терминала и комплекса перегрузки сжиженных углеводородных газов;

д) 2012 г.: формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Формирование акватории контейнерного терминала и комплекса перегрузки сжиженных углеводородных газов;

е) 2013 г.: формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Формирование акватории контейнерного терминала и комплекса перегрузки сжиженных углеводородных газов. Развитие МТП Усть-Луга. База обеспечивающего флота в МТП Усть-Луга;

ж) 2014 г.: развитие МТП Усть-Луга. База обеспечивающего флота в МТП Усть-Луга и Портовое оградительное сооружение акватории Южного района МТП Усть-Луга. Участок № 2 (2-й этап строительства).

По проведенным исследованиям на перечисленных объектах проводились различные виды наблюдений, что отражено в таблице А.1.

Для решения поставленных задач автором была разработана и использована на практике схема станций наблюдений за состоянием водного объекта в части наблюдений природных вод и донных отложений по годам, отображенная на рисунке 2.2. Предложенная схема станций имеет объектную ориентацию, так как разработана для оценки воздействий на геосистему Лужской губы строительства конкретных объектов (портовых терминалов, подходных каналов и др.).

Преимущества, связанные с подобным расположением станций, таковы:

- возможность значительного сгущения станций наблюдения в пределах наблюдаемой зоны акватории обеспечивает подробность описания зоны влияния объекта и детальное выявление факторных градиентов;
- полученные данные позволяют составить подробную и многоплановую экологическую характеристику наблюдаемой зоны;
- регулярность наблюдений позволяет выявить закономерности местной сезонной и многолетней динамики экосистемы.

Приведенные на рисунке 2.2 схемы иллюстрируют принципиальные особенности проведенных мониторинговых исследований, а именно – их приуроченность к местам и ко времени проведения дреджинговых работ.

Координаты станций определялись перед началом работ и, при необходимости, переводились в систему WGS-84, с использованием сведений о преобразовании координат – в нашем случае, приведенных на морской навигационной карте 25012 «Балтийское море. Финский залив. Лужская губа»: «Для перехода от Системы координат WGS-84 к системе координат карты надлежит место на карте, полученное с помощью любых навигационных спутниковых систем, сдвинуть на 0.01 минуты (0.4 секунды) к северу и на 0.14 минуты (8.2 секунды) к востоку».

Перед началом съемки мониторинга составлялся список станций и их координат в системе WGS-84, выдававшийся капитану судна, с которого проводились наблюдения. Точность выхода к станции контролировалось по портативному приемнику системы GPS Garmin 76 CS. По нему же осуществлялось определение координат точек пробоотбора, которые фиксировались в полевом дневнике.

Отбор проб воды проводился на поверхностном (от 0.4 до 0.7 м от поверхности), придонном (от 1 до 2 м от дна) и промежуточном горизонтах батометрами NISKINA или Молчанова. После поднятия батометра в первую очередь измерялась температура воды и выполнялась фиксация растворенного кислорода. Пробы воды, предназначенные для дальнейшего исследования, консервировались и доставлялись в аналитическую лабораторию автотранспортом без нарушения их целостности, герметичности и маркировки. Осуществлялся контроль сроков и условий хранения проб.

Особенностью выполнения съемки экологического мониторинга в ходе проведения дноуглубительных работ является отбор проб воды на взвешенные вещества на дополнительных станциях.

Все гидрохимические съемки сопровождалась гидрометеорологическими наблюдениями, в процессе которых определялись следующие параметры: скорость ветра (метры в секунду); направление ветра (градусы); температура воздуха (градусы Цельсия); относительная влажность воздуха (проценты); атмосферное давление (миллиметры ртутного столба); атмосферные метеорологические явления.

Измерения метеорологических параметров осуществлялись каждые два часа в ходе выполнения гидрохимической съемки.

На всех станциях гидрохимических наблюдений проводились определения прозрачности природной воды с помощью диска Секки. Попутно на станциях отбора проб природной воды проводилось вертикальное зондирование вод Лужской губы CTD-зондом YSI 6600 с дополнительным оборудованием (оптическим датчиком мутности) (рисунок 2.3) по всей глубине. В ходе зондирования определялись такие параметры окружающей среды, как температура (градусы Цельсия), соленость (промилле) и мутность (NTU) природной воды. По полученным данным температуры и солености определялся слой скачка плотности (пикноклин) для каждой станции. На этапе обработки данных выполнялась оценка корреляции между данными зонда и данными лабораторного анализа проб воды на содержание взвешенных веществ.



Рисунок 2.3 – CTD-зонд YSI 6600 с дополнительным оборудованием
(оптическим датчиком мутности)

При проведении мониторинга учитывались источники поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, на основании которых и определялись основные виды антропогенной активности, которые и подлежали контролю, а именно: дноуглубительные работы, сброс грунта в подводный отвал, вбивание свай, шпунтов, строительство молов, берегоукрепительных сооружений и др. При проведении перечисленных работ неизбежными факторами воздействия на природную среду являлись:

- химическое загрязнение природных вод и донных грунтов;
- повышенная мутность воды;
- механическое нарушение структуры донных биотопов при изъятии и перемещении больших масс донного грунта;
- воздействие фактора беспокойства на позвоночных животных (рыбы, птицы, млекопитающие).

Основными абиотическими показателями состояния природной среды являлись: биогенные элементы, БПК₅, азотная группа, фосфорная группа, ХПК, тяжелые металлы: железо, медь, цинк, марганец, ртуть, мышьяк и другие ионы, концентрация которых зависит от поступления из донных отложений в природную воду. В связи с тем, что акватория Лужской губы попадает под рекомендации

ХЕЛКОМ, учитывались также хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы (ПХБ) и их наиболее токсичные конгенеры, а также бенз(а)пирен.

Особое внимание уделялось определению нефтепродуктов как в природных водах, так и в донных отложениях, так как портовые акватории испытывают хроническое загрязнение нефтью, которое характеризуется малыми и трудно обнаруживаемыми выбросами в море на протяжении всего года. Подобное загрязнение ведет к накоплению поллютантов и является более существенным по сравнению с залповым загрязнением.

В качестве основного по значимости фактора воздействия дреджинговых работ на природные экосистемы рассматривалась мутность. В процессе исследований автором была разработана модель распространения полей мутности от проведения дноуглубительных работ по натурным данным, полученным в ходе проведения экологического мониторинга. В основу модели положены измеренные поля скоростей течений на результаты теоретических расчетов. В процессе создания модели автором разработан метод измерения дивергенции горизонтальных скоростей течений, создана соответствующая установка, и произведены наблюдения этого параметра в пределах акватории МТП Усть-Луга [188].

Для подтверждения или опровержения предположения о малой величине источников скоростей течений в пределах исследуемой акватории был предложен и реализован способ измерения дивергенции горизонтальной скорости течений с использованием оригинальной установки рисунок 2.4.

В основу установки положены два измерителя течений «Вектор-2», ориентированные параллельно и разнесенные на жесткой базе l . «Вектор-2» измеряет модуль горизонтального вектора скорости, угол между его направлением и географическим полюсом, а также ряд дополнительных параметров.

Расстояние l между осями измерителей выбиралось из противоречивых соображений. С одной стороны, чем меньше величина l , тем ближе измеренные конечные разности к истинной пространственной производной. С другой стороны – с уменьшением l возрастает взаимное влияние измерителей друг на друга.

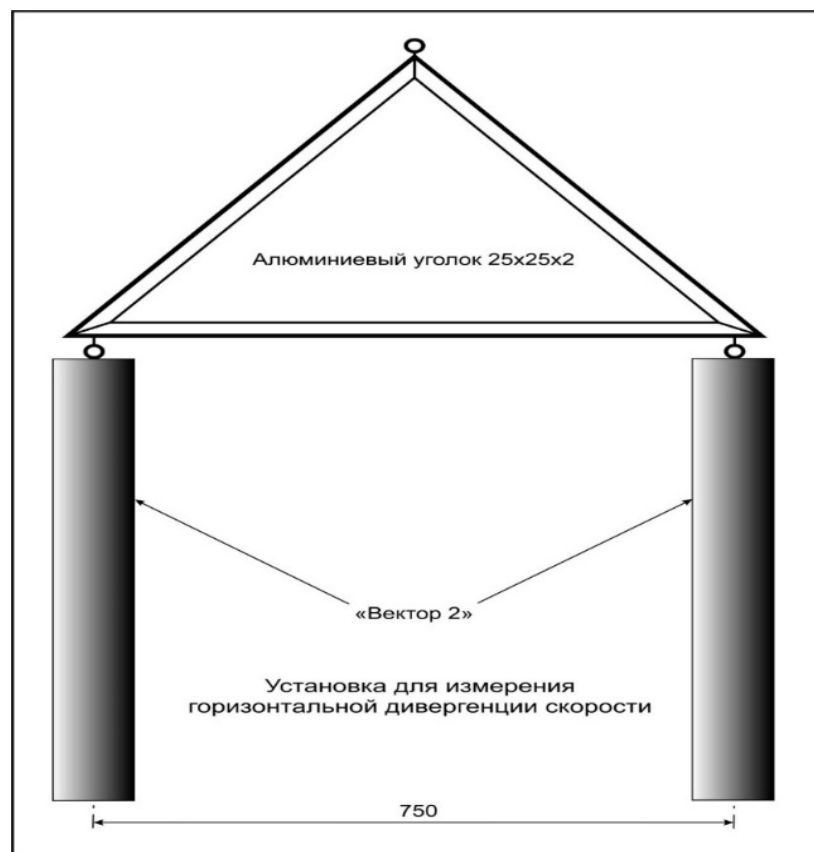


Рисунок 2.4 – Схема установки для измерения горизонтальной дивергенции скорости потока

Это влияние можно оценить с помощью формулы обтекания цилиндра ламинарным потоком. В наихудшем случае, когда течение направлено вдоль линии, перпендикулярной осям измерителей, выражение для радиальной компоненты скорости U_r имеет вид:

$$U_r = U \left(1 - \frac{R^2}{l^2} \right), \quad (2.1)$$

где U_r – радиальная компонента скорости;
 U – скорость течения;
 $R = 45$ мм, радиус измерителя.

При $l = 750$ мм, максимально возможная относительная погрешность измерений за счет взаимного влияния измерителей составит 0.4 %.

$$\delta = \frac{U - U_r}{U} = \frac{R^2}{l^2}, \quad (2.2)$$

где δ – относительная погрешность измерений.

$$\delta = \frac{45^2}{750^2} = \frac{2025}{562500} = 0.0036 \rightarrow 0.4\%.$$

Погрешность измерений определялась следующим образом.

Расчетная формула дивергенции горизонтальной скорости записывается в следующем виде:

$$\nabla \cdot U_\tau = \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} \rightarrow \frac{1}{l} (U_{x2} - U_{x1} + U_{y2} - U_{y1}), \quad (2.3)$$

где x, y – широтная, и долготная компоненты скорости, которые рассчитываются на основании данных о модулях векторов скоростей течений, и их азимутальных углах.

Абсолютная погрешность такого способа измерений определяется следующим выражением:

$$\Delta_a = \frac{1}{l} \sqrt{\left[\frac{\Delta l}{l} (U_{x2} - U_{x1} + U_{y2} - U_{y1}) \right]^2 + (2\Delta U)^2}, \quad (2.4)$$

где $\Delta l = 1$ мм, погрешность базы l ;

$\Delta U = 15$ мм/с, погрешность измерения скорости измерителем «Вектор-2».

Аналогичным образом можно вывести соотношение и для относительной погрешности измерений, но очевидно, что в каком-нибудь из делителей будет присутствовать собственно дивергенция, которую измеряем, и которая может быть равна нулю. Следовательно, относительная погрешность будет стремиться к бесконечности.

В связи с этим, оценка качества измерений производилась по следующей формуле [7]:

$$\delta = \frac{|U_1|}{|U_2|} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \rightarrow 1, \quad (2.5)$$

где φ_1, φ_2 – уголизмерителя «Вектор-2».

Относительная погрешность этой оценки определяется выражением:

$$\delta_o = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U}{U_2}\right)^2 + 2[\Delta\varphi \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_1)]^2}, \quad (2.6)$$

где $\Delta\varphi = 3^\circ = 0.05$ рад., угловая погрешность измерителя «Вектор-2».

При средней скорости течения, равной 150 мм/с, и заданных аппаратурных погрешностях относительная погрешность оценки составляет 14 %.

Измерения производились на трех уровнях водного пространства – приповерхностном, придонном, и посередине между ними. В соответствии с инструкцией использования каждого прибора, он определенное время выдерживался на заданном горизонте, в нашем случае – на каждом уровне. Измерения производились в режиме непрерывной записи в течение 10 минут. Измерения дивергенции горизонтальной скорости производились в семи пунктах наблюдений (ПН) – 1, 5, 14, 20, 21, 45, 48 (рисунок 2.5).

Полевые измерения скоростей велись параллельно с другими работами, в связи с чем сеть пунктов наблюдений оказалась неравномерной (рисунки 2.6 и 2.7). Отдельно измерялась скорость в источнике – проектируемом месте ведения дноуглубительных работ.

Только в трех пунктах наблюдений дивергенция скорости на различных горизонтах отличалась от нуля: ПН 5 – поверхностный и средний горизонты; ПН 45 – придонный и средний горизонты; ПН 48 – все три горизонта. В остальных пунктах наблюдений дивергенция равнялась нулю в пределах погрешности измерений

Обработка результатов полевых наблюдений производилась в камеральных условиях. Для каждой выборки вычислялись средние значения скоростей, медианные значения углов и соответствующие стандартные отклонения (по углам,

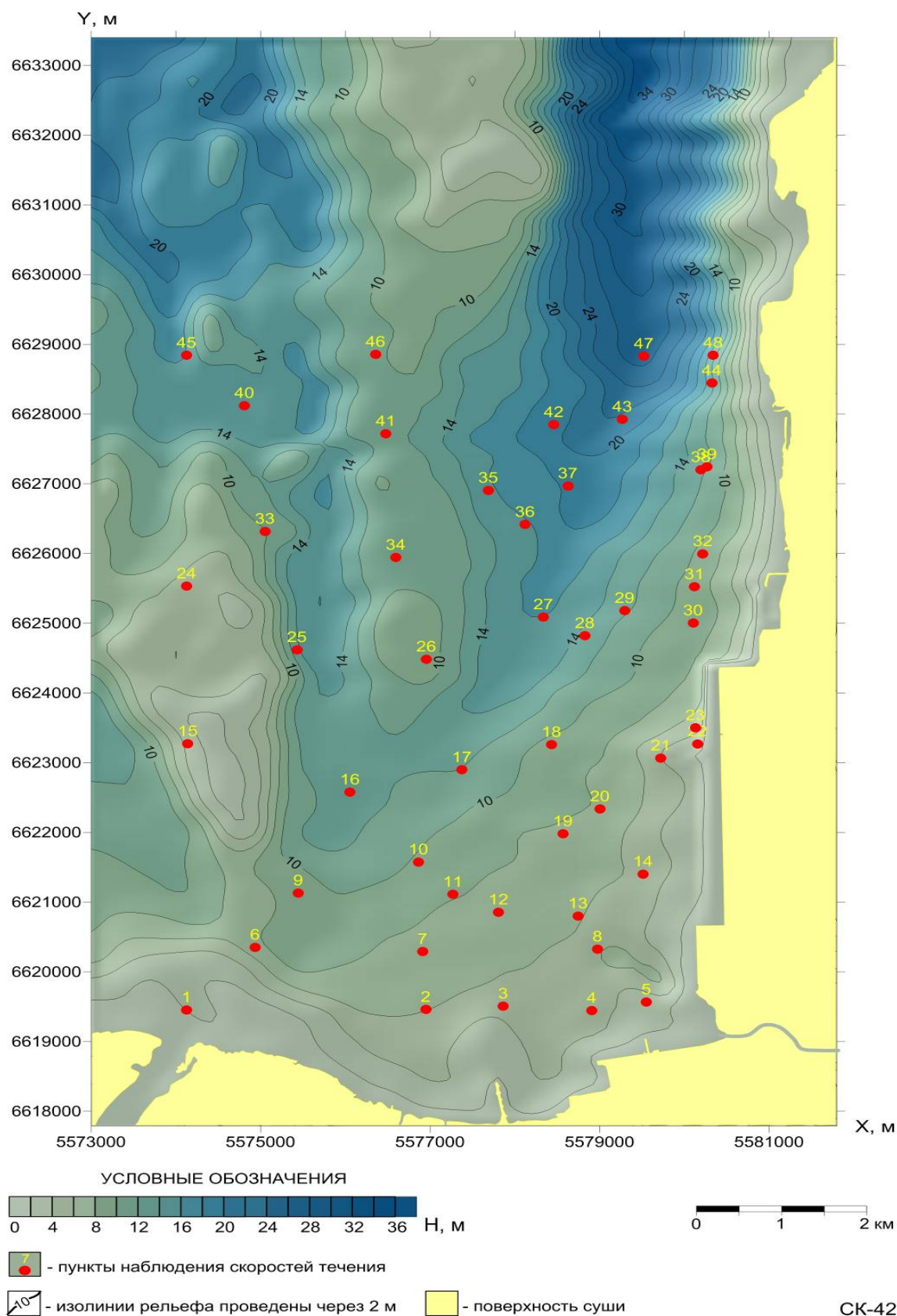


Рисунок 2.5 – Пункты наблюдений скоростей течений Лужской губы

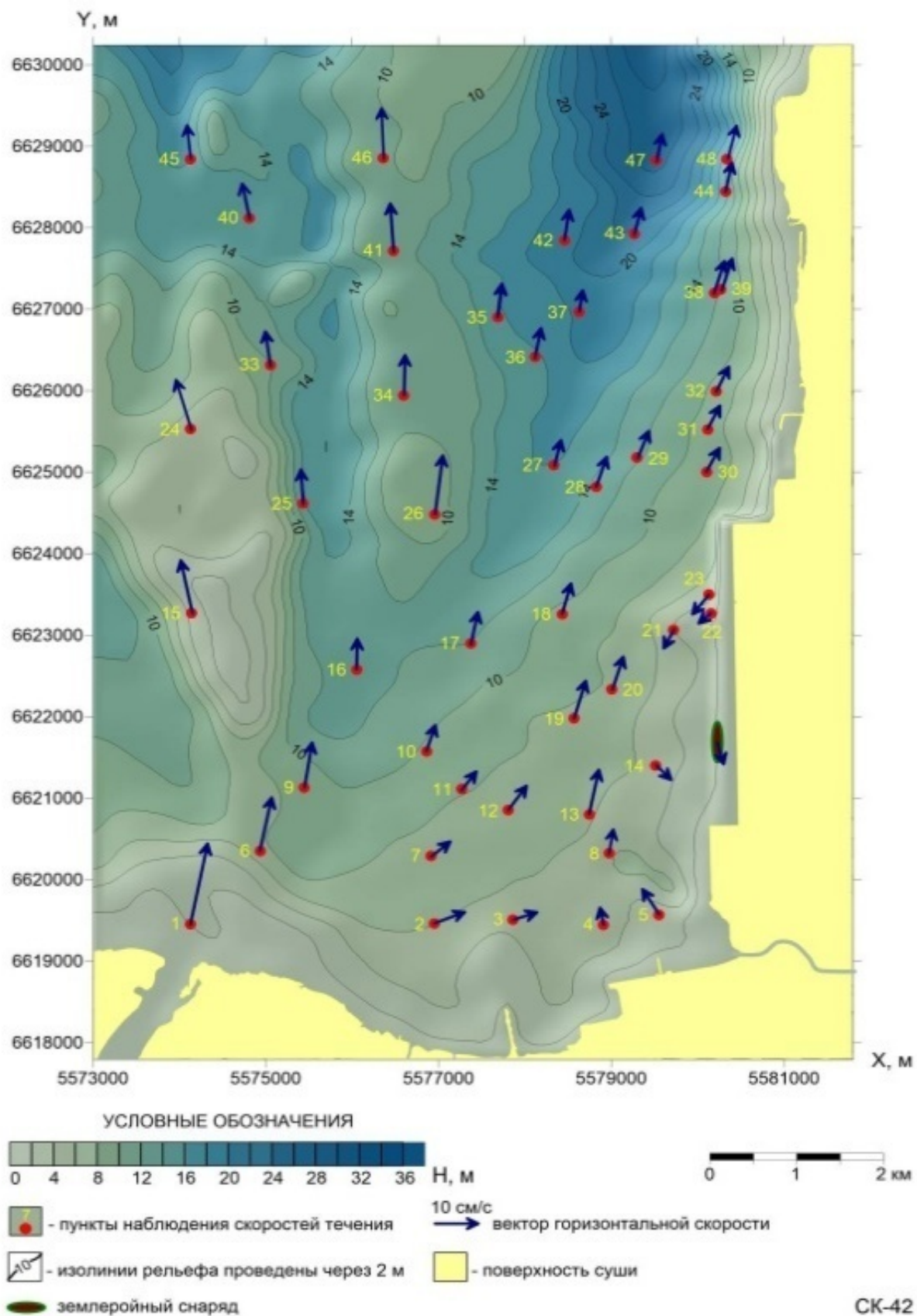


Рисунок 2.6– Скорости и направления течений в поверхностном горизонте

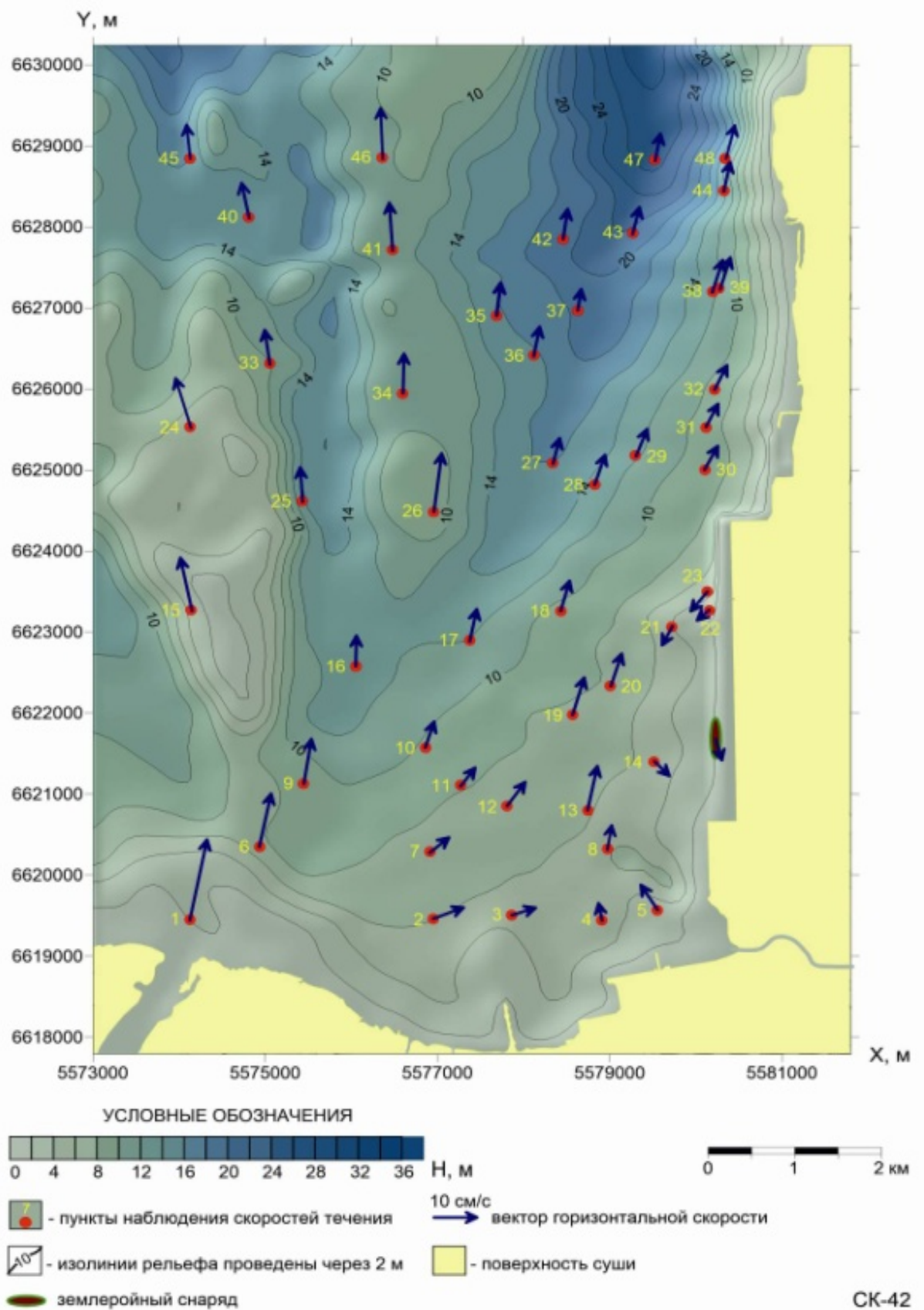


Рисунок 2.7– Скорости и направления течений в придонном горизонте

все расчеты производились в радианах). Если относительные статистические погрешности не превышали 5 %, то результат измерений считался достоверным.

Для каждого достоверного результата производилась оценка в соответствии с формулой 2.3. Если относительное расхождение между векторами течений превышало 14 % (относительная погрешность), то принималось, что дивергенция скорости не равна нулю, и производились расчеты в соответствии с формулой 2.1. В противном случае, полагалось, что дивергенция скорости равна нулю.

На этапе предварительной обработки данные, полученные по нерегулярной сети наблюдений, интерполировались сплайнами на прямоугольную сеть 100×100 м.

Каждая точка исходных данных смещалась в случайном направлении на относительное расстояние, пропорциональное модулю вектора скорости. Этот результат вторично интерполировался на прямоугольную сеть 100×100 м.

Разница между двумя результатами принималась за величину дивергенции скорости.

При проведении химических анализов проб природной воды определялись: водородный показатель (pH); соленость; растворенный кислород и % насыщения воды растворенным кислородом; биохимическое потребление кислорода (БПК₅); взвешенные вещества; тяжелые металлы: медь (Cu), никель (Ni), цинк (Zn), свинец (Pb), кадмий (Cd), хром (Cr); мышьяк (As), ртуть (Hg); суммарные нефтяные углеводороды (НУВ); бенз(а)пирен, а в ряде случаев и ПХБ, ХОП.

Исследования проб природной воды на санитарно-эпидемиологические показатели осуществлялись до 2010 г. на соответствие СанПиН 4631-88 «Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения», с 2010 г. – СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения»: общие колиформные бактерии; индекс E.coli; колифаги; энтерококки; стафилококки.

Лабораторные исследования воды регламентированы нормативной документацией, обобщенной в таблице Б.1.

Пробы грунтов отбирались дночерпателем Петерсена. Глубина погружения дночерпателя в грунт – до 20 см. Объем проб – 0.1 дм³.

В период с 2008 по 2010 гг. для определения количества наносов выполнялась установка седиментационных ловушек. Метод седиментационных ловушек является методом прямого учета оседающих из водной среды частиц (наносов) за определенный период (период экспозиции). Накопительные пластиковые цилиндры закреплялись на металлической штанге с устойчивым основанием на расстоянии 1 м над поверхностью дна в водной среде на глубине в среднем 15 м, в зоне аккумуляции. Подвижность ловушки уменьшалась за счет веса груза, располагающегося в центре основания. Длина накопительного пластикового цилиндра – 25 см, диаметры основания – 15 см. Внешний вид ловушки до установки представлен на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Внешний вид седиментационной ловушки до установки

В пробах донных отложений анализировались физико-химические параметры:

- физико-механические параметры (гранулометрический состав, потери при прокаливании, плотность скелета грунта, показатель текучести);
- тяжелые металлы: медь, цинк, свинец, никель, кадмий, кобальт, хром, марганец, мышьяк и ртуть;
- бенз(а)пирен;
- суммарные нефтяные углеводороды (НУВ).

Лабораторные исследования проб донных грунтов (отложений) проводились в лабораториях, имеющих аттестат и соответствующую область аккредитации.

Методы анализа проб грунтов (отложений) приведены в таблице В.1.

Оценка степени бактериологической и паразитологической загрязненности грунтов (отложений) производилась в соответствии с категориями загрязнения почв по СанПиН 2.1.7.1287-03.

Начиная с 2011 г. проводились измерения уровня шума с целью определения возможности влияния данного фактора в качестве «фактора беспокойства» на орнито- и териофауну района исследований. Пункты измерения выбраны в зависимости от места проведения дноуглубительных работ (рисунок 2.9).

В ходе выполнения исследований пробы атмосферного воздуха отбирались на станциях на границе селитебной территории п. Косколово и Лужицы. Расположение станций отбора проб атмосферного воздуха и уровней шума представлено на рисунке 2.9.

Фиксировались значения эквивалентных $LA_{э\text{кв}}$ (децибел акустический) и максимальных $LA_{\text{мах}}$ (децибел акустический) уровней звука. Также фиксировались значения эквивалентных уровней звукового давления (децибел) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5; 63; 126; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Измерения уровней инфразвука (децибел) произведены в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц, кроме того, измеряется эквивалентный общий уровень звукового давления по шкале шумомера «Lin».

Оценка вредных физических воздействий осуществлялась посредством выполнения двух серий измерений во время проведения дноуглубительных работ.

Одновременно с мониторингом абиотических факторов и контролем состояния биотопа проводили наблюдения за состоянием водной биоты и выполняли оценку воздействия гидротехнических работ на нее.



Рисунок 2.9 – Схема расположения станций контроля за атмосферным воздухом и уровнями шума

Оценка состояния водных биоресурсов выполнялось по следующим показателям:

- общие показатели: фотосинтетические пигменты (хлорофилл «а»), первичная продукция планктона, деструкция органического вещества;
- фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос, прибрежные макрофиты: видовой состав, численность, биомасса отдельных групп и общая, индикаторные виды;
- бактериопланктон: общая численность, сапрофитная микрофлора;
- ихтиофауна (личинки, молодь): видовой состав, численность, биомасса, степень доминирования, видовая и возрастная структура;
- орнитофауна (видовой состав и обилие птиц на весеннем и осеннем пролетах и на гнездовании);
- морские млекопитающие (численность на залежках).

Сбор гидрологических, гидробиологических, ихтиологических и токсикологических материалов выполнялся синхронно в течение весенне-летнего и осеннего периодов. Одновременно осуществлялись наблюдения за миграциями (покатными и нерестовыми) лососевых рыб.

Выбор гидробиологических и ихтиологических станций производился с учетом расположения участков, где выполнялись гидротехнические работы – намыв территории для портовых сооружений, дноуглубление и сброс грунта (отложений) в подводные отвалы.

На рисунке 2.10 представлены примеры реализации гидробиологической составляющей программы локального мониторинга.

В состав работ по контролю за состоянием водных биоресурсов входили:

- сбор и первичная обработка материалов в ходе морских экспедиций по сети станций контроля в зоне проведения гидротехнических работ и возможного воздействия на биологические сообщества;
- сетепостановки и траловые съемки, с определением массы и численности каждого улова, а также видового и размерного состава рыб, с проведением групповых взвешиваний;
- камеральная обработка материалов полевых наблюдений;
- математическая обработка материалов;
- подготовка отчетной документации.

Фитопланктон исследовался в период с весны по осень. Пробы фитопланктона отбирались батометром Паталаса в трофогенном слое через каждый метр. Взятая в равных количествах из каждого слоя вода сливалась в одну емкость, из которой после перемешивания отбиралась проба объемом 0.5 л и фиксировалась раствором Утермея. Пробы концентрировали отстойным методом. Численность фитопланктона подсчитывалась в камере Нажотта объемом 0.01 мл. Биомасса фитопланктона определялась счетно-объемным методом. Таксономический состав фитопланктона определялся в процессе обработки количественных проб. Доминирующими считали водоросли, составляющие не менее 10 % общей численности или биомассы фитопланктона. В количественных пробах фитопланктона для всех видов определялись индивидуальные объемы. Для оценки обилия фитопланктона использовались показатели численности (миллион клеток

на литр) и биомассы (грамм на метр кубический) видов, отдельных систематических групп и фитопланктона в целом.

Пробы для определения содержания фотосинтетических пигментов фитопланктона отбирались в трофогенном через каждый метр. Взятая в равных количествах из каждого слоя вода сливалась в одну емкость, из которой после перемешивания отбиралась проба объемом 0.5 л. Пробы воды (0.5 л) фильтровались с помощью вакуумного насоса на фильтры (Владипор) с диаметром пор от 0.8 до 1.2 мкм.

В собранной на фильтрах взвеси определялись основные пигменты фитопланктона: хлорофилл «а», «в», «с» и каротиноиды. Хлорофиллы «а», «в» и «с» определялись в ацетоновом экстракте стандартным спектрофотометрическим методом, рекомендованным ЮНЕСКО, каротиноиды (каротин и ксантофиллы) - методом Парсонса и Стрикленда [219]. Расчет содержания хлорофилла «а» производился с учетом поправок на смещение максимумов поглощения при спектрофотометрическом определении хлорофиллов [105].

Зоопланктон отбирался количественной планктонной сеткой Джеди (входное отверстие диаметром 18 см, сито № 64) тотально (от дна до поверхности). Пробы фиксировались 2 %-ным раствором формалина. Камеральная обработка собранного материала проводилась с использованием бинокля МБС-10 и микроскопа МИКМЕД. Материал обрабатывался счетно-весовым методом с определением размерно-возрастного состава популяции каждого вида.

Пробы концентрировались до объема 100 мл и просчитывались в камере Богорова в порциях по 1 – 2 мл с последующим пересчетом на весь объем пробы. Крупные формы просчитывались во всем объеме пробы. Биомасса отдельных видов определялась с применением индивидуальных весов организмов, рассчитанных по формуле зависимости массы тела от его длины. В качестве базовых данных для оценки обилия зоопланктона использовались показатели численности (тысяч экземпляров на метр кубический) и биомассы (грамм на метр кубический) видов, систематических групп (коловратки, копеподы, кладоцеры, прочие) и зоопланктона в целом.



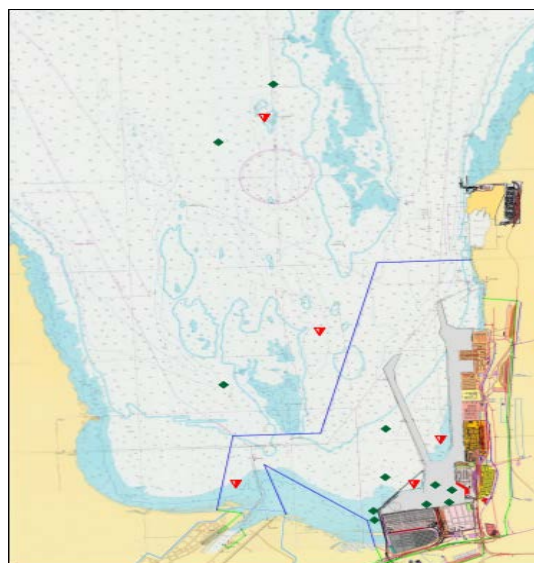
2008 год



2009 год



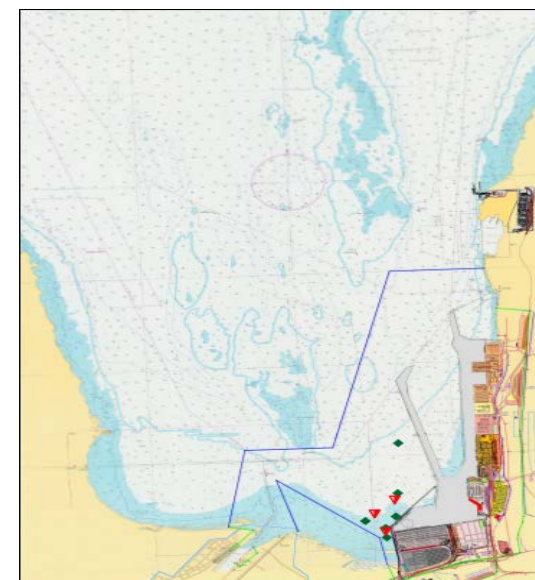
2010 год



2011 год



2012 год



2013 год

зеленым цветом – станции отбора гидробиологических проб; красным – ихтиологические станции

Рисунок 2.10 – Схема расположения станций наблюдения за состоянием водного объекта (водные биоресурсы)

Бактериопланктон обирали батометром в стерильные емкости, соблюдая асептические условия, с глубины от 10 до 15 см от поверхности воды. Объем каждой пробы – 1 л. Доставку проб воды в лабораторию осуществляли в контейнерах-холодильниках при температуре (от 4 до 10) °С. Число сапрофитных микроорганизмов определяли в соответствии с требованиями «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов». К сапрофитным микроорганизмам относили мезофильных аэробов и факультативных анаэробов, способных образовывать на питательном агаре при температуре 22 °С в течение 72 ч колонии, видимые при увеличении в 2 раза. В ходе исследования из каждой пробы воды делали глубинный посев 1 мл и по 1 мл из разведений 1:10, выбирая объем воды для посева из расчета, чтобы не менее чем на 2-х чашках выросло от 20 до 300 колоний. Чашки с посевами культивировали при температуре 2 °С в течение (72 ± 2) ч. Результат выражается в числе колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл исследуемой пробы воды.

Общую численность бактериопланктона определяли методом прямого счета в три этапа:

- а) концентрация бактерий на мембранных фильтрах (при пропускании через них проб воды);
- б) окрашивание эритрозином;
- в) микроскопирование.

В ходе исследования по 10 мл каждой пробы воды фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.2 мкм. После фильтрации фильтры подсушивали и окрашивали 5 %-ым раствором эритрозина в карболовой воде в течение 3 – 4 часов при температуре 50 °С в термостате. По окончании окрашивания окраску отмывали, затем фильтры высушивали. Подсчет бактерий проводили при иммерсионном объективе (× 90) и окуляре (× 10) с сетчатым микрометром.

Общую численность бактериопланктона определяли по формуле:

$$X = \frac{S \times 10^6 \times a}{S' \times n \times v}, \quad (2.7)$$

где X – количество микроорганизмов в 1 мл воды, клеток/мл;
 S – площадь фильтра, мм²;
 10^6 – коэффициент для перевода мм² в мкм²;
 a – количество микроорганизмов, подсчитанных в n полях зрения;
 $S/$ – площадь окулярного микрометра, мкм²;
 n – число полей зрения;
 v – объем профильтрованной воды, мл.

Первичная продукция планктона определялась в зоне оптимального фотосинтеза (A_{opt}), приуроченного в исследованной акватории к верхнему слою воды. Определение проводилось скляночным методом в кислородной модификации. Темные и светлые склянки экспонировались сначала в палубном инкубаторе с постоянно сменяемой заборной водой, а после отбора всех проб они вывешивались в водоем. Для расчета суточного фотосинтеза под 1 м² поверхности водоема (ΣA), использовалось уравнение [17]:

$$\Sigma A = K_s \times A_{opt} \times P, \quad (2.8)$$

где ΣA – суточный фотосинтез под 1 м² поверхности водоема;
 K_s – коэффициент, равный 0.8 для восточной части Финского залива (Шишкин и др., 1989);
 A_{opt} – суточная скорость фотосинтеза на глубине с оптимальными световыми условиями;
 P – прозрачность воды по белому диску Секки, м.

Деструкция органического вещества определялась в верхнем слое воды скляночным методом в кислородной модификации [17].

Зообентос собирался дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.025 м² (два – три дночерпателя на станции). Отмывка от грунта с использованием сита № 23 проводилась сразу после взятия пробы. Отмытые пробы фиксировались 4 %-ным формалином. В лабораторных условиях организмы выбирались из грунта, просчитывались и взвешивались на торсионных весах с точностью до 0.0005 г. Взвешивание организмов выполнялось отдельно по основным таксономическим группам. Для определения таксономического состава идентификация организмов

проводилась до вида (за исключением нематод). Определение видов проводилось с использованием микроскопа (МИКМЕД) и бинокля (МБС-10).

Макрофиты изучались по общепринятой методике геоботанических исследований [61, 74, 164]. В ходе маршрутных обследований проводилось определение состава доминирующих фитоценозов, визуальная оценка особенностей их распространения, описание в естественных границах на наиболее типичных участках, расположенных на различных типах мелководий.

Ихтиофауна исследовалась путем экспериментальных ловов ставными жаберными комбинированными сетями. Параметры сетей: длина – 48 м; высота – 1.8 м; коэффициент посадки полотна – 0.5; полотно из лески диаметром от 0.15 до 0.2 мм. Каждая сеть содержит набор полотен с шагом ячеи 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45 и 60 мм, коэффициент уловистости – 0,3. Лов производился в ночное время. Продолжительность сетного лова на каждой станции составляла 9 часов.

Проводился качественный (определение видового состава) и количественный (взвешивание) анализ уловов. Анализ видового состава уловов, параметры размерно-возрастной структуры популяций рыб, расчет численности и биомассы ихтиоценозов проводились с использованием наиболее часто применяемых методик [142, 144].

В целях изучения путей и сроков миграции лососевых рыб ежегодно в районах гидротехнического строительства проводился контрольный лов в весенне-летний и летне-осенний периоды с использованием комбинированных жаберных сетей ИСЗ-60 с ячейей от 12 до 60 мм, а также жаберных сетей с ячейей 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 и 110 мм. В случае поимки лососевых рыб проводился качественный (определение видового состава) и количественный (взвешивание) анализ уловов. Все пойманные экземпляры молоди и производителей лосося подвергались биологическому анализу, включавшему в себя измерения длины и массы тела, определение пола, сбор образцов чешуи для определения возраста рыб [190].

Водно-болотные птицы исследовались с использованием стандартных методов [75, 95, 200]. Весь комплекс орнитологических исследований был нацелен на водно-болотные виды, так как именно состояние их популяций отражает изменения экологической ситуации в водных экосистемах [78]. Исследования разделялись на береговые и судовые учеты. Береговые учеты проводились вдоль

всей береговой линии Лужской губы за исключением зон Усть-Лужского и Вистинского портов. В периоды миграций учеты проводились с интервалом 4 – 6 дней, в период гнездования – с интервалом 9 – 11 дней. Весной и осенью исследования велись при перемещении по прибрежным дорогам на автомобиле «ВАЗ 21213» с выходами на обзорные точки с наилучшим обзором и краткими пешими обходами близлежащих участков берега. В летнее и осеннее время участки побережья между мысом Пихлисар и мысом Луото и плавни в вершине губы, где отрастали тростниковые и камышовые заросли, просматривались с моторной лодки «МСТА-Н». В период гнездования на моторной лодке просматривалась вся линия вдоль тростников, осенью осуществлялись выходы на открытые участки, удобные для просмотра и учета птиц.

В 2013 г. через Лужскую губу проведено 8 трансектных судовых учетов мигрирующих птиц, являвшихся частью судовых учетов, проводившихся на всей акватории восточной части Финского залива. Основной маршрут пролегал от устья р. Луга к банке Мерилода, шел далее к горлу Лужской губы в 3 км от западного ее берега и заканчивался в районе банок Хитоматала и Самоед. Маршрут в обратном направлении шел от банки Вестгунд к банке Мерилода и далее к устью р. Луга в 3.0 – 3.5 км от восточного берега Лужской губы. Движение на маршруте совершалось с курсовой скоростью 8 – 10 км/ч, время маршрута составляло 2.0 – 2.5 часов. Учитывались все плавающие и летящие птицы с обоих бортов судна на расстояниях до предельного разрешения оптики. Для определения точного количественного и видового состава стай применялось фотографирование. Гнездование утверждалось только при находке гнезда или выводка. Случаи встреч птиц с явным репродуктивным поведением, не подтвержденные находкой гнезда или выводка, относились к вероятному гнездованию и помечались в таблицах знаком «?». Исследования велись с бортов рыболовного катера «СМН» и исследовательского судна «Соболец». В наблюдениях использовались 25-кратный полевой бинокль, 100-кратная подзорная труба Юкон и фотоаппарат Nikon D90 с телеобъективами Sigma 150-500 и Nikkor 300.

Териофауна исследовались с использованием методов визуальных наблюдений [122, 175, 196]. Для наблюдений за береговой кромкой использовались 25-кратный морской бинокль Nicon и 50 – 100-кратная подзорная труба «Юкон».

Для регистрации скоплений тюленей и типичных биотопов использовался фотоаппарат. Исследования проводились одновременно с наблюдениями за орнитофауной.

Геоботанические наблюдения проводились в 2013 г. методами геоботанического описания на маршрутах и на специально выделенных геоботанических площадках в июне, июле и августе. Для контроля экологического состояния береговой зоны были выбраны три участка:

- Западный – между пос. Липово и мысом Луто на западном берегу Лужской губы;
- Кутовой – расположен к западу от впадения р. Луга в Лужскую губу в районе пос. Выбье;
- Восточный – в непосредственной близости от угольного терминала и устья реки Хаболовки.

Для получения полноты картины рассмотрены в сравнении два природно-ландшафтных комплекса:

- прибрежные дюны и пески;
- прибрежные луга.

Сбор геоботанических данных проводится при помощи квадратной рамки размером 1×1 м. На дюнах и песках закладывали по 5 таких рамок, на прибрежных лугах – по 3 (рисунок 2.11).

Ущерб ихтиофауне и определение компенсационных затрат на воспроизводство рыбных ресурсов определялись по Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам (Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, 2011 [101]). Последствия негативного воздействия намечаемой от деятельности, в том числе и от дноуглубительных работ, определяются отдельно для пелагических рыб-планктофагов и придонных рыб, питающихся бентосом (рыб-бентофагов) (Методика...., 2011).



Рисунок. 2.11 – Технология анализа прибрежных растительных сообществ

Расчет размера вреда ихтиофауне и водным биоресурсам (N) от гибели организмов кормовой базы рассчитывали по формулам:

а) *Рыб-планктофагов (гибель зоопланктона в объеме замутненной воды)* производится по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B) \times W \times KE \times (K3/100) \times d \times 10^{-3}, \quad (2.9)$$

- где
- N – потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг или т;
 - B – средняя многолетняя для данного сезона (сезонов, года) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов, г/м³;
 - P/B – коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);
 - W – объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель кормовых планктонных организмов, м³;
 - KE – коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела) $KE = 1/K2$ (K2 – кормовой

коэффициент);

КЗ – средний коэффициент (доля) использования кормовой базы для данной экосистемы (района) и сезона года, %;

d – степень воздействия или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы, в долях единицы;

10^3 – показатель перевода граммов в килограммы или килограммы в тонны.

б) Рыб – бентофагов (с учетом того, что поврежденные или погибшие организмы зообентоса не могут быть использованы в пищу другими гидробионтами) производиться по формуле:

$$N = B \times (1 + P/B) \times S^* \times KE \times (KZ / 100) \times d \times \Theta \times 10^{-3}, \quad (2.10)$$

где S^* – площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса, m^2 ;

Θ – величина повышающего коэффициента, в долях.

$$\Theta = T + \sum KB_{(t=i)} \quad (2.11)$$

где T – показатель длительности негативного воздействия, в течение которого невозможно или не происходит восстановление водных биоресурсов и их кормовой базы, в результате разрушения условий обитания и воспроизводства водных биоресурсов (определяется в долях года, принятого за единицу, как отношение сут./365);

коэффициент длительности восстановления теряемых
KB (t = i) – водных биоресурсов, определяемых как $Kt = i = 0.5i$. При этом длительность восстановления (i лет) с момента прекращения негативного воздействия для планктонных кормовых организмов составляет 1 год, для бентосных

кормовых организмов 3 года.

В качестве примера практического применения разработанной методики определения повышенной мутности при проведении мониторинга на водном объекте рассчитан ущерб нанесенного вреда водным биоресурсам при проведении гидротехнических работ (дноуглубление) на акватории Лужской губы. Общий размер вреда определялся по всем объектам отдельно сотрудниками ФГБНУ «ГосНИОРХ» по заданию ООО «ЭЭС» [134-136].

Оценка экологического риска и причиненного ущерба водным биоресурсам от проводимых дноуглубительных работ проводилась с помощью «метода матриц риска». Экологический риск в анализируемом виде ущерба на конкретной территории рассчитывается по формуле [116]:

$$R_A = P_A \times T_A, \quad (2.11)$$

где R_A – экологический риск;
 P_A – вероятность реализации опасности;
 T_A – тяжесть последствий.

Для унификации оценки экологического риска использовалась балльная система. При этом риск отдельного фактора оценивался в шкале от 1 до 25 баллов, соответственно суммарный (многофакторный) экологический риск R изменялся от 4 до 100 баллов.

Оценка экологического риска приведена в таблице 2.5, суммарного – в таблице 2.6.

Таблица 2.5 – Характеристики экологического риска для каждого фактора

Характеристика риска	Значение, баллы	
	от	до
Несущественный	1	2
Малый	3	5
Возможный	6	10
Существенный	1	19
Высокий	20	25

Таблица 2.6 – Характеристики суммарного риска

Характеристика риска	Значение, баллы	
	от	до
Несущественный	4	8
Малый	9	20
Возможный	21	35
Существенный	35	60
Высокий	61	100

Таблица 2.7 – Вероятности реализации опасности P_A

Качественная характеристика частоты	Частота события	Баллы
Практически невозможно	$< 10^{-6}$ в год	1
Маловероятно	$10^{-6} - 1$ раз в 20 лет	2
Редко	1 раз в 20 лет – 1 раз в 5 лет	3
Возможно	1 раз в 5 лет – 1 раз в год	4
Часто	Чаше, чем 1 раз в год	5

Оценка вероятности реализации опасности приведена в таблице 2.7, тяжести последствий – в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Тяжести последствий T_A

Тяжесть последствий	Потенциальные последствия для людей	Баллы
Легкая	Без травмы, травма потенциально возможна	1
Незначительная	Незначительная травма без временной потери трудоспособности	2
Значительная	Легкий несчастный случай с потерей трудоспособности до 60 дней	3
Крупная	Тяжелый несчастный случай	4
Катастрофическая	Групповой несчастный случай или несчастный случай со смертельным исходом	5

Матрица оценки экологического риска одиночного фактора приведена на рисунке 2.12.

Тяжесть последствий

Вероятность реализации

		1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	5
2	2	2	4	6	8	10
3	3	3	6	9	12	15
4	4	4	8	12	16	20
5	5	5	10	15	20	25

Рисунок 2.12 –Матрица оценки экологического риска одиночного фактора

Следующим этапом управления рисками является выбор наиболее эффективных мер по их снижению, при этом план соответствующих мероприятий составляется с учетом финансовых ограничений.

Для оценки уязвимости береговых сообществ Лужской губы к воздействию дреджинга строили КЭУ. Основой для КЭУ послужили данные о пространственно-временном распределении различных компонентов водной биоты, полученные в ходе проведенных исследований (рисунок 2.13).

В качестве основных принципов построения КЭУ при использовании описанного подхода выбраны:

- биоцентризм – ориентация на оценку состояния прибрежных биологических сообществ (а не абиотической среды);
- интегральность – оперирование интегральными характеристиками биологических сообществ (видовое разнообразие, биомасса);
- учет антропогенного (техносферного) фактора;

3 Результаты мониторинговых наблюдений в Лужской губе

3.1 Мониторинг абиотических параметров

Изменение качества воды по гидрохимическим показателям

По данным мониторинга за период с 2008 по 2014 гг., воды Лужской губы по гидрохимическим показателям характеризовались как «умеренно-загрязненные». В целом химический состав не свидетельствовал о наличии техногенного загрязнения. В некоторых пробах было установлено незначительное превышение ПДК_{рыбхоз.} по нитратам, алюминию, меди и марганцу.

На рисунке 3.1 приведена диаграмма изменения качества природных вод в период мониторинговых исследований с 2008 по 2014 гг.

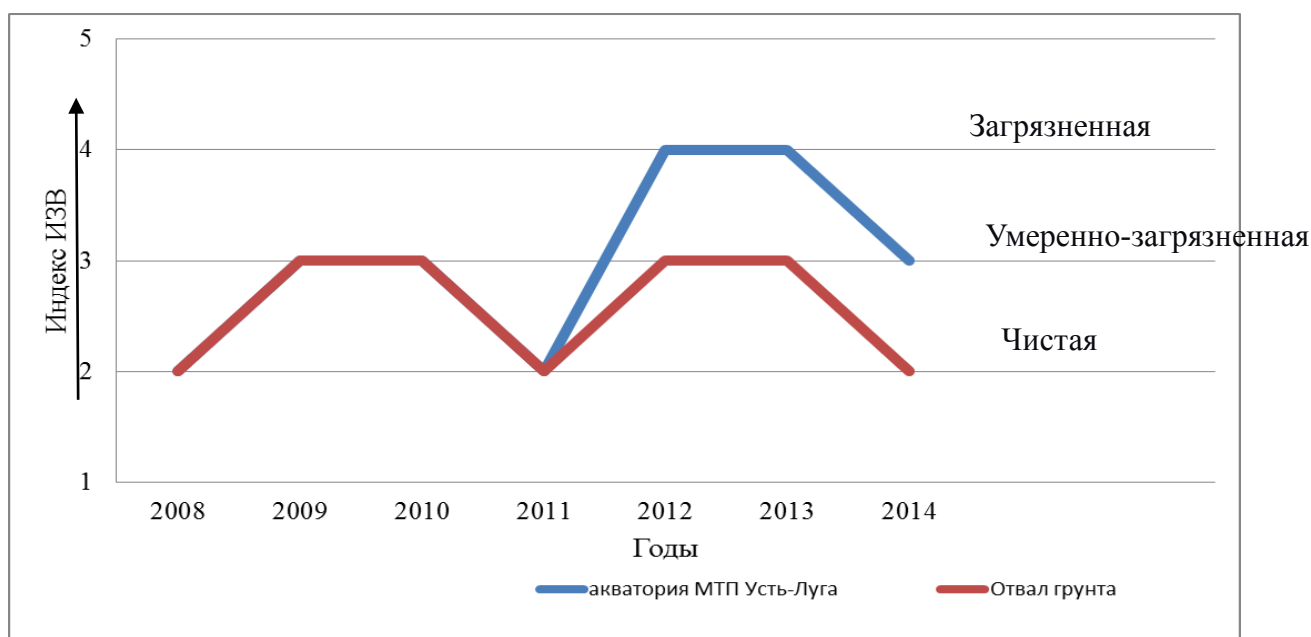


Рисунок 3.1 –Диаграмма изменения качества природных вод в период с 2008 по 2014 гг.

С 2008 по 2010 гг. превышение ПДК_{рыбхоз.} было зафиксировано по таким показателям, как медь, никель, нефтепродукты, взвешенные вещества. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) менялся от 0.30 до 3.98. Максимальные значения ИЗВ

относятся к прибрежной зоне Лужской губы и устьевой части реки Луга. Основной вклад в ИЗВ вносили нефтепродукты.

В 2011 г. превышение ПДК_{рыбхоз.} было отмечено по таким показателям, как медь, БПК₅, взвешенные вещества. ИЗВ на акватории Лужской губы составил 0.49 – 0.66, воды могут быть отнесены к категории «чистые».

В 2012 г. превышение ПДК_{рыбхоз.} было по таким показателям как свинец, мышьяк, нефтепродукты, взвешенные вещества. ИЗВ менялся от 0.89 до 3.56. Воды могут быть отнесены к категории «загрязненные».

С 2013 по 2014 гг. превышение ПДК_{рыбхоз.} отмечено по таким показателям, как свинец, мышьяк, нефтепродукты, взвешенные вещества, в единичных случаях также – фенолы, железо общее, кобальт, азот нитритов. В 2013 г. ИЗВ менялся от 0.4 до 1.94. Соответственно, воды могут быть отнесены к категории «загрязненная». В 2014 г. ИЗВ менялся от 0.63 до 2.99. Воды могут быть отнесены к категории «умеренно загрязненные».

В таблице 3.1 представлено изменения класса качества вод – как на акватории проведения дноуглубительных работ, так и в районе отвала.

Таблица 3.1 – Результаты изменения класса качества вод

Годы	Акватория МТП Усть-Луга	Отвал грунта	Класс качества вод (акватория)
2008	2	2	Чистая
2009	3	3	Умеренно загрязненная
2010	3	3	Умеренно загрязненная
2011	2	2	Чистая
2012	4	3	Загрязненная / Умеренно загрязненная
2013	4	3	Загрязненная / Умеренно загрязненная
2014	3	2	Умеренно загрязненная / Чистая

Ухудшения качества воды наблюдалось в период с 2009 по 2010 гг. как на самой акватории, так и в районе отвала грунта. Аналогичное ухудшение зафиксировано с 2012 по 2013 гг., однако класс загрязнения акватории и района отвала грунта отличался. Класс качества на акватории соответствовал категории «загрязненная», в районе отвала – «умеренно-загрязненная». В 2014 г. класс качества воды улучшился.

Содержание взвешенных веществ в водной толще рассматриваемой акватории напрямую связано с проводимыми на строящихся объектах дноуглубительными работами и является показателем оказываемого воздействия на водный объект.

Важно выделить, что в период с 2008 по 2011 г. (основной период проведения дноуглубительных работ) встречаются локальные максимумы концентрации взвешенных веществ на участках дноуглубления. В период с 2012 по 2014 гг. подобные очаги мутности не прослеживаются. Диаграмма распределения концентраций взвешенных веществ по всем объектам исследований за период с 2008 по 2014 г. представлена на рисунке 3.2.

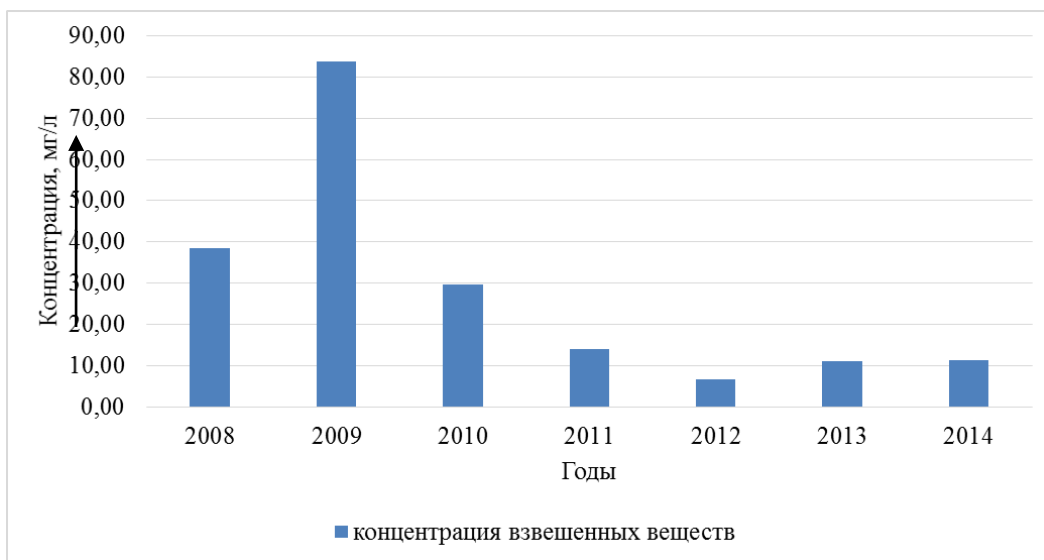


Рисунок 3.2 – Диаграмма изменения концентрации взвешенных веществ природных вод в период с 2008 по 2014 гг.

Распределение взвешенных веществ в природной воде изучено на объектах:

- строительство Северного подходного канала МТП Усть-Луга;
- проведение ремонтных дноуглубительных работ в МТП Усть-Луга, 2011 г.;

– формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга.

На рисунке 3.3 показано распределение взвешенных веществ в природной воде. Вертикальные кривые характеризуют стратификацию водной толщи и позволяют рассматривать интенсивность вертикального перемешивания в период с 2008 по 2009 гг. (до и по окончании работ). Основное распространение взвешенных веществ в поверхностном слое направлено в северном направлении. До начала работ и появления антропогенных источников взвешенных веществ, существенную роль в периоды с 2008 по 2009 гг. на исследованной акватории играл сток реки Хаболовка.

Максимальные концентрации взвешенных веществ были отмечены на акватории в периоды проведения дноуглубительных работ и менялись в 2008 г. от 2.40 до 46.48 мг/л, в среднем составляя 11.73 мг/л, и в 2009 г. от 2 до 166 мг/л, в среднем составляя 44 мг/л. Максимумы в пространственном распределении взвешенных веществ, приуроченные к придонному слою водной толщи (46.48 и 166 мг/л), были отмечены на самом северном участке акватории, в южной части МТП Усть-Луга и на акватории Южного подходного канала порта, то есть – в местах проведения дноуглубительных работ. Наиболее низкие значения содержания взвешенных веществ (менее 25 мг/л) относятся к пробам, отобраным на фоновой станции к западу от банки Мерилода, а также на новом отвале грунта у банки Вальштейна и на старом отвале грунта у банки Мерилода.

Для определения сходимости результатов лабораторных исследований и данных зонда выполнен расчет коэффициента корреляции между показаниями зонда и содержанием взвешенных веществ, рассчитанный по данным проб со всех горизонтов (рисунок. 3.4). Коэффициент корреляции оказался достаточно низким (0.50), что обусловлено высокими вертикальными градиентами содержания взвешенных веществ в водной толще, вызывавшими значительную разницу между слоями отбора проб воды и слоем измерений оптической мутности.

При расположении зонда и пробоотборника воды у поверхности, чтобы контролировать отбор пробы и измерения оптической мутности в одном слое, это обусловило высокий (0.93) коэффициент корреляции между показаниями зонда и содержанием взвешенных веществ, рассчитанный по данным проб с поверхностного горизонта.

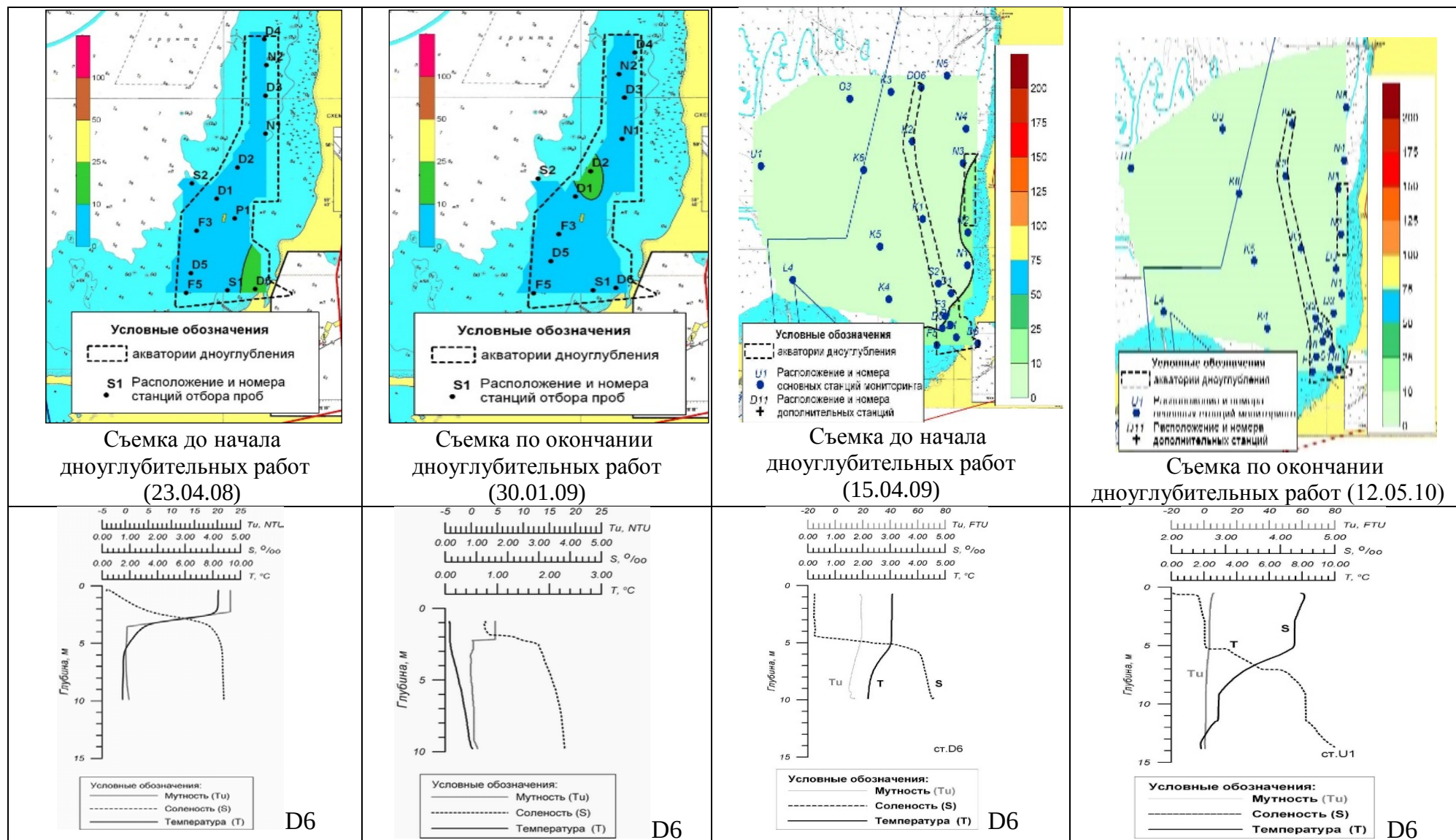


Рисунок 3.3– Распределение в поверхностном слое взвешенных веществ, вертикальные распределения температуры, солености и оптической мутности

Наличие значимой связи между двумя параметрами позволило рассчитать коэффициенты уравнения линейной регрессии (вида $Y=b \times D+a$) методом наименьших квадратов. Расчетное уравнение имеет вид:

$$Y = 1.44 \times D - 12.1, \quad (3.1)$$

где Y – содержание взвешенных веществ, мг/л;

D – показания датчика оптической мутности, NTU.

Данная зависимость отображена на рисунке 3.4.

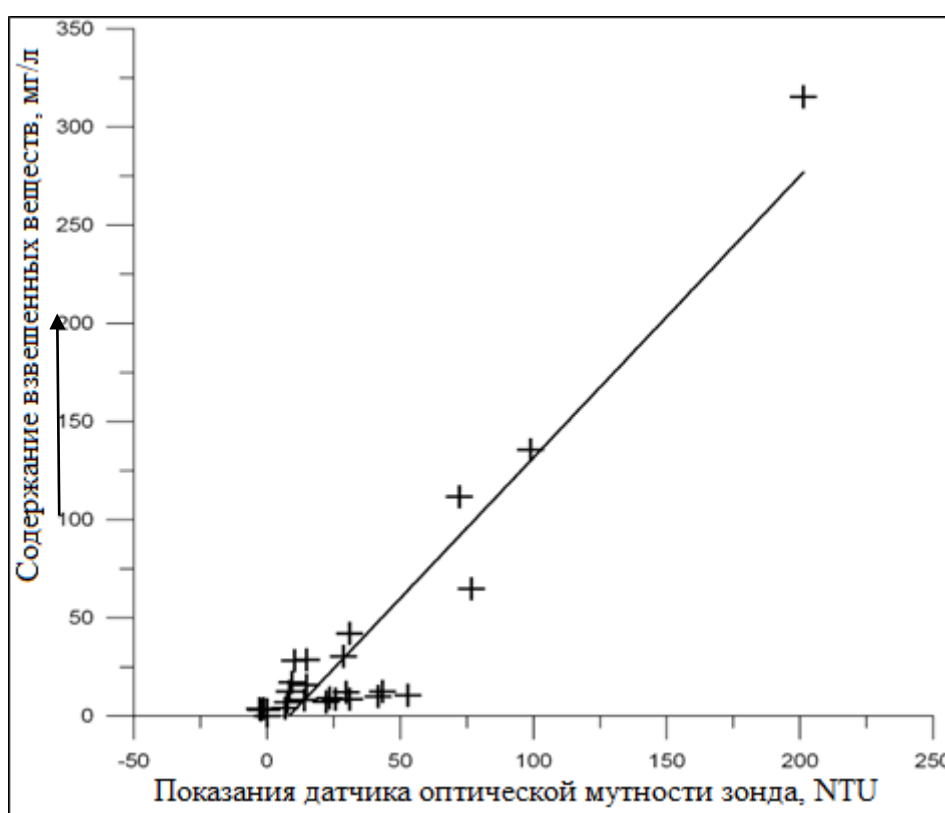


Рисунок 3.4– График зависимости между показаниями зонда и лабораторно зафиксированными содержаниями взвешенных веществ (поверхностный горизонт)

Проверка адекватности регрессионной модели (уровень значимости 0.05) показала, что модель адекватна ($F = 182.81 \gg F_{кр} = 19.45$), коэффициент детерминации равен 0.88.

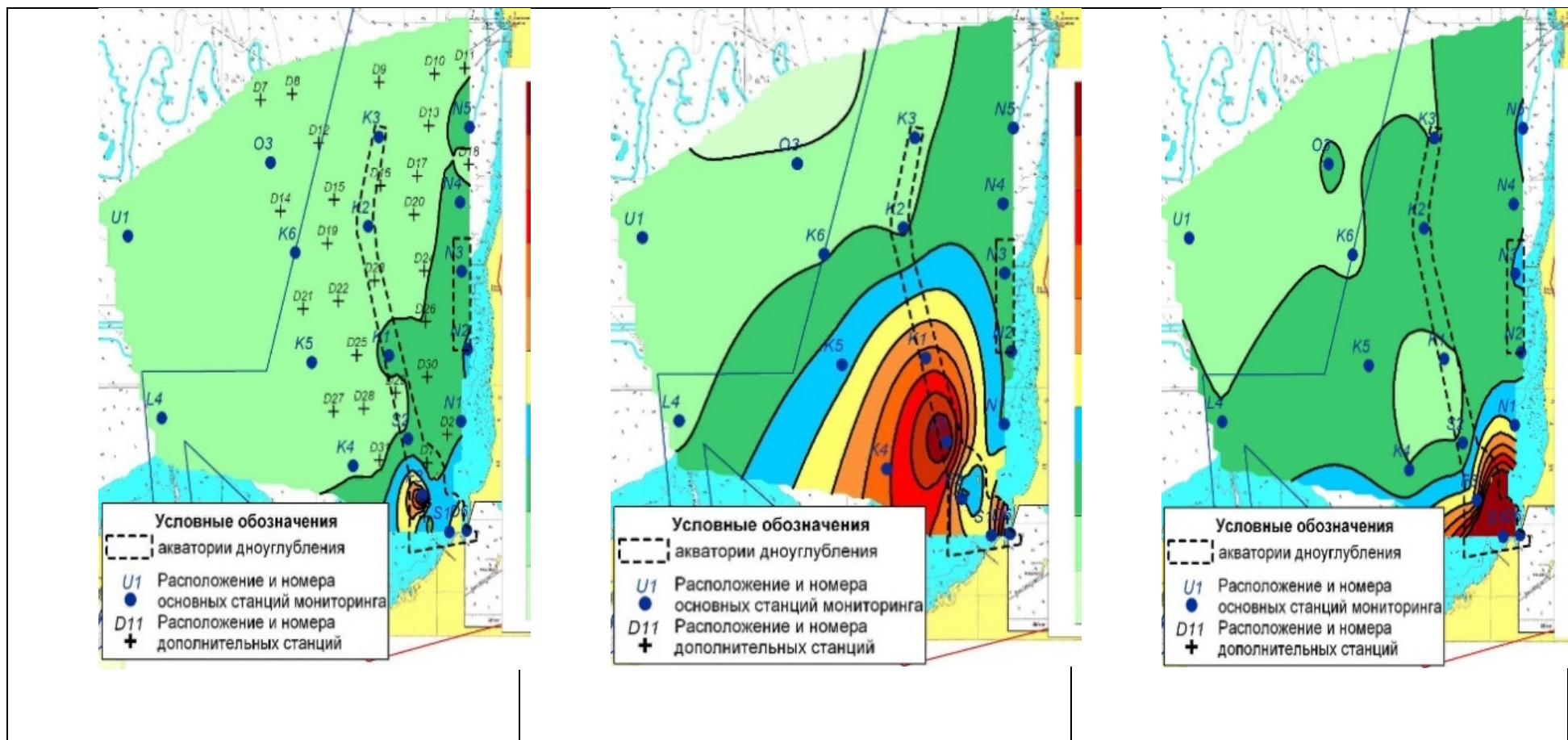
Проверка значимости параметров регрессионной модели, показала, что коэффициент «b» значим ($t_b = 13.43 > t_{кр} = 2.41$), коэффициент «a» незначим ($t_a = 2.11 < t_{кр} = 2.41$).

Продолжающиеся дноуглубительные работы и работы по образованию территории увеличили нагрузку на водный объект. Содержание взвешенных веществ на акватории заметно выросло и менялось в диапазоне от 16 до 660 мг/л, в среднем составляя 63 мг/л (рисунок 3.5). Содержание взвешенных веществ росло по направлению к южной части порта, где проводились капитальные дноуглубительные работы (ФГУП «Росморпорт») и работы по образованию территории (ОАО «Компания Усть-Луга»). Максимумы в пространственном распределении взвешенных веществ в Лужской губе приурочены к промежуточному и придонному слоям водной толщи в южной части МТП Усть-Луга и на акватории Южного подходного канала порта. Наиболее низкие значения содержания взвешенных веществ (менее 25 мг/л) относятся к пробам, отобраным на фоновой станции к западу от банки Мерилода, а также на новом отвале грунта у банки Вальштейна и на старом отвале грунта у банки Мерилода. Основным источником поступления взвешенных веществ в Лужскую губу остаются дноуглубительные работы на акваториях Южного подходного канала порта, Контейнерного терминала и Южной акватории порта, а также работы по образованию территории в южной части МТП Усть-Луга.

На отвале среднее содержание взвешенных веществ в поверхностном слое воды составляет 14 мг/л, у дна – 25 мг/л, в промежуточном слое – 26 мг/л. Слой скачка практически уничтожен осенней конвекцией, практически равномерно распределяющей взвешенные частицы в водной толще.

После окончания дноуглубительных работ и работ по образованию территории (12.05.2010) содержание взвешенных веществ на акватории Лужской губы вернулось к состоянию весны 2009 г. (рисунок 3.6).

Содержание взвешенных веществ на акватории менялось от 1.50 до 10.58 мг/л, в среднем составляя 4.12 мг/л. Максимальные значения отмечены в поверхностном слое у устья реки Хаболовка. Вертикальная изменчивость выражена слабо. Лужская губа за 4.5 месяца успешно ассимилировала поступившие в нее взвешенные вещества.



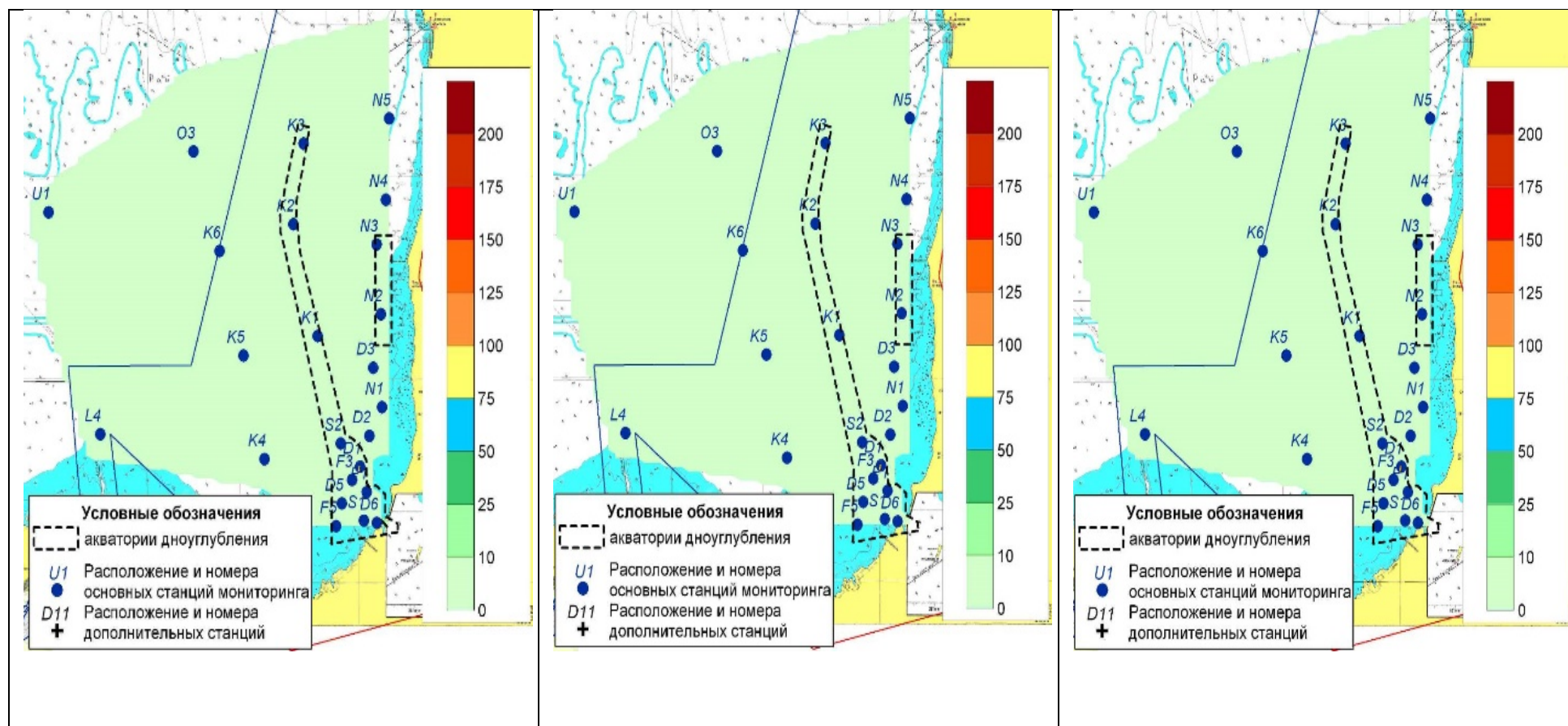
А) поверхностный горизонт

Б) промежуточный горизонт

В) придонный горизонт

Рисунок 3.5 – Схема распределения взвешенных веществ на акватории Лужской губы во время дноуглубительных работ

(08.11.2009)



А) поверхностный горизонт

Б) промежуточный горизонт

В) придонный горизонт

Рисунок 3.6 – Схема распределения взвешенных веществ на акватории Лужской губы по окончании дноуглубительных работ 2009 г. (12.05.2010)

Рассматриваемые гидрологические параметры – такие, как температура и соленость – не зависят от проводимых на акватории гидротехнических работ по строительству Северного подходного канала МТП Усть-Луга. Основными факторами их формирования выступают солнечная радиация, стоки рек, метеорологические характеристики, общая циркуляция акватории, сообщение с соседними акваториями, глубина и рельеф дна водного объекта.

Обобщая полученные данные, можно отметить, что в условиях наблюдавшейся устойчивой стратификации пятно повышенной мутности наблюдалось в квазиоднородном слое. В периоды неустойчивой стратификации, развивающейся на фоне свободной конвекции, вследствие вертикального перемешивания природных вод распределение мутности становилось однородным по всей глубине.

Основные результаты исследований проб природной воды на содержание взвешенных веществ и основные результаты вертикального зондирования водной толщи CTD-зондом с оптическим датчиком мутности, сведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Основные результаты исследований района дноуглубительных работ на Северном подходном канале МТП Усть-Луга и ближайшей акватории

Горизонт	Содержание взвешенных веществ в пробах природной воды, мг/дм ³			Значение мутности по данным оптического датчика CTD зонда, NTU.		
	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.
До начала работ (30 сентября 2010 г.)						
Поверхностный	26.6	<3	11.18	36.5	-1.3	11.38
Промежуточный	113.7	<3	35.42	111.4	-1.3	33.42
Придонный	143.1	3.4	45.84	168.5	0.5	42.42
Во время работ (8 и 9 декабря 2010 г.)						
Поверхностный	26	5.4	11.92	24.7	6.9	13.02
Промежуточный	28	6.2	14.4	16.9	6.2	13.2
Придонный	25	5.4	12.4	40.5	8.4	22.15

Продолжение таблицы 3.2

Горизонт	Содержание взвешенных веществ в пробах природной воды, мг/дм ³			Значение мутности по данным оптического датчика STD зонда, NTU.		
	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.
По завершению работ (7 мая 2011 г.)						
Поверхностный	6.7	10.1	8	2.8	2.4	2.6
Промежуточный	9.7	6.1	7.6	11	2.5	6.1
Придонный	13.6	6.6	8.9	22	7	13.8

Полученные результаты свидетельствуют об их схожести, то есть, они не противоречат друг другу.

Графическая интерпретация полученных результатов представлена на рисунках с 3.7 по 3.12. На представленных ниже рисунках отображено горизонтальное распределение взвешенных веществ (поле мутности) по данным STD-зонда с оптическим датчиком мутности и по результатам аналитических исследований проб природной воды на содержание взвешенных веществ. Горизонтальные поля мутности представлены для трех основных горизонтов (поверхностного, промежуточного и придонного). На рисунки нанесены участки дноуглубительных работ в 2010 г. (сплошная линия черного цвета), границы подводного отвала грунта (штрихпунктирная линия черного цвета), основные станции отбора проб природной воды и STD-зондирования (точки черного цвета), дополнительные станции отбора проб природной воды на взвешенные вещества и STD-зондирования (крестики черного цвета).

Поле мутности до начала дноуглубительных работ на Северном подходном канале МТП Усть-Луга изображено на рисунках 3.7 и 3.8. В поверхностном NTU – наблюдается в районе станции № 3. В ближайшей акватории содержание взвешенных веществ в два раза ниже отмеченного максимума. Среднее значение содержания взвешенных веществ, по всей рассматриваемой акватории, в поверхностном горизонте – 11.18 мг/дм³ (11.38 NTU). В нижележащих слоях водной толщи, поверхностный и придонный горизонты, также прослеживается локальный максимум в районе станции № 3, при этом содержание взвешенных веществ в природной воде значительно увеличивается, промежуточный горизонт

А – поверхностный горизонт	Б – промежуточный горизонт	В – придонный горизонт

Рисунок 3.7 – Горизонтальное распределение поля мутности по данным STD-зонда с оптическим датчиком мутности. Дата выполнения съемки 30 сентября 2010 г.

Г – поверхностный горизонт	Д – промежуточный горизонт	Е – придонный горизонт

Рисунок 3.8 – Горизонтальное распределение поля мутности по данным аналитического исследования проб природной воды на содержание взвешенных веществ. Дата выполнения съемки 30 сентября 2010 г.

Ж – поверхностный горизонт	З – промежуточный горизонт	И – придонный горизонт

Рисунок 3.9 – Горизонтальное распределение поля мутности по данным STD-зонда с оптическим датчиком мутности. Дата выполнения съемки 8 и 9 декабря 2010 г.

К – поверхностный горизонт	Л – промежуточный горизонт	М – придонный горизонт

Рисунок 3.10 – Горизонтальное распределение поля мутности по данным аналитического исследования проб природной воды на содержание взвешенных веществ. Дата выполнения съемки 8 и 9 декабря 2010 г.

Н – поверхностный горизонт	О – промежуточный горизонт	П – придонный горизонт

Рисунок 3.11 – Горизонтальное распределение поля мутности по данным CTD-зонда с оптическим датчиком мутности. Дата выполнения съемки 7 мая 2011 г.

Р – поверхностный горизонт	С – промежуточный горизонт	Т – придонный горизонт

Рисунок 3.12– Горизонтальное распределение поля мутности по данным аналитического исследования проб природной воды на содержание взвешенных веществ. Дата выполнения съемки 7 мая 2011 г.

113.7 мг/дм³ (111.4 NTU), придонный горизонт 143.1 мг/дм³ (168.5 NTU) станциях, лежащих на границе рассматриваемой области, величина содержания взвешенных веществ снижается в 10 раз и близка к значению ПДК_{рыб.хоз.} для морских вод. Среднее значение содержания взвешенных веществ в природной воде для рассматриваемой области – 35.42 мг/дм³ (33.42 NTU) промежуточный горизонт, 45.84 мг/дм³ (42.42 NTU) придонный горизонт.

В районе дноуглубления Северного подходного канала МТП Усть-Луга и на ближайшей акватории, на момент выполнения гидротехнических работ в 2010 г. отмеченное ранее поле мутности претерпело значительные изменения. Отмеченные ранее высокие значения содержания взвешенных веществ в природной воде больше не наблюдались (см. рисунки 3.9 и 3.10). Наблюдается малоградиентное поле мутности с максимальным значением концентрации взвешенных веществ в районе станции № 4 поверхностный горизонт 26 мг/дм³ (24.7 NTU) и станции № 2 промежуточный 28 мг/дм³ (16.9 NTU) и придонный рассматриваемой акватории – 11.92 мг/дм³ (13.02 NTU) поверхностный горизонт, 14.4 мг/дм³ (13.2 NTU) промежуточный горизонт и 12.4 мг/дм³ (22.15 NTU) придонный горизонт. В районе подводного отвала грунта поле мутности исследовалось только в поверхностном горизонте. В выявленном поле мутности отсутствуют локальные максимумы концентрации взвешенных веществ. По всей рассматриваемой области наблюдается малоградиентное поле со средним значением содержания взвешенных веществ 5.07 мг/дм³ (4.5 NTU).

После завершения работ по строительству Северного подходного канала в МТП Усть-Луга в 2010 г. в районе дноуглубления и ближайшей акватории наблюдается равномерное малоградиентное распределение взвешенных веществ в природной воде. Явные локальные максимумы не прослеживаются. Среднее содержание взвешенных веществ в природной воде – 8 мг/дм³ (2.6 NTU) поверхностный горизонт, 7.6 мг/дм³ (6.1 NTU) промежуточный горизонт и 8.9 мг/дм³ (13.8 NTU) придонный горизонт (см. рисунки 3.11 и 3.12).

Важно отметить, что данные, характеризующие поле мутности и получаемые в ходе вертикально зондирования водной толщи CTD-зондом с оптическим датчиком мутности, имеют размерность (NTU), не связанную с общепринятой размерностью СИ. Данные, полученные в ходе химико-аналитических

исследований проб природной воды, имеют размерность килограмм на дециметр кубический и относятся к системе СИ. Для качественного и корректного анализа полученных результатов был выполнен корреляционный анализ для выявления статистической зависимости между полученными данными.

Корреляционный анализ проводился для данных вертикального зондирования водной толщи и результатов, аналитических исследований проб природной воды на равных горизонтах и полученных в ходе выполнения трех съемок экологического мониторинга. Всего при выполнении корреляционного использовалось 68 значений концентрации взвешенных веществ в пробах природной воды и 68 значений величины мутности по данным CTD-зонда. Этого достаточно для выполнения качественного классического корреляционного анализа (минимально приемлемое количество значений для расчета 33).

В результате расчетов коэффициент корреляции получился равным $R = 0.94$. Для оценки его значимости был применен критерий Стьюдента. По данным длинны выборки, коэффициенту корреляции, и коэффициенту вероятности (0.05) рассчитывалось значение $t = 123.65$ и $t_{кр} = 1.99$. Полученные значения t статистики сравнивались между собой ($t > t_{кр}$), в результате чего можно сделать вывод, что коэффициент корреляции значим. Значимый коэффициент корреляции близкий по значению к 1 говорит о том, что между рассматриваемыми характеристиками существует сильная прямая зависимость.

Для оценки явности характера выявленной зависимости между значениями концентрации взвешенных веществ в природной воде и данными о величине мутности CTD-зонда проводился линейный регрессионный анализ. В результате расчетов уравнение регрессии приняло вид $Y = 0.84 \times B + 2.01$. Оценивая основные характеристики полученной регрессионной модели можно отметить следующее: коэффициент детерминации равен 0.89, что говорит о 89 % вклада модели в дисперсию исходного ряда. Проверка адекватности модели выполнялась по критерию Фишера $F = 513.58$, который сравнивался с $F_{теор} = 3.98$, в результате ($F > F_{теор}$) модель можно считать адекватной. Полученные в результате расчетов коэффициенты a и b , проверялись на значимость по критерию Стьюдента. В результате получились следующие значения: $a_t = 22.67$, $a_{таб} = 1.95$ $t_{ор} = 1.99$, в

результате сравнения ($a_t > a_{top}$, $b_t < b_{top}$) коэффициент, а значим, коэффициент b не значим, его вклад в уравнение модели незначителен.

Графическое представление полученной модели линейной регрессии представлено на рисунке 3.13.

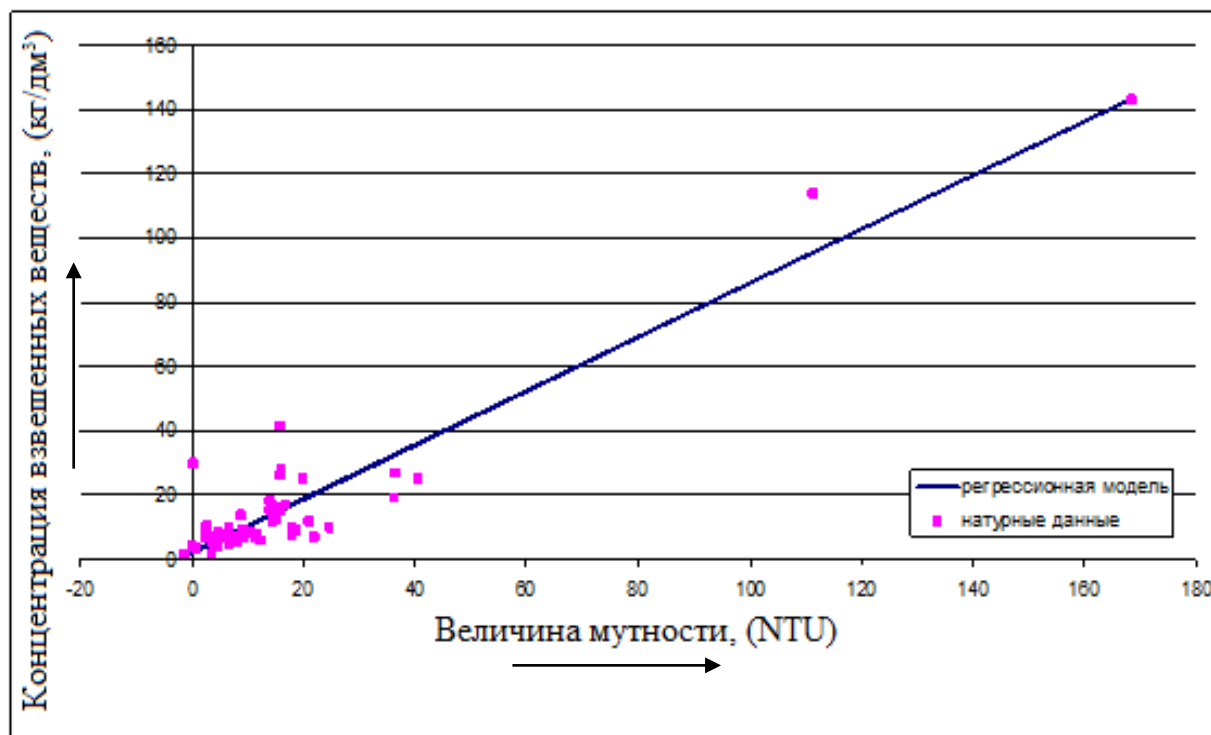


Рисунок 3.13 – График зависимости натуральных данных и данных, пересчитанных по регрессионной модели

Подводя итог проделанным расчетам, можно отметить, что данные, полученные в ходе лабораторных исследований проб природной воды на содержание в ней взвешенных веществ, и данные о величине мутности природной воды, полученные в ходе СТД-зондирования, не противоречат друг другу. Между ними выявлена линейная связь, на основании которой построена регрессионная модель, позволяющая качественно интерпретировать физическую суть полученных в результате СТД-зондирования данных о величине мутности.

Обобщая результаты трех съемок экологического мониторинга, можно отметить, что сильного замутнения рассматриваемых участков акватории Лужской губы при проведении дноуглубительных работ на Северном подходном канале МТП Усть-Луга не произошло. На момент проведения дноуглубительных работ максимально отмеченные концентрации взвешенных веществ в пробах природной

воды превышали ПДК_{рыб.хоз.} от 1.1 до 2.7 раза. До начала дноуглубительных работ выделялись локальные максимумы мутности с содержанием в них взвешенных веществ, в 10 раз превышающем ПДК_{рыб.хоз.} После завершения дноуглубительных работ содержание взвешенных веществ в природной воде по всем рассматриваемым участкам акватории Лужской губы ниже ПДК_{рыб.хоз.}, что говорит о возвращении акватории к своему естественному состоянию.

В 2011 г. проводился мониторинг за проведением дноуглубительных работ при проведении ремонтного черпания. Основные результаты лабораторных исследований проб природной воды на содержание взвешенных веществ и основные результаты вертикального зондирования водной толщи CTD-зондом с оптическим датчиком мутности сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Основные результаты исследований района ремонтных дноуглубительных работ в МТП Усть-Луга

Горизонт	Содержание взвешенных веществ в пробах природной воды, мг/дм ³			Значение мутности по данным оптического датчика CTD-зонда, NTU		
	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.
До начала дноуглубительных работ						
Среднее по глубине	21	2.5	6.15	35.7	1.8	16.5
Во время дноуглубительных работ (данные за 2 съемки)						
Среднее по глубине	91	2.5	33.46	137	4.6	53.3
По завершению дноуглубительных работ						
Среднее по глубине	1.5	1.5	1.5	4.8	1.1	3.2

Обобщая полученные результаты, можно отметить, что данные, полученные в ходе исследований проб природной воды на содержание в ней взвешенных веществ, и данные о величине мутности природной воды, полученные в ходе CTD-зондирования, не противоречат друг другу.

На момент проведения ремонтных дноуглубительных работ максимально отмеченные концентрации взвешенных веществ в пробах природной воды превышали ПДК_{рыб.хоз.}. Превышения по взвешенным веществам были отмечены на станциях, расположенных на акватории порта, и в придонном горизонте на станции NO1 (в районе отвала грунта) – 53 мг/дм³ (5 ПДК). Выделился локальный максимум мутности с содержанием в нем взвешенных веществ до 9 раз, превышающем ПДК_{рыб.хоз.} – съемка в ходе проведения ремонтных дноуглубительных работ 04.10.2011, станция А1 в районе акватории порта (91 мг/дм³). После завершения дноуглубительных работ содержание взвешенных веществ в природной воде на рассматриваемом участке акватории Лужской губы не превышало ПДК_{рыб.хоз.}, что свидетельствует о возвращении акватории к своему естественному состоянию.

В 2012 г. проводились наблюдения при проведении работ по «Формированию акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала, Ленинградская область. Акватория комплекса перегрузки сжиженного углеводородного газа (СУГ) и Акватория контейнерного терминала 2-я и 3-я очереди, этап 2.1».

Результаты, представленные в таблице 3.3, не противоречат друг другу.

Основные результаты исследований проб природной воды на содержание взвешенных веществ и основные результаты вертикального зондирования водной толщи CTD зондом с оптическим датчиком мутности сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Основные результаты исследований проб природной воды

Горизонт	Содержание взвешенных веществ в пробах природной воды, мг/дм ³			Значение мутности по данным оптического датчика CTD зонда, NTU		
	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.
До начала дноуглубительных работ						
Среднее по глубине	21	4	11.14	35	6	15
Во время дноуглубительных работ						
Среднее по глубине	14.6	3.4	8.75	18	5.5	11
По завершению дноуглубительных работ						
Среднее по глубине	3.9	3	3.07	6	5.5	5

На момент до начала проведения дноуглубительных работ максимально отмеченные концентрации взвешенных веществ в пробах природной воды превышали ПДК_{рыб.хоз.} в 1.6 и 2.1 раза. В период проведения дноуглубительных работ содержание взвешенных веществ превышало ПДК_{рыб.хоз.} в пробах природной воды, отобранных на станции А2 из придонного горизонта в 1.4 раза, на станции А1 из промежуточного и придонного горизонта – в 1.2 раза.

После завершения дноуглубительных работ содержание взвешенных веществ в природной воде на рассматриваемом участке акватории Лужской губы – ниже ПДК_{рыб.хоз.}, что говорит о возвращении акватории к своему естественному состоянию.

Исследования прозрачности природной воды

Результаты исследований при строительстве Северного подходного канала МТП Усть-Луга, ближайшей акватории и в районе подводного отвала грунта в 2010 г. приведены в таблице 3.5, в 2011 г. – в таблице 3.6.

Таблица 3.5 – Прозрачность природных вод Лужской губы, 2010 г.

Прозрачность природной воды, м		
макс.	мин.	средн.
До начала работ (сентябрь 2010 г.)		
1.1	1.8	1.6
Во время работ (декабрь 2010 г.)		
2.5	1.9	2.2
По завершению работ (май 2011 г.)		
2.8	2.2	2.5

Таблица 3.6 – Прозрачность природных вод Лужской губы, 2011 г.

Значения прозрачности природной воды, м		
макс.	мин.	средн.
До начала работ (07 мая 2011 г.)		
2.8	2.2	2.5
Во время работ (06 июля 2011 г.)		
1.5	1.0	1.3

Прдолжение таблицы 3.6

Значения прозрачности природной воды, м		
макс.	мин.	средн.
Во время работ (16 августа 2011 г.)		
1.4	0.8	1.2
По завершении работ (04 сентября 2011 г.)		
1.8	1.1	1.6

Отмеченные значения прозрачности природной воды в Лужской губе являются, в общем, нормальными и типичными для рассматриваемого водного объекта с учетом той техногенной нагрузки, которая на него оказывалась в июне – августе 2011 г. при проведении дноуглубительных работ на ряде объектов.

Результаты исследований в месте проведения ремонтных дноуглубительных работ в МТП Усть-Луга ближайшей акватории и в районе подводного отвала грунта приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Прозрачность природных вод Лужской губы, 2011 г.

Прозрачность природной воды, м		
макс.	мин.	средн.
До начала дноуглубительных работ		
2.8	2.2	2.5
Во время дноуглубительных работ (данные за 2 съемки)		
1.2	0.4	0.7
По завершению дноуглубительных работ		
1.6	1.0	1.2

В 2012 г. проводились наблюдения при проведении работ по акватории комплекса перегрузки сжиженного углеводородного газа (СУГ) и акватории контейнерного терминала 2-й и 3-й очереди, этап 2.1. Результаты исследований приведены в таблице 3.8.

Таким образом, пространственное распределение прозрачности природной воды полностью соответствует горизонтальному распределению поля мутности, а также интенсивности оказываемого техногенного воздействия.

Таблица 3.8 – Прозрачность природных вод Лужской губы, 2012 г.

Прозрачность природной воды, м		
макс.	мин.	средн.
До начала дноуглубительных работ		
2.0	1.6	1.8
Во время дноуглубительных работ (данные за 2 съемки)		
1.8	0.7	1.1
По завершению дноуглубительных работ		
1.6	1.1	1.2

Это позволяет оценить использованный метод как вполне корректный и отвечающий целям и задачам геоэкологического мониторинга.

Исследования качества донных отложений

Исследования проводили в период с 2008 по 2014 гг. Результаты, представленные в таблице 3.9 и на рисунке 3.14, показали, что большая часть исследованных образцов, собранных на акватории МТП Усть-Луга, ближайших участках и в районе подводного отвала грунта, относятся к 0 – 1 классу загрязнения и характеризуются как «чистые отложения» / «слабозагрязненные отложения». В соответствии с региональным нормативом, данные донные отложения могут использоваться для намыва территорий, отвала в водные объекты и других целей.

С 2009 по 2010 гг., в период интенсивного дноуглубления, практически все отобранные пробы относились к 0 классу загрязнения, а уже в процессе эксплуатации МТП Усть-Луга были зафиксированы пробы, относящиеся ко 2 и 3 классу загрязнения.

Таблица 3.9 – Изменения класса качества донных отложений

Класс загрязнения	Качество донных отложений по годам						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	0.64	0.85	1.00	0.58	0.50	0.54	0.71
1	0.27	0.15	0.00	0.42	0.38	0.14	0.29
2	0.09	0.00	0.00	0.00	0.13	0.29	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00

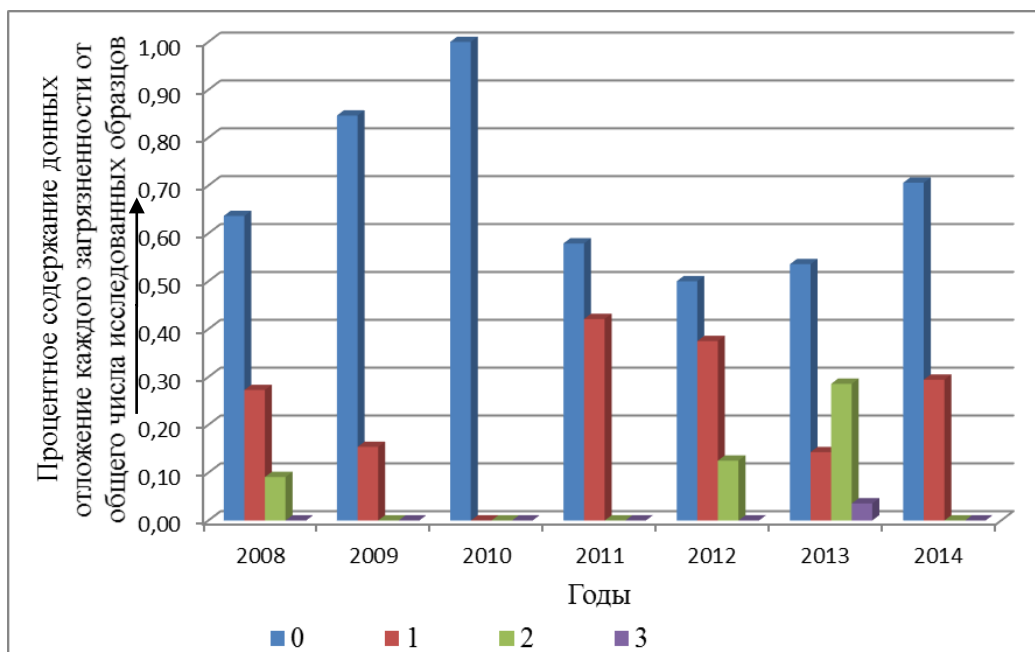


Рисунок 3.14 – Диаграмма изменения качества донных отложений с 2008 по 2014 гг.

3.2 Экспресс методика построения поля мутности на основе измеренных скоростей и направлений течений

Экспериментальные исследования показали, что в расчетах распространения взвесей по акватории Лужской губы, пренебрегать дивергенцией скорости течений нельзя.

Исходные данные для построения поля мутности:

- поле скоростей течений;
- координаты источника взвесей, скорость течения, и производительность источника (C_{0t}).

На примере объекта «Акватория Северной части МТП Усть-Луга» был протестирован метод построения пятна мутности в период проведения дноуглубительных работ. В таблицах 3.10, 3.11, 3.12 представлены исходные данные, положенные в основу расчета построения поля мутности.

Таблица 3.10 – Расчет массы взвешенных частиц, вышедших при извлечении грунта в течение месяца

Номер вида грунтов («Методика...», таблица 1.1)	Техническое средство	Средняя производительность(gv), м³/ч	Средний объем, отгружаемый в шаланду (V), м³	Отношение gv/V	Коэффициент $\sigma_{\text{ч}}$ («Методика...», таблица 1.4)	Коэффициент $V_{\text{ч}}$, («Методика...», таблица 1.5)	Плотность сухого грунта (γ_d), т/м³	Объем извлеченного за месяц грунта ($V_{\text{гр}}$), м³	Масса взвешенных частиц ($M_{\text{пм}}$), т/мес
6	Многочер- паковый земснаряд	279.7	443.2	0.6	0.00020	0.00042	1.72	300452.67	103.36

Таблица 3.11 – Сравнение предельно допустимого сброса (ПДС)с нормативами

Объект	Наименование загрязняющих веществ	ПДС, т/месяц	Расчет, т/месяц	Отношение (анализ/ПДС)
Акватория Северной части МТП Усть-Луга	Взвешенные вещества*	5360.53	103.36	0.019

Таблица 3.12 – Средний гранулометрический состав грунтов
дноуглубления

Гранулометрический состав		
фракции, мм		значение, %
от	до	
более 10		0.0
10	5	0.0
5	2	0.0
2	1	0.8

Продолжение таблицы 3.12

Гранулометрический состав		
фракции, мм		значение, %
от	до	
1	0.5	1.2
0.5	0.25	2.4
0.25	0.1	23.1
0.1	0.05	19.0
0.05	0.01	23.10
0.01	0.002	20.38
менее 0.002		10.07

В результате реализации данной задачи была разработана модель, ее вид показан на рисунках 3.15 и 3.16.

На рисунках 3.17 и 3.18 приведены результаты расчетов полей мутности, распространяющихся через 35 и 62 часа после начала ведения дноуглубительных работ.

На практике, величина предельно допустимой концентрации взвесей составляет 10 мг/л. По этой изолинии, площади полей мутности через 20, 35 и 62 часа после начала их развития составили соответственно 1.31, 3.58 и 14.22 км², средняя скорость приращения площади распространения поля мутности составляет 0.1 км²/ч. Таким образом, можно рассчитать среднее приращение площади поля мутности после 62 часов начала ведения дноуглубительных работ на любой последующий момент времени (таблица 3.13).

В итоге на примере ведения дноуглубительных работ в пределах акватории Лужской губы показана адекватность и эффективность предложенной технологии изучения процесса распространения взвесей.

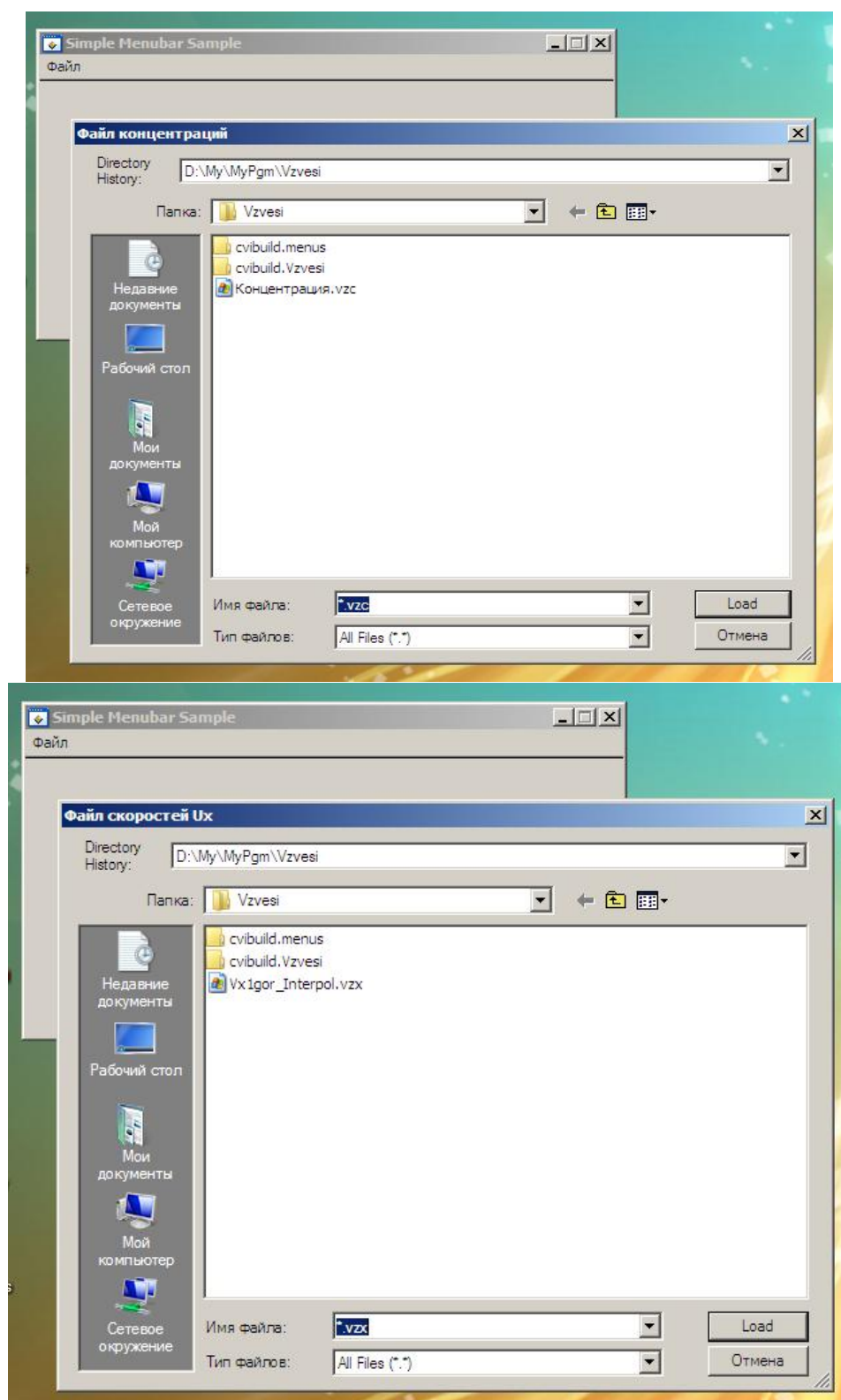


Рисунок 3.15 – Вид программы

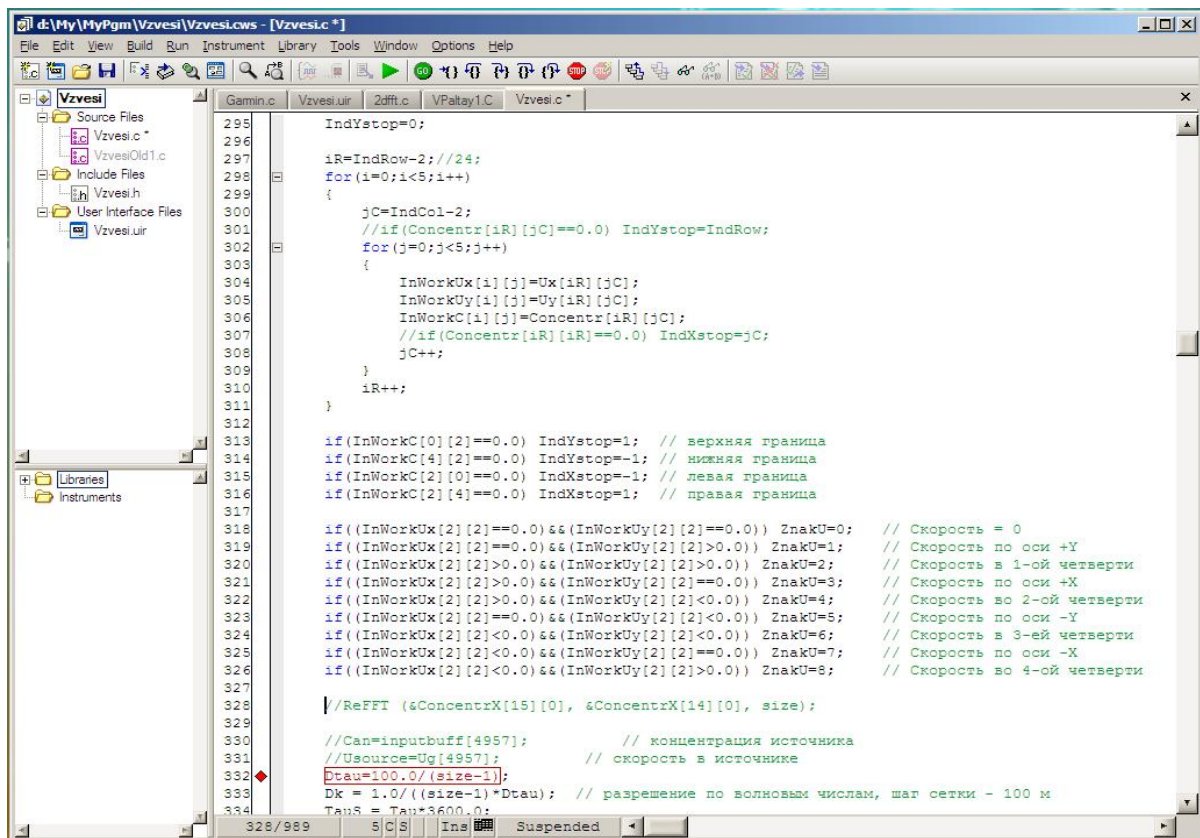


Рисунок 3.16 – Вид разработанной программы

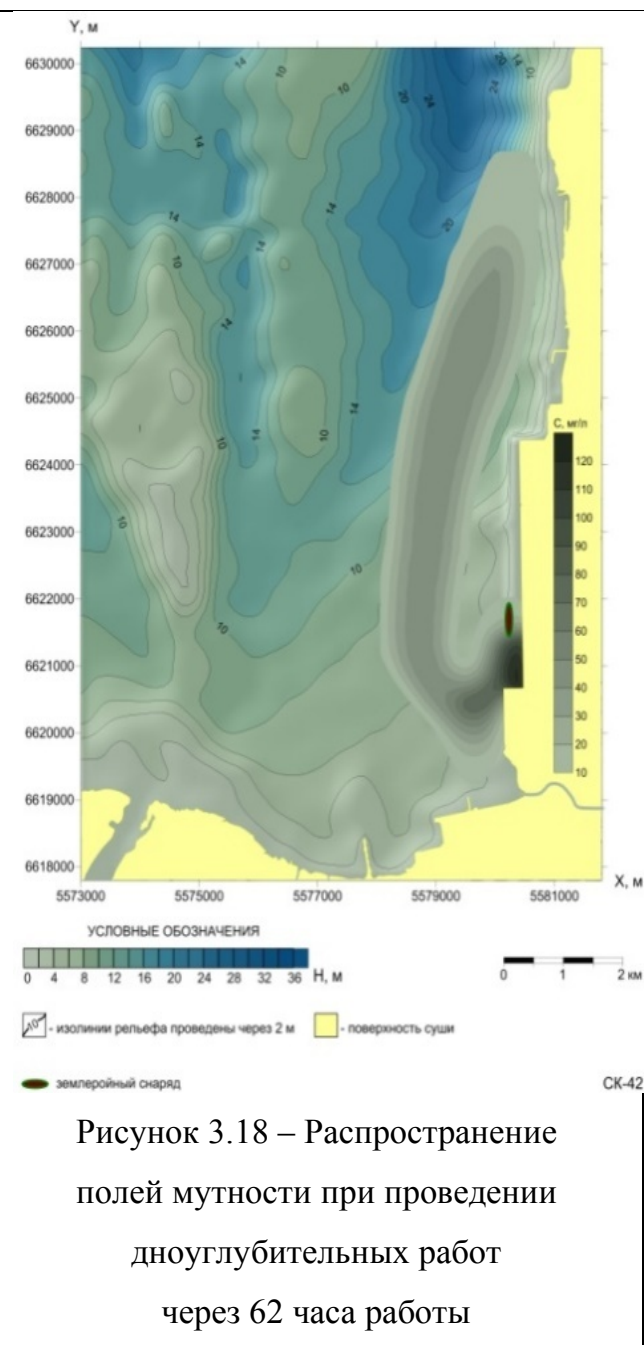
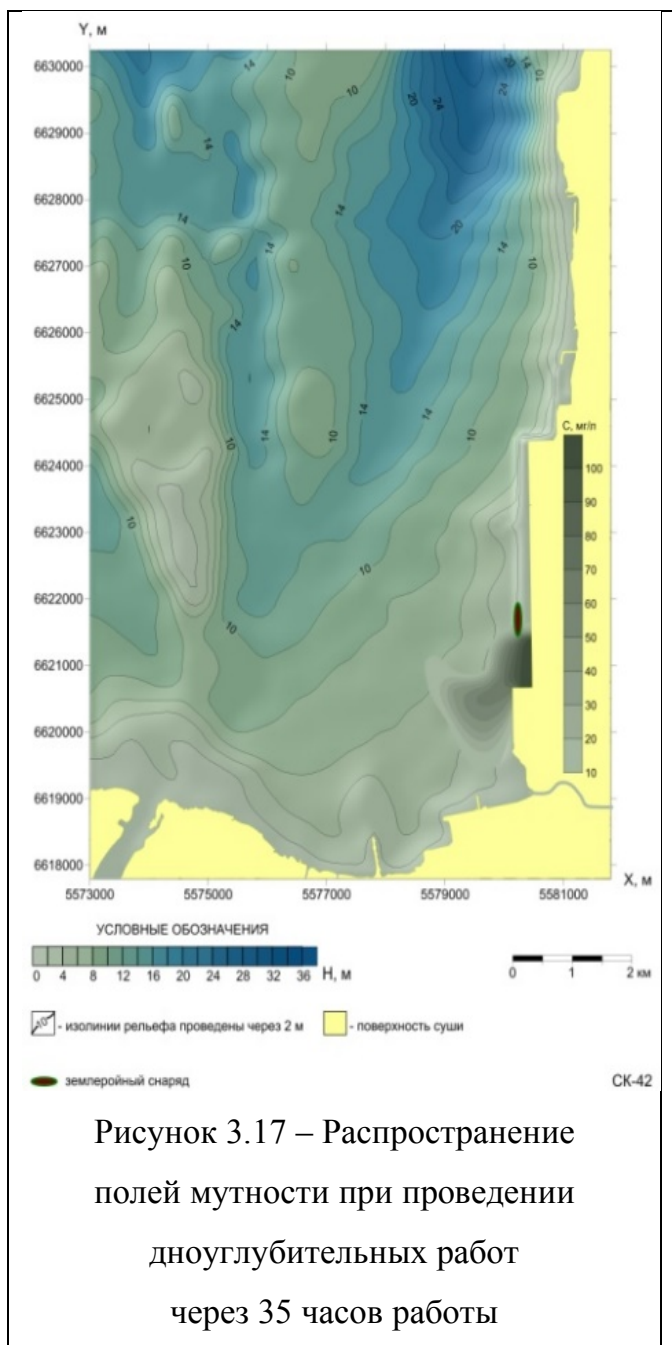


Таблица 3.13– Рассчитаны площади полей мутности

Площадь				Изолиния
см ²	м ²	км ²	км ²	
Изолиния 10 мг/л				
5.24	1310000	1.31	1.31	Площадь потока через 20 часов после начала работ
14.32	3580000	3.58	3.58	Площадь потока через 35 часов после начала работ
56.88	14220000	14.22	14.22	Площадь потока через 62 часа после начала работ

Продолжение таблицы 3.13

Площадь				Изолиния
см²	м²	км²	км²	
Изолиния 20 мг/л				
4.27	1067500	1.07	1.07	Площадь потока через 20 часов после начала работ
6.28	1570000	1.57	1.57	Площадь потока через 35 часов после начала работ
39.65	9912500	9.91	9.91	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния30 мг/л				
3.36	840000	0.84	0.84	Площадь потока через 20 часов после начала работ
5.08	1270000	1.27	1.27	Площадь потока через 35 часов после начала работ
29.98	7495000	7.5	7.5	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 40 мг/л				
2.27	567500	0.57	0.57	Площадь потока через 20 часов после начала работ
4.09	1022500	1.02	1.02	Площадь потока через 35 часов после начала работ
19.36	4840000	4.84	4.84	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 50 мг/л				
1.51	377500	0.38	0.38	Площадь потока через 20 часов после начала работ
2.3	575000	0.58	0.58	Площадь потока через 35 часов после начала работ
3.71	927500	0.93	0.93	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 60 мг/л				
1.96	490000	0.49	0.49	Площадь потока через 35 часов после начала работ
2.81	702500	0.7	0.7	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 70 мг/л				
1.26	315000	0.32	0.32	Площадь потока через 35 часов после начала работ
2.09	522500	0.52	0.52	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 80 мг/л				
0.98	245000	0.25	0.25	Площадь потока через 35 часов после начала работ
1.25	312500	0.31	0.31	Площадь потока через 62 часа после начала работ

Продолжение таблицы 3.13

Площадь				Изолиния
см ²	м ²	км ²	км ²	
Изолиния 90 мг/л				
0.75	187500	0.19	0.19	Площадь потока через 35 часов после начала работ
0.98	245000	0.25	0.25	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 100 мг/л				
0.5	125000	0.13	0.13	Площадь потока через 35 часов после начала работ
0.74	185000	0.19	0.19	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 110 мг/л				
0.44	110000	0.11	0.11	Площадь потока через 62 часа после начала работ
Изолиния 120 мг/л				
0.23	575000.23	0.06	0.06	Площадь потока через 62 часа после начала работ

3.3 Мониторинг биологических параметров водной среды

Изменение состояния фитопланктона

В период строительства МТП Усть-Луга в фитопланктоне преобладали широко распространенные эврибионтные формы, типичные для Лужской губы и восточной части Финского залива в целом. Наиболее часто и выражено доминировали цианобактерии. К доминантам и субдоминантам периодически относились также криптофитовые, зелёные, диатомовые, иногда – динофитовые водоросли.

Пространственно-временная вариабельность численности фитопланктона – от 2 до 67 млн.кл/л. Биомасса фитопланктона обычно не превышала 1 г/м³ (максимально – до 4 г/м³), то есть оставалась, как правило, в пределах исходного порядка величин. Более высокие значения численности и биомассы фитопланктона отмечались за пределами Лужской губы.

Сезонные изменения количественных показателей развития фитопланктона выражались в увеличении его численности и биомассы в июне – июле с последующим их уменьшением в октябре (рисунки 3.19, 3.20).

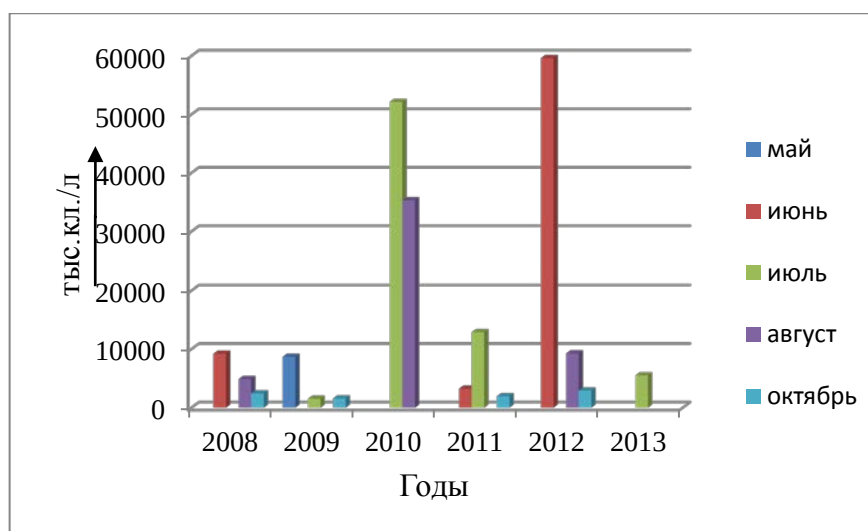


Рисунок 3.19 – Численность фитопланктона в Лужской губе в разные годы

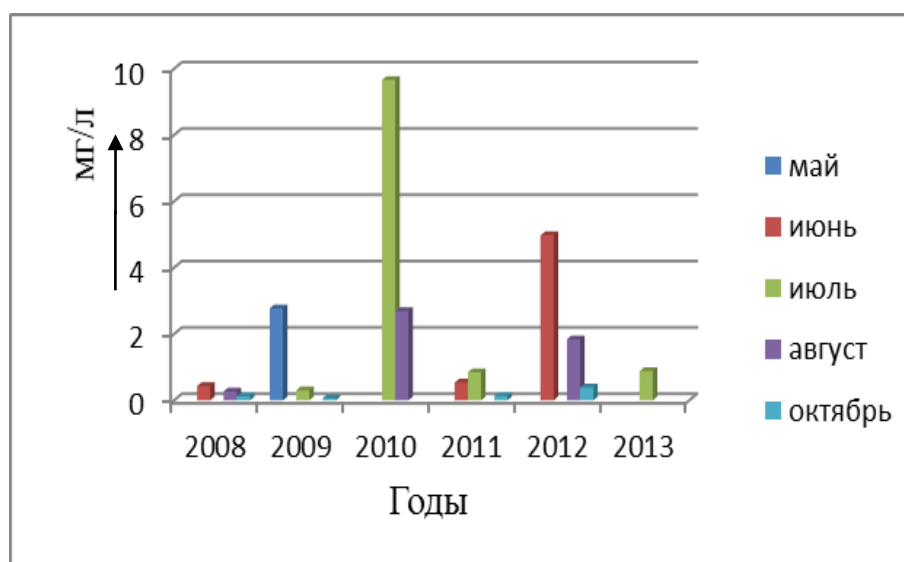


Рисунок 3.20– Биомасса фитопланктона в Лужской губе в разные годы

В целом, существенного отрицательного воздействия гидротехнических работ на количественные показатели развития фитопланктона не отмечено. Локально же регистрировались все типы реакции фитопланктона на гидротехническое воздействие:

- *нейтральная* (например, при ведении гидротехнических работ на относительно глубоководных участках возле о. Сескар);
- *негативная* (в мелководной части акватории губы, при существенном замутнении вод в зоне прямого воздействия дреджинговых работ непосредственно в период их ведения – временное ингибирование продукции фитопланктона и

снижение его биомассы на фоне увеличения доли крупноклеточных и колониальных форм);

– *позитивная* (в местах отвала грунта – стимулирующий первичную продукцию эффект мобилизации биогенных соединений в воду при сбросе грунтов на отвалы, сопровождающийся увеличением доли и обилия мелких одноклеточных водорослей с большой удельной поверхностью и высокой удельной продуктивностью).

Количественные показатели фотосинтетических пигментов фитопланктона в период исследования существенно варьировали, но эта вариабельность в основном детерминировалась закономерностями их естественной пространственно-временной динамики. На таком фоне влияния строительных работ на эти показатели не выявлено. Достоверное снижение скорости фотосинтеза фитопланктона, снижение численности и биомассы фитопланктона и значений количественных характеристик фотосинтетических пигментов регистрировались лишь непосредственно в импактной зоне с наибольшим замутнением вод.

В последние годы наблюдается увеличение роли криптофитовых в фитопланктоне южной части Лужской губы. Кроме того, к настоящему времени по всей Лужской губе распространилась эвгленовая водоросль *Eutreptia sp.* Доминирование этого вида, ранее не наблюдавшееся, как и увеличение роли криптофитовых, свидетельствуют об ухудшении качества воды, указывая на загрязненность вод легкоминерализуемыми органическими веществами. В целом, фитопланктон Лужской губы соответствует уровню β -мезотрофии.

По итогам исследований уязвимость фитопланктона по отношению к фактору дреджинга может быть оценена как низкая. Это объясняется его способностью быстро восстанавливать свою численность, уровень разнообразия и фотосинтетическую активность.

Изменение состояния зоопланктона

Видовой состав зоопланктона под воздействием гидростроительства оказался несколько обеднен за счёт уменьшения количества видов коловраток и кладоцер, особенно – беспанцирных коловраток. Фоновые показатели обилия и продуктивности зоопланктона к 2014 г. свойственны состоянию β -мезотрофии. По численности в настоящее время обычно доминируют коловратки (в среднем –

около 50 % биомассы, иногда – до 75 %, обычные доминанты – мелкие *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* и *Euchlanis dilatata*), доля копепод – редко более 30 %, ветвистоусых – не более 2 %. По биомассе же резко доминируют копеподы (до 90 %), в основном – за счёт крупных солоноватоводных видов (*Acartia clausi*, *Eurytemora hirundoides*) и пресноводного *E. lacustris*. Коловратки доминируют лишь локально и кратковременно. Обычно доля их в биомассе зоопланктона не превышает 30 – 40 % (в основном за счёт видов из рода *Keratella*). Доля ветвистоусых не превышает обычно 10 %, изредка – достигает 25 %, в основном за счёт крупных *Cercopagis pengoi*.

Общая биомасса зоопланктона по-прежнему выше в пелагиали: в мелководной части губы она не превышает 1.4 г/м³ и в среднем составляет около 0.8 г/м³, в глубоководной – по-прежнему составляет в среднем около 2 г/м³. Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона как в фоновых условиях, так и при строительстве довольно стабильно приходятся на май-июнь и вторую половину лета или, реже, на начало осени.

Летом преобладающие ветры северо-западного направления создают сгущения планктона в юго-восточной части акватории губы. В штиль основным фактором пространственного распределения зоопланктона оказывается течение р. Луга.

При сравнении показателей обилия зоопланктона в разные годы (рисунки 3.21 и 3.22) отмечено, что с 2008 г. происходит снижение его численности и биомассы. Минимальная численность и биомасса зоопланктона были отмечены в 2012 г. Это связано с увеличением численности и биомассы мелких форм зоопланктона (коловратки, кладоцеры). В совокупности это свидетельствует об устойчивости зоопланктонного сообщества, которое в ответ на меняющиеся условия среды, не связанные с их естественным ходом, отвечает изменениями размерной и видовой структуры. Положительным следствием данной перестройки служит относительная стабильность величин биомассы зоопланктона при резких колебаниях его численности.

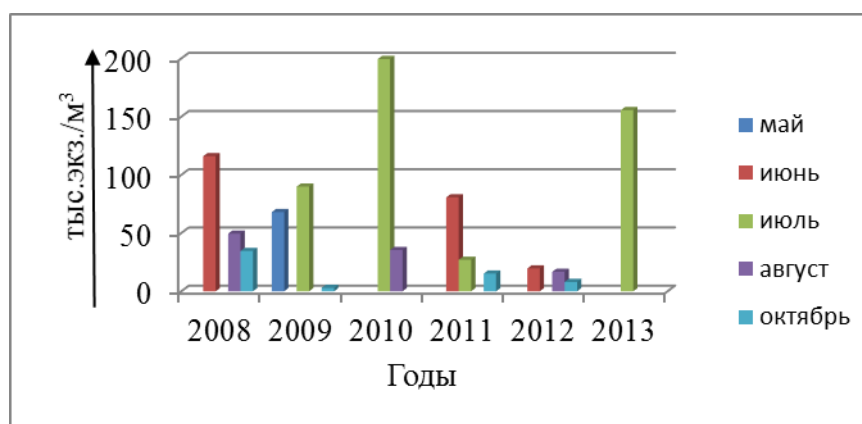


Рисунок 3.21 – Численность зоопланктона в Лужской губе в разные годы

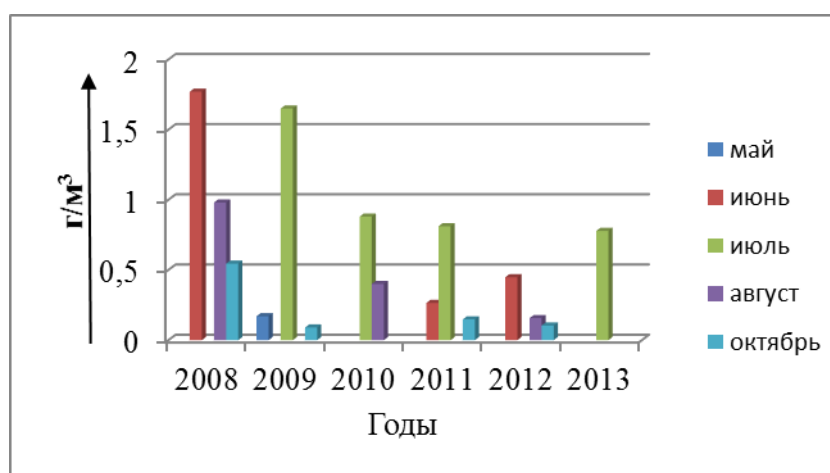


Рисунок 3.22 – Биомасса зоопланктона в Лужской губе в разные годы

В таблицы 3.14 и 3.15 сведены комплексные гидробиологические количественные показатели в районах зоны дноуглубления и отвала грунта.

Достоверное уменьшение показателей обилия регистрируется лишь локально и временно: непосредственно в районах гидротехнических работ, в зоне повышенной мутности. В целом же показатели обилия и продуктивности зоопланктона и характер их пространственной и временной динамики значимо не изменились. Лужская губа до сих пор является одним из наиболее продуктивных по зоопланктону участков восточной части Финского залива. Наиболее продуктивной по-прежнему остаётся, как и до начала строительства, сравнительно глубоководная зона южной части губы, наиболее затронутой портостроительным воздействием (биомасса – до 3 г/м³).

Таблица 3.14 – Комплексные гидробиологические количественные показатели в районе зоны отвала в юго-восточной части Лужской губы

Показатели*	Значение показателей по годам									
	2010		2011		2012**		2013		Среднее	
	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
Фитопланктон	52150.67	9.67	12905.50	0.85	9277.17	1.84	5524.17	0.88	19964.38	3.31
Зоопланктон	199.45	0.89	27.28	0.76	16.69	0.16	155.59	0.78	99.75	0.65
Бентос	2633.33	22.84	24770.00	19.76	6173.33	22.29	2793.33	20.98	9092.50	21.47
Примечания 1 * – единицы измерения численности и биомассы соответственно: фитопланктон - кл/л, мг/м³; зоопланктон - тыс.экз./м³, г/м³; бентос - экз/м², г/м²; 2 ** – данные за август										

Таблица 3.15– Комплексные гидробиологические количественные показатели в районе зоны дноуглубления в юго-восточной части Лужской губы

Показатели*	Значение показателей по годам									
	2010		2011		2012**		2013		Среднее	
	Числен- ность	Биомасса	Числен- ность	Биомасса	Числен- ность	Биомасса	Числен- ность	Биомасса	Числен- ность	Биомасса
Фитопланктон	13290.00	2.02	11566.00	0.76	6922.50	1.16	2138.50	0.20	8479.25	1.04
Зоопланктон	102.12	1.64	21.28	0.85	19.33	0.29	106.03	1.92	62.19	1.18
Бентос	4180.00	28.25	3200.00	37.20	1740.00	14.44	1540.00	7.03	2665.00	21.73
П р и м е ч а н и я 1 * – единицы измерения численности и биомассы соответственно: фитопланктон - кл/л, мг/м³; зоопланктон - тыс.экз./м³, г/м³; бентос - экз/м², г/м²; 2 ** – данные за август										

Крупные каланоиды, дающие большой вклад в биомассу зоопланктона, активно используются в пищу салакой. Их обилие по-прежнему создает достаточно благоприятные условия для её нагула.

В целом уязвимость зоопланктона по отношению к фактору дреджинга может быть оценена как умеренная. Кратковременные изменения в локальных скоплениях зоопланктона могут быть достаточно значительными, но благодаря высокой скорости восстановительных процессов последствия стрессового воздействия быстро преодолеваются.

Изменение состояния бентоса и прибрежных макрофитов

Нумерический кластерный анализ с использованием критерия Сьеренсена позволил выделить в Лужской губе до начала строительства МТП при 50 %-м уровне видового сходства 3 основных сообщества макрозообентоса, а на 70 %-м уровне – 4 основных сообщества (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Некоторые характеристики основных сообществ макрозообентоса Лужской губы до начала строительства [48].

Биотопы	Биомасса, г/м ²	Биомасса «кормовой» бентос), г/м ²	Количество характерных видов	Индекс Шеннона, бит/экз	Интерпретация индексов сапробности	Наличие видов- индикаторов
Сублитораль, без макрофитов	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	3	< 0.5	β-мезо- сапробность	—
Сублитораль, макрофиты	37.7 ± 6.7	37.7 ± 6.7	34	до 4.0	олиго-β- мезо- сапробность	олиго- сапробность
Профундаль, до 10м	9.6 ± 5.1	0.5 ± 0.2	6	1.5	β-α-мезо- сапробность	β-α-мезо- сапробность
Профундаль, более 10м (в отсутствии гипоксии)	54.5 ± 31.2	13. 7± 3.0	7	1.9	β-α-мезо- сапробность	β-α-мезо- сапробность

Наиболее богатым разнообразием и наибольшей биомассой кормового для рыб бентоса (без учета крупных моллюсков) отличалось сообщество зарослевой сублиторали, а наименьшим разнообразием и минимальной биомассой – бентос

открытой сублиторали с твёрдыми субстратами, подверженной волновому воздействию. Биомасса тотального макрозообентоса в профундали была максимальной, но определялась преимущественно массой двустворчатых моллюсков *M. baltica* (при этом биомасса кормового бентоса в профундали была на порядок величин меньше, чем в зарослевой сублиторали).

Наиболее разнообразным и обильным в профундали был макрозообентос банок, расположенных в центральной части губы (локально – до нескольких сотен граммов на квадратном метре с выраженным доминированием *M. baltica*), а самыми однообразными и количественно бедными (десятки или сотни миллиграммов на квадратном метре) оказались наиболее глубоководные сообщества (более 20 м) на выходе из губы. Пики показателей обилия разнотипных сообществ обычно достигаются более или менее синхронно (плотность – в июне, биомасса – в июле).

Сапробные индексы в наиболее богатых и разнообразных сообществах (в зарослевой сублиторали) соответствовали условиям олиго-β-мезосапробности или даже олигосапробности (в настоящее время – β-мезосапробности), а в профундали – в основном β-α-мезо-сапробности (кроме глубоководной бентали с выраженной гипоксией).

Таким образом, пространственное распределение бентоса в Лужской губе изначально было неоднородным, что важно учитывать при оценке дреджингового воздействия. Очевидно, что воздействие дреджинговых работ на зообентос имеет более локальный характер, чем на планктон, и в основном проявляется непосредственно в зоне механических воздействий (изъятие и сброс грунтов). На периферии зоны прямого воздействия с повышенной мутностью и с более интенсивной седиментацией влияния на бентос часто обнаружить не удаётся. Однако в значительной степени это может быть объяснено не столько отсутствием воздействия, сколько существенной фоновой пространственно-временной вариабельностью характеристик донных сообществ, затрудняющей выявление достоверных экзогенных (антропогенных) изменений. Это тем более вероятно, что в зоне влияния гидротехнических работ пространственно-временная изменчивость макрозообентоса Лужской губы изначально была особенно велика.

В зонах прямого воздействия произошло полное или преимущественное уничтожение бентоса. Наиболее чувствительными к воздействию при этом оказались виды, имеющие высокую кормовую ценность для рыб-бентофагов (личинки комаров-звонцов, мелкие ракообразные) и играющие важнейшую роль в самоочищении водной экосистемы (двустворчатые моллюски-фильтраторы, в первую очередь – *M. baltica*).

Минимальные значения показателей обилия макрозообентоса в Лужской губе приходятся на последние годы первого десятилетия 21 в. (снижение средней биомассы зообентоса по акватории губы – десятикратно, для некоторых моллюсков и ракообразных – до двадцатикратного уменьшения по сравнению с фоновыми значениями).

Для зообентоса Лужской губы в естественном состоянии в целом характерно увеличение биомассы от лета к осени (рисунки 3.23 и 3.24) за счет соматического роста донных беспозвоночных, в то время как в районе дноуглубления от июня к октябрю, напротив, происходило снижение биомассы донных сообществ.

Тенденция к компенсаторному росту биомассы зообентоса после окончания дноуглубительных работ в губе наблюдается, начиная с 2007 – 2008 гг. Восстановление макрозообентоса после окончания дноуглубительных работ происходит различными темпами. Так, практически сразу после окончания воздействия начинается постепенное заселения грунтов короткоциклическими эврибионтными видами-эксплерентами. Достижение же исходной биомассы и стабилизация популяционной структуры *M. baltica* требует значительно большего времени – нескольких лет.

Необходимо отметить, что при возвращении исходных значений биомассы сообществ их исходный видовой состав не восстанавливается. В обеднённые антропогенным воздействием донные биоценозы вторгаются (и часто достигают значительных показателей обилия) многочисленные виды-интродуценты. В последние годы (с 2013 по 2014 гг.) по Лужской губе повсеместно распространились солоноватоводные короткоциклические виды полихет, устойчивые к повышенной мутности воды.

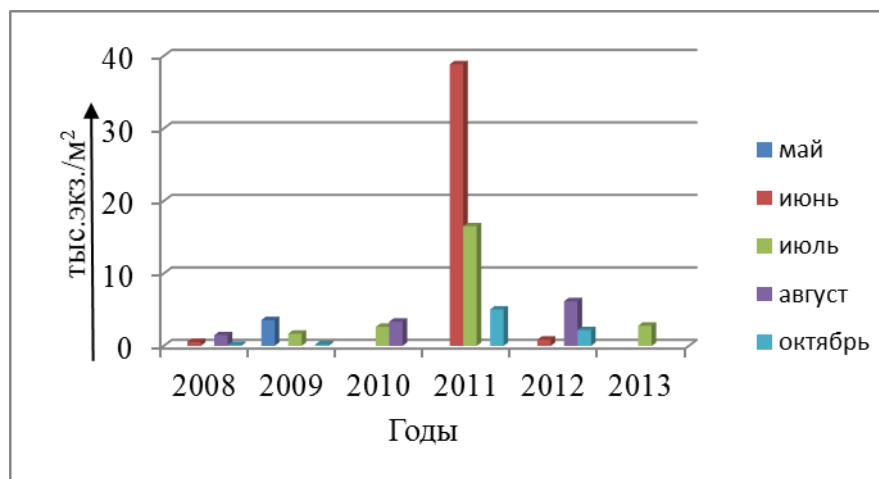


Рисунок 3.23 – Численность макрозообентоса в Лужской губе в разные годы

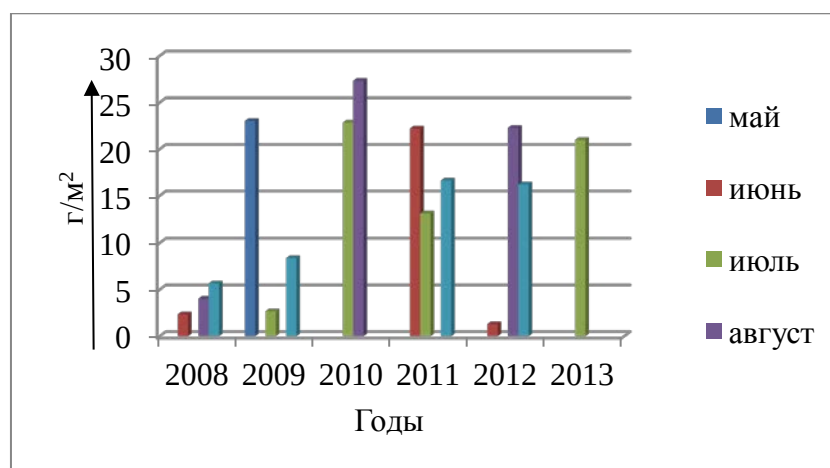


Рисунок 3.24 – Биомасса макрозообентоса в Лужской губе в разные годы

Полихеты видов из рода *Marenzelleria* попали в Финский залив сравнительно недавно, а сейчас уже достигли в Лужской губе 100 % встречаемости в пробах и дают наиболее существенный вклад в биомассу кормового бентоса (до 95 % биомассы). Полихеты *Manayunkia aestuarina* обнаружены на акватории Лужской губы в 2006 г. и достигли максимума в 2009 г. В настоящее время наблюдается некоторое уменьшение абсолютных и долевого показателей их обилия. Из 12 видов высших ракообразных – 5, то есть почти половина, также являются инвазивными. Это – бокоплавы *Gmelinoides fasciatus*, *Corophium volutator* др. Инвазивным видам-эксплорентам свойственна высокая эврибионтность, позволяющая в сжатые сроки заселить обширную акваторию с разнообразными биотопами и обеспечивающая особые конкурентные преимущества перед местными видами в среде, дестабилизированной негативным антропогенным воздействием.

Степень потребления местными рыбами-бентофагами интродуцентов пока не изучена, что затрудняет оценку состояния их новой кормовой базы. Если не учитывать полихету *Marenzelleria sp.* и иных интродуцентов с ещё не известной пищевой ценностью и доступностью для рыб, то количественные характеристики кормового зообентоса (в том числе – и биомасса) оказываются в настоящее время по-прежнему меньше фоновых. Наиболее существенно кормовой зообентос лимитирован по сравнению с фоновым состоянием на следующих участках:

- вдоль берега на юго-востоке и на востоке Лужской губы (в районах проведения наиболее интенсивных дреджинговых работ);
- по соседству с этими участками в направлении основных течений (разносивших взвешенные вещества от районов работ);
- на подводном отвале в районе банки Мерилода в период его использования и на новом подводном отвале грунта (наблюдается снижение биомассы на несколько порядков величин, при полном и, вероятно, необратимым исчезновении стенобионтов и видов с длительным жизненным циклом).

Площадь, занятая в прибрежье губы зарослями высшей водной растительности (макрофитами), в настоящее время сократилась. В большинстве районах проведения дноуглубительных работ и сброса грунтов заросли макрофитов утрачены. Площадь, занятая зарослями, ориентировочно составляет 800 га.

Среди преобладающей воздушно-водной растительности доминируют формации озерного камыша и обыкновенного тростника. Свободные от воздушно-водной растительности площади заняты погруженной растительностью, в составе которой зафиксированы: наяда морская *Najas marina*, уруть колосистая *Myriophyllum spicatum*), рдест маленький *Potamogeton pusillus*, ряска трехдольная *Lemna trisulca* и кувшинка белая *Nymphaea alba*.

Из водорослей – отмечено значительное развитие на мелководьях представителей нитчатых. На мелководных участках губы наблюдаются скопления нитчатых зеленых водорослей *Cladophora glomerata*, *Enteromorpha intestinalis* и *E. prolifera*. На отдельных банках в центре губы сохранились заросли красных и бурых водорослей. На каменистых грунтах близ Кургальского полуострова можно обнаружить бурые водоросли *Fucus vesiculosus*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Pilayella*

littoralis, *Stictyosiphon tortilis*, *Pseudolithoderma subextensum* и багрянки *Ceramium gobii* и *Hildenbrandtia rubra*.

По результатам проведенных наблюдений можно утверждать, что состав, структура и обилие зообентоса в трансформированной геосистеме Лужской губы существенно изменились. Это свидетельствует о высокой уязвимости бентосных сообществ к фактору дреджинга. Восстановление бентосных сообществ потребует значительно большего времени, нежели планктонных.

Изменение состояния ихтиофауны

Виды рыб и рыбообразных, зарегистрированные в Лужской губе и бассейне реки Луга в ходе выполнения диссертационного исследования, приведены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Виды рыб, зарегистрированные в Лужской губе и бассейне р. Луга

Русское название	Латинское название	Характеристика вида
Отряд Petromyzontiformes Сем. Petromyzontidae		
Морская минога	<i>Petromyzon marinus</i>	Проходной, редкий
Речная минога	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Проходной
Европейская ручьевая минога	<i>Lampetra planeri</i>	Пресноводный
Отряд Acipenseriformes Сем. Acipenseridae		
Атлантический осетр	<i>Acipenser sturio</i>	Проходной, редкий
Отряд Clupeiformes Сем. Clupeidae		
Финта	<i>Alosa fallax fallax</i>	Полупроходной, редкий
Салака	<i>Clupea harengus membras</i>	Морской
Балтийская килька, шпрот	<i>Sprattus sprattus balticus</i>	Морской

Продолжение таблицы 3.17

Русское название	Латинское название	Характеристика вида
Отряд Salmoniformes Сем. Esocidae		
Щука	<i>Esox lucius</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Сем. Osmeridae		
Европейская корюшка	<i>Osmerus eperlanus</i>	Проходной и пресноводный
Сем. Coregonidae		
Европейская ряпушка	<i>Coregonus albula</i>	Проходной и пресноводный (преимущественно озерный)
Проходной сиг	<i>Coregonus lavaretus</i> <i>lavaretus</i>	Проходной
Сем. Thymallidae		
Европейский хариус	<i>Thymallus thymallus</i>	Пресноводный (преимущественно речной)
Сем. Salmonidae		
Лосось	<i>Salmo salar</i>	Проходной
Обыкновенная кумжа (таймень)	<i>Salmo trutta trutta</i>	Проходной и жилой
Ручьевая форель	<i>S. trutta m. fario</i>	Пресноводный жилой
Отряд Anguilliformes Сем. Anguillidae		
Речной угорь	<i>Anguilla anguilla</i>	Проходной катадромный
Отряд Cypriniformes Сем. Cyprinidae		
Синец	<i>Abramis ballerus</i>	Пресноводный
Отряд Anguilliformes Сем. Anguillidae		
Лещ	<i>Abramis brama</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Уклея	<i>Alburnus alburnus</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Жерех	<i>Aspius aspius</i>	Пресноводный
Густера	<i>Blicca bjorkna</i>	Пресноводный

Продолжение таблицы 3.17

Русское название	Латинское название	Характеристика вида
Голавль	<i>Leuciscus cephalus</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Язь	<i>Leuciscus idus</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Елец	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Пресноводный
Гольян	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Пресноводный (речной и ручьевой)
Плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Красноперка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Сырть (рыбец)	<i>Vimba vimba</i>	Пресноводный (полупроходной и жилой), эстуарные воды
Пескарь	<i>Gobio gobio</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Обыкновенный карась	<i>Carassius carassius</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Линь	<i>Tinca tinca</i>	Пресноводный (преимущественно озерный)
Сем. Cobitidae		
Обыкновенная щиповка	<i>Cobitis taenia</i>	Пресноводный
Вьюн	<i>Misgurnus fossilis</i>	Пресноводный
Сем. Balitoridae		
Усатый голец	<i>Barbatulus barbatula</i>	Пресноводный (преимущественно речной)
Отряд Siluriformes		
Сем. Siluridae		
Сом	<i>Silurus glanis</i>	
Отряд Gadiformes		
Сем. Lotidae		
Налим	<i>Lota lota</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Сем. Gadidae		
Балтийская треска	<i>Gadus morhua callarias</i>	Морской

Продолжение таблицы 3.17

Русское название	Латинское название	Характеристика вида
Отряд Beloniformes Сем. Belonidae		
Морская щука	<i>Belone belone</i>	Морской
Отряд Gasterosteiformes Сем. Gasterosteidae		
Трехиглая колюшка	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Пресноводный (озерно-речной), проходной, морской
Девятииглая колюшка	<i>Pungitius pungitius</i>	Пресноводный (озерно-речной), полупроходной, морской
Морская колюшка	<i>Spinachia spinachia</i>	Морской
Сем. Gobiidae		
Малый бычок-бубырь	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Морской
Отряд Scorpaeniformes Сем. Cottidae		
Европейский речной бычок (подкаменщик)	<i>Cottus gobio</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Европейский керчак	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Морской
Четырехрогий бычок рогатка	<i>Trigloporus quadricornis</i>	
Черный бычок	<i>Gobius niger</i>	Морской
Сем. Cyclopteridae		
Пинагор	<i>Cyclopterus lumpus</i>	
Сем. Liparidae		
Европейский липарис	<i>Liparis liparis</i>	
Отряд Perciformes Сем. Percidae		
Ерш	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Судак	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Пресноводный (озерно-речной)
Сем. Zoarcidae		
Бельдюга	<i>Zoarcetes viviparus</i>	Морской

Продолжение таблицы 3.17

Русское название	Латинское название	Характеристика вида
Сем. Ammodytidae		
Европейская малопозвонковая песчанка	<i>Ammodytes tobianus</i>	Морской
Большая песчанка	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Морской
Сем. Scombridae		
Скумбрия	<i>Scomber scombrus</i>	Морской
Сем. Pleuronectidae		
Балтийская речная камбала	<i>Pleuronectes flesus</i> <i>trachurus</i>	Морской
Сем. Scophthalmidae		
Тюрбо	<i>Psetta maxima</i>	Морской

В целом, рыбные запасы Лужской губы за период портового строительства существенно уменьшились. Их межгодовая вариабельность значительно возросла, и в отдельные годы (2004, 2007, 2008 гг.) биомасса некоторых видов и общая ихтиомасса локально достигали даже прежних высоких уровней, свойственных 90-м годам 20-го века. Однако, связано это было уже не продолжительным с нагулом рыб в губе, а с нерестовыми миграциями, при которых локально и на короткий отрезок времени возрастала популяционная плотность на небольшом участке акватории за счёт концентрирования крупных особей-производителей. Соответственно, сезонные пики биомассы (рисунки 3.25 и 3.26) сместились со второй половины лета на май-июнь. В остальные годы периода портового строительства ихтиомасса оказывалась на порядок меньшей, чем до его начала. Наиболее существенное уменьшение показателей обилия водных биоресурсов произошло в юго-восточной зоне губы, где максимально воздействие дреджинга. В наибольшей степени рыбное население оказывается уязвимым к воздействию портового строительства во второй половине лета и осенью.

Условия для нереста рыб в трансформированной геосистеме Лужской губы существенно ухудшились. Часть прибрежных нерестово-вырастных участков рыб пресноводного комплекса утрачена необратимо (как, например, отторгнутая под образование территорий часть зарослевой сублиторали), часть – обратимо (в результате временного заиления в бывших зонах повышенного замутнения).

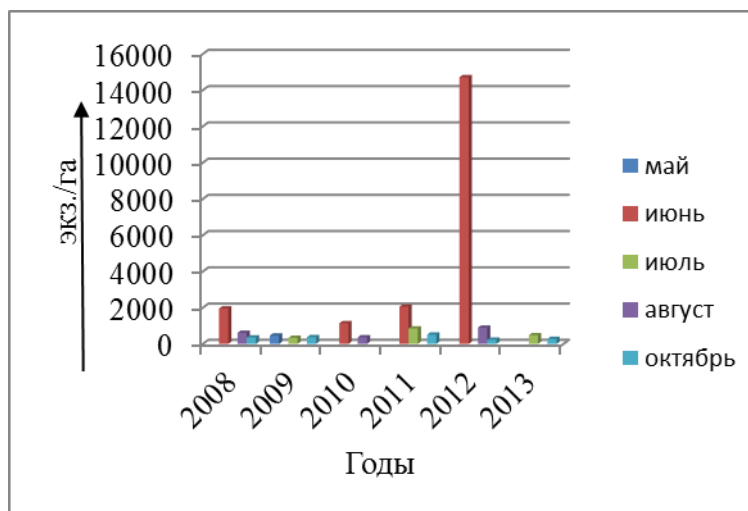


Рисунок 3.25 – Численность ихтиофауны Лужской губы в разные годы

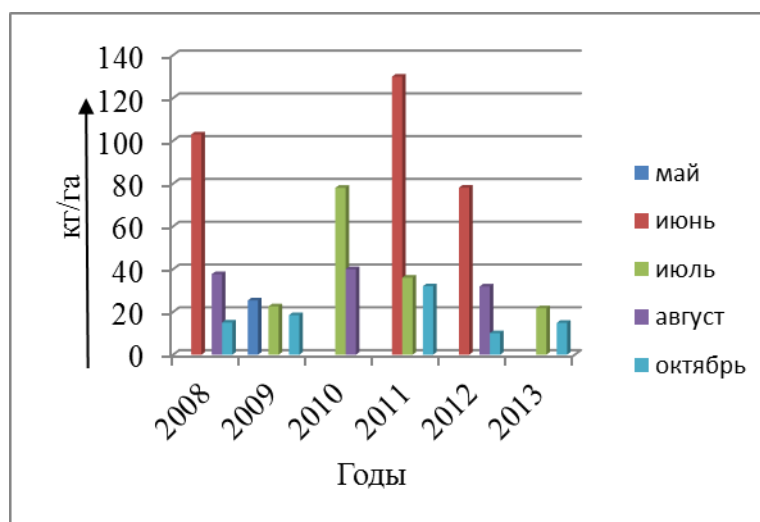


Рисунок 3.26 – Биомасса ихтиофауны в Лужской губе в разные годы

Существенный вред воспроизводству салаки нанесло использование её крупного нерестилища – банки Мерилода – как района отвала для перемещённых грунтов дноуглубления. В рыбохозяйственном аспекте эта потеря представляется наиболее значимой, поскольку данное нерестилище имело важное значение для воспроизводства всего стада салаки восточной части Финского залива, а перспективы восстановления его репродуктивной мощности весьма сомнительны.

Условия для нагула в целом по губе также изменились к худшему. Если кормовая база планктофагов восстанавливается быстро и фактически не пострадала, то состав, структура и обилие зообентоса существенно изменились, а

восстановление бентосных сообществ требует значительно большего времени, нежели планктонных. Более того, полная реставрация исходных донных сообществ в Лужской губе представляется вообще невозможной, так как из фоновового видового состава сообществ при стрессовом воздействии выбыли стенобионтные виды. Их заменили многочисленные интродуценты-эврибионты, более конкурентоспособные в условиях антропогенного воздействия. Поскольку кормовая ценность последних пока неясна, а запасы кормового местного бентоса понизились существенно и, видимо, необратимо, то ущерб, нанесённый кормовой базе рыб-бентофагов, следует признать значительным.

Следует отметить и некоторые позитивные тенденции. Так, например, после переноса отвала из банки Мерилода (центр губы) мористее, в северную часть губы, в районе старого отвала началось (с 2008 г.) закономерное постепенное улучшение условий водной среды, в том числе – увеличение показателей обилия кормовой базы рыб и самих рыб. Сведений о возобновлении здесь нереста салаки нет, нерестилища существенно пострадали из-за регулярного сброса сюда грунтов дноуглубления, однако биотоп уже используется салакой для нагула.

Другой пример являет собой район западнее устья р. Луга. В этой акватории, которая в гораздо меньшей степени была затронута воздействием портостроительных работ, количественные показатели обилия рыбного населения в период строительства МТП не только не уступали исходным (с 1994 по 1997 гг.), но часто и превышали фоновый уровень (в отдельные годы – на порядок величин).

По результатам проведённого мониторинга, миграции лососевых рыб в Лужской губе в период строительства также претерпели изменения. Основные пути нагульных и нерестовых миграций лососевых рыб сместились из восточной прибрежной зоны Лужской губы, затронутой техногенным воздействием, в западную. Период осенней миграции производителей в некоторые годы (например, в 2011 г.) существенно сократился. Тем не менее, естественное воспроизводство лососевых сохраняется, скат смолтов – достаточно существенный (несколько тысяч), и большую долю при этом (около 60 %) составляют покатики, выросшие именно в естественных условиях.

Хотя Лужская губа в настоящее время и сохраняет рыбопромысловое значение, однако вылов значительно сократился. Общие уловы в период с

1970 по 1990 гг. (до строительства МТП) составляли в среднем 750 т, с 1990 по 2000 гг. (во время строительства) – 200 т, а с 2001 по 2009 гг. – 60 т. В настоящее время он варьирует на уровне около 150 т/год. В уловах преобладает салака. Промысловое значение имеют плотва и окунь, составляющие до 10 % улова; на отдельных рыбопромысловых участках уловы до 20 % представлены корюшкой.

Вылов основных промысловых видов рыб все последние годы был меньше рассчитанных допустимых уловов, позволяющих поддерживать популяции рыб на стабильном уровне. Улов корюшки в период с 2006 по 2010 гг. составлял от 26 до 78 % прогнозируемых показателей, судака – от 20 до 55 %, леща – от 37 до 82 %, плотвы – от 64 до 81 %, окуня – от 46 до 67 %, ерша – от 43 до 87 %.

Промысел в настоящее время ведется небольшими организациями на бывших участках рыболовецкого колхоза «Балтика». Основной промысел приходится на 2-й квартал (время нерестовых миграций). В уловах преобладает салака. Существенное промысловое значение имеют также плотва, окунь, корюшка. Следует подчеркнуть, что салака – планктофаг, и поскольку продуктивность планктона почти не пострадала при строительстве, кормовая база салаки до сих пор остается достаточно существенной.

В последние годы в районе порта произошло снижение количественных показателей ихтиоценоза и изменение их сезонной динамики. Более высокие, в отдельные годы (2004, 2007 и 2008 гг.) сопоставимые с 1990-ми годами, численность и биомасса приходились на май-июнь, на период нерестовых миграций рыб, в последующие месяцы лета и осенью они были меньше на порядок величин, чем в годы до начала строительства порта. Крайне низкие величины показателей были отмечены в 2006 г., когда дноуглубительные работы выполнялись не только в районе порта, но и на подходном канале в устье р. Луга. Средняя за сезон численность составила 0.2 тыс.шт./га, биомасса – 8.8 кг/га. После некоторого повышения этих показателей в 2007 и 2008 гг. в 2009 г. при увеличении интенсивности дноуглубительных работ они вновь снизились, составив 10-ю часть от фоновых значений. Аналогичная динамика наблюдается и в районах подводных отвалов. При снижении нагрузки на отвал в районе банки Мерилода (при использовании второго отвала, расположенного мористее) в 2008 и 2009 гг. обилие рыб на нем возросло.

В то же время количественные показатели ихтиоценоза на участке западнее устья р. Луги, где за последние 10 лет работы велись только в 2006 г., во все годы, за исключением указанного, были не только сопоставимы с фоновыми показателями периода с 1994 по 1997 гг., но в некоторые годы и превышали их (от 3 до 10 раз).

Изменение состояния водно-болотной орнитофауны

В результате проведенных наблюдений в районе исследований выявлен 61 вид водно-болотных птиц (таблица 3.18). Подавляющее большинство водно-болотных птиц (60 % видового состава и 99.8 % численности) представляют мигранты.

Весенний пролет осуществляется обычно в апреле – мае, хотя в последние годы (с 2010 по 2014 гг.) начинался уже в последней декаде марта и продолжался до первых чисел июня. Об интенсивности пролета свидетельствуют данные 2013 г., когда за 13 учетных маршрутов отмечено 20060 особей 54 видов. Самым массовым мигрантом является синьга. Массовыми видами могут быть названы также большой баклан, хохлатая чернеть, гоголь, серебристая и озерная чайки (1 – 2 тысяч особей каждого вида).

К многочисленным и обычным видам следует отнести большую поганку, гуменника и белолобого гуся, крякву, свиязь, серую утку, чирка-свистунка, морскую чернеть, большого и среднего крохалей, морянку, сизую чайку, речную крачку и лысуху (0.3 – 1.0 тысяч особей каждого вида).

Численность гнездовых сообществ водно-болотных птиц Лужской губы в летнее время достигает 260 пар. Наиболее многочисленный вид – хохлатая чернеть, обычные – большая поганка, кряква, серая утка, сизая чайка, травник, перевозчик, бекас, погоныш и лысуха. Редкими являются орлан-белохвост, выпь, белый аист, чирок-трескунок, скопа, кулик-сорока и водяной пастушок.

Таблица 3.18– Видовой состав водно-болотной орнитофауны и статусы видов

Видовой состав		Весенняя миграция	Гнездование	Летняя миграция	Осенняя миграция
Чернозобая гагара	<i>Gavia arctica</i>	Редк.	—	—	Обычн.
Краснозобая гагара	<i>Gavia stellata</i>	Редк.	—	—	Обычн.
Большая поганка	<i>Podiceps cristatus</i>	Многочисл.	Обычн.	Много-числ.	Много-числ.
Большой баклан	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Масс.	—	Масс.	Масс.
Серая цапля	<i>Ardea cinerea</i>	Обычн.	—	Обычн.	Обычн.
Большая белая цапля	<i>Casmerodius albus</i>	Редк..	—	—	—
Белый аист	<i>Ciconia ciconia</i>	—	Малочисл.	—	—
Выпь	<i>Botaurus stellaris</i>	—	Редк.	—	—
Лебедь-кликун	<i>Cygnus cygnus</i>	Обычн.	—	Редк.	Обычн.
Тундровый лебедь	<i>Cygnus bewickii</i>	Обычн.	—	—	Обычн.
Лебедь-шипун	<i>Cygnus olor</i>	Малочисл.	Редк.	Малочисл.	Малочисл.

Продолжение таблицы 3.18

Видовой состав		Весенняя миграция	Гнездование	Летняя миграция	Осенняя миграция
Серый гусь	<i>Anseranser</i>	Малочисл.	—	Малочисл.	Малочисл.
Гуменник	<i>Anserfabalis</i>	Обычн.	—	—	Обычн.
Белолобый гусь	<i>Anseralbifrons</i>	Масс.	—	—	Масс.
Белощекая казарка	<i>Brantaleucopsis</i>	Масс.	—	—	Масс.
Кряква	<i>Anas platyrhynchos</i>	Многочисл.	Обычн.	Многочисл.	Многочисл.
Свиязь	<i>Anas penelope</i>	Многочисл.		Много-числ.	Многочисл.
Шилохвость	<i>Anas acuta</i>	Малочисл.		Малочисл.	Малочисл.
Серая утка	<i>Anas strepera</i>	Обычн.	Обычн.	Обычн.	Обычн.
Широконоска	<i>Anas clypeata</i>	Малочисл.	Обычн.	Малочисл.	Малочисл.
Чирок-свистунок	<i>Anas crecca</i>	Многочисл.	Малочисл.	Много-числ.	Многочисл.
Чирок-трескунок	<i>Anas querquedula</i>	Редк.	Редк.	—	—
Хохлатая чернеть	<i>Aythyafuligula</i>	Масс.	Масс.	Масс.	Масс.

Продолжение таблицы 3.18

Видовой состав		Весенняя миграция	Гнездование	Летняя миграция	Осенняя миграция
Красноголовый нырок	<i>A ferina</i>	Редк.	—	Редк.	Редк.
Морская чернеть	<i>A.marila</i>	Обычн.	—	Редк.	Обычн.
Гоголь	<i>Bucephala clangula</i>	Обычн.	—	Обычн.	Обычн.
Большой крохаль	<i>Mergus merganser</i>	Обычн.	Малочисл.	Обычн.	Обычн.
Средний крохаль	<i>M. serrator</i>	Обычн.	Малочисл.	Обычн.	Обычн.
Луток	<i>M. albellus</i>	Малочисл.	—	—	—
Морянка	<i>Glangulahyemalus</i>	Масс.	—	Редк.	Масс.
Синьга	<i>Melanittanigra</i>	Масс.	—	Обычн.	Масс.
Турпан	<i>M. fusca</i>	Многочисл.	—	Редк.	Много-числ.
Орлан-белохвост	<i>Haliaeetus albicilla</i>		Редк.	—	—
Скопа	<i>Pandion haliaetus</i>	—	Редк.?	—	—

Продолжение таблицы 3.18

Видовой состав		Весенняя миграция	Гнездование	Летняя миграция	Осенняя миграция
Серебристая чайка	<i>Larus argentatus</i>	Многочисл.	Малочисл.	Много-числ.	Много-числ.
Морская чайка	<i>L. fuscus</i>	Малочисл.	—	Малочисл.	Малочисл.
Клуша	<i>L. marinus</i>	Малочисл.	—	Малочисл.	Малочисл.
Сизая чайка	<i>L. canus</i>	Масс.	Малочисл.	Масс	Масс
Озерная чайка	<i>L. ridibundus</i>	Масс.	—	Масс	Масс
Малая чайка	<i>L. minutus</i>	Малочисл.	—	Редк.	Малочисл.
Речная крачка	<i>Sterna hirundo</i>	Многочисл.	—	Много-числ.	Обычн.
Полярная крачка	<i>S. paradisaea</i>	Многочисл.	—	Многочисл	Обычн.
Малая крачка	<i>S. albifrons</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Галстучник	<i>Charadrius hiaticula</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Малый зуек	<i>Ch. dubius</i>	Малочисл.	Обычн.?	Малочисл.	Редк.
Кулик-сорока	<i>Haematopus ostralegus</i>	Малочисл.	Редк.	—	—
Большой улит	<i>Tringa nebularia</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Травник	<i>Tringa totanus</i>	Малочисл.	Обычн.?	Малочисл.	Малочисл.

Продолжение таблицы 3.18

Видовой состав		Весенняя миграция	Гнездование	Летняя миграция	Осенняя миграция
Черныш	<i>T.ochropus</i>	Малочисл.	Малочисл.?	Малочисл.	Малочисл.
Фифи	<i>T. glareola</i>	Обычн.	Малочисл.?	Обычн.	Малочисл.
Большой кроншнеп	<i>Numeniusarquata</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Средний кроншнеп	<i>N. phaeopus</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Бекас	<i>Gallinagogallinago</i>	Малочисл.	—	Малочисл.	Малочисл.
Чернозобик	<i>Calidrisalpina</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Кулик-воробей	<i>C. minutis</i>	Малочисл.	—	Малочисл.	Малочисл.
Турухтан	<i>Philomachuspugnax</i>	Обычн.	—	Обычн.	Малочисл.
Лысуха	<i>Fulicaatra</i>	Обычн.	Обычн.	Обычн.	Обычн.
Погоныш	<i>Porzanaporzana</i>	—	Обычн.	—	—
Коростель	<i>Crexcrex</i>	—	Обычн.	—	—
Водяной пастушок	<i>Rallusaquaticus</i>	—	Редк.	—	—
Примечание – «?» – означает, что гнездование предполагается на основании особенностей поведения территориальных птиц					

Из-за отсутствия островов на прибрежных мелководьях, а также выровненности прибрежного ландшафта в исследуемом районе полностью отсутствуют колониальные поселения чайковых.

Наибольшая численность гнездящихся птиц отмечена в плавнях в вершине Лужской губы. Здесь зарегистрировано 16 видов и около половины всех наблюдавшихся случаев гнездования. Только на этом участке отмечено гнездование или присутствие выпи, белого аиста (охотничий участок, гнездо – в ближайшей деревне Лужицы), чирка-трескунка, скопы (охотничий участок), лысухи и водяного пастушка.

На участке западного побережья от мыса Пихлисар до мыса Луото видовое разнообразие – еще выше (19 видов), но общее число гнездящихся птиц – в 2 раза меньше. Это объясняется, с одной стороны, большим разнообразием прибрежного микрорельефа и биотопов, а с другой – меньшей шириной полосы береговых биотопов. По сравнению с предыдущим участком, здесь появляются чирок-свистунок, для гнездования которого требуется близость лесных стадий, большой и средний крохали, серебристая и сизая чайки, заселяющие каменистые мозаичные побережья, а также орлан-белохвост (охотничий участок). У последнего вида в начале августа на камнях у мыса Пихлисар регулярно наблюдался выводок из 2-х молодых и 2-х взрослых птиц.

Наиболее бедно птицами заселены песчаные пляжи от мыса Луото до устья р. Луга и выровненный каменистый берег, заросший лесом, между Усть-Лужским и Вистинским портами. В последнем районе отмечаются только единичные выводки кряквы и перевозчика, а на между р. Луга и мысом Луото – выводки кряквы и чирка-свистунка, отдельные пары перевозчика, черныша, и малого зуйка. При этом черныши держатся не на самом берегу, а в сыром прибрежном лесу.

Участок на берегу Сойкинского полуострова между Вистинским портом и мысом Колгомпя по разнообразию микрорельефа и биотопов сходен с участком между мысами Пихлисар и Луото на западном берегу Лужской губы. Однако здесь тростниковые и камышовые заросли развиты еще меньше. Здесь отмечено 12 гнездящихся и вероятно гнездящихся видов, оценочная их численность достигает 36 пар. Отсутствуют некоторые фоновые виды уток (серая утка, широконоска, чирок-свистунок и большой крохаль), а также пастушковые и

некоторые кулики (фифи и бекас). В то же время, только на этом участке обнаружен выводок такого редкого вида, как кулик-сорока, и – так же, как и у мыса Пихлисар – отмечено регулярное присутствие выводка орлана-белохвоста с двумя молодыми птицами.

В летнее время у гнездящихся в губе видов отмечены кормовые и линочные миграции. К началу июля в плавнях в вершине Лужской губы образовывалось линочное скопление уток, насчитывавшее до 600 птиц. Среди них доминировали кряква, свиязь и хохлатая чернеть, были большая поганка, серая утка, широконоска и чирок-свистунок. Небольшие группы из линяющих больших поганок и хохлатых чернетей, общей численностью до 100 птиц, в конце июля – начале августа регулярно отмечались у северного берега Сойкинского полуострова между мысом Колгомпя и Вистинским портом.

Во второй половине июля отмечена послебрачная миграция селезней синьги, идущая в западном направлении со стороны открытой части Копорского залива, через горло Лужской губы – в Нарвский залив.

В период осенних миграций с 3-й декады августа до конца 2-й декады октября в 2013 г. за 12 учетных дней зарегистрировано 35149 птиц 49 видов. Доминирующим видом была морянка. К массовым видам относились белолобый гусь, свиязь, хохлатая чернеть, сизая и озерная чайки (2 – 4 тысяч особей каждого вида). Многочисленны были большой баклан, кряква, синьга, турпан и серебристая чайка (1 – 2 тысячи особей каждого вида).

В результате исследований выявлено 3 основных миграционных русла, используемых перелетными птицами в Лужско-Копорском суб-регионе. Основная масса гагар, казарок и морских нырков летела из Нарвского залива через остров Мощный на северо-восток в сторону Выборгского залива (до 75 % всех встреченных птиц). Заметно менее интенсивные потоки мигрантов (по 12 – 17 % всех встреченных птиц) – преимущественно морских нырковых уток – шли в восточном направлении вдоль северного побережья (из Финских шхер к Выборгскому заливу) и вдоль южного побережья от Кургальского полуострова в Копорскую губу.

30 видов местной водно-болотной фауны являются редкими и занесены в Красные Книги различного достоинства. Особенно следует обратить внимание на

присутствие в гнездовой фауне таких уязвимых и редких в регионе видов, как орлан-белохвост, выпь, скопа, кулик-сорока и водяной пастушок. Важное природоохранное значение имеют расположенные здесь миграционные стоянки таких редких видов, как краснозобая и чернозобая гагары, лебедь-кликун, тундровый лебедь, шилохвость и луток.

Проведенные исследования показали, что Лужская губа сохранила свое экологическое значение как ключевой биотоп водно-болотной орнитофауны. Водно-болотные птицы являются наиболее чувствительным компонентом орнитофауны по отношению к дреджинговым работам в береговой зоне губы. В целом за период портостроительства в трансформированной геосистеме Лужской губы произошло заметное сокращение биотопов, пригодных для гнездования, стоянок и кормежки водно-болотных птиц на пролете.

Морские млекопитающие в районе исследований

Места залежек серого тюленя и кольчатой нерпы расположены вдоль береговой линии Кургальского полуострова и на островах Кургальского рифа.

Нерпа *Phoca hispida botnica* встречается в основном в летний период у западного побережья Кургальского полуострова, Тискольского рифа, банки Вигрунд и у о. Ремисаар. На камнях у о. Ремисаар в мае и сентябре-октябре держатся обычно 10 – 20 зверей, но в отдельные дни может регистрироваться до 40 нерп. Отдельные особи в марте размножаются у побережья Кургальского рифа.

Серый тюлень *Halichoerus grypus* часто образует совместные залежки с нерпой, но у материкового побережья встречается реже, предпочитая держаться на дальних островах. На банке Хитоматала в центральной части Кургальского рифа, в 8 км от берега, до начала портостроительства на залежках отмечалось от 100 до 300 зверей, в последние годы – от 150 до 250 зверей. Также данный вид встречался на банках Вестгрунд и Вигрунд. В небольшом числе тюлень размножается во льдах в марте.

По результатам наблюдений, проведенных в рамках настоящего диссертационного исследования, Кургальский риф может быть признан одним из ключевых биотопов для обоих видов ластоногих в восточной части Финского залива.

Проведенные наблюдения показали, что дреджинговые работы, особенно

сопровождающиеся значительным шумом, влияют на поведение тюленей, одновременно следует отметить также и природную составляющую, вызванную потеплением климата, что является следствием – дефицита льда.

Мониторинг береговой растительности

Состояние береговой растительности на западном берегу Лужской губы принято за фоновое. Исследованы два участка побережья, практически не испытывающих влияния портовых терминалов и подверженных минимальной антропогенной нагрузке.

Станции 1 и 2 – «внутренние», на берегу озера Липовского, соединенного протокой с Финским заливом. Станция 1 – «Генеральский пляж». Станция 2 – пляж у бывшей воинской части.

Станция 3 – «наружная», непосредственно на побережье Финского залива напротив Кургальского рифа (мыс Питкинен Нос, рядом с дорогой).

Описание Станции № 1

Фитоценоз – травянистый. *Ассоциация*: тростниково-разнотравная. *Общий облик*: пляж с пятнами зарослей тростника и разнотравья. *Мертвый покров*: остатки тростника и других трав, выброшенные на берег. *Условия увлажнения*: атмосферные осадки и близко находящиеся воды залива. *Микрорельеф*: ровная поверхность. *Величина пробной площадки*: 100 м², 5 рамок по 1 м². *Общее проективное покрытие*: 50 %. *Высота основной массы травостоя*: от 0.7 до 1.5 м (рисунок 3.27).



Рисунок 3.27– Общий облик травянистого фитоценоза № 1: пляж с пятнами зарослей тростника и разнотравья

Описание Станции №2

Фитоценоз – травянистый. *Ассоциация*: колосняково-тростниковая. *Общий облик*: пляж с зарослями тростника и колосняка по окраине пляжа. *Мертвый покров*: остатки тростника и других трав, выброшенные на берег. *Условия увлажнения*: атмосферные осадки и близко находящиеся воды озера. *Микрорельеф*: ровная поверхность, переходящая в слабое понижение к воде. *Величина пробной площадки*: 100 м², 5 рамок по 1 м². *Общее проективное покрытие*: 40 %. *Высота основной массы травостоя*: от 0.7 до 1.5 м (рисунок 3.28).



Рисунок 3.28 – Общий облик травянистого фитоценоза № 2: пляж с зарослями тростника и колосняка по окраине пляжа

Описание Станции №3

Фитоценоз – травянистый. *Ассоциация*: злаково-разнотравная. *Общий облик*: луг сизо-зеленого цвета с редкими пятнами белого и желтого цвета от присутствия тысячелистника и пижмы. *Мертвый покров*: сухая прошлогодняя трава высотой 3 мм встречается неравномерно, слабой степени разложения. *Условия увлажнения*: атмосферные осадки и близко находящиеся воды залива. *Микрорельеф*: ровная поверхность. *Величина пробной площадки*: 100 м², 5 рамок по 1 м². *Общее проективное покрытие*: 80 %. *Высота основной массы травостоя*: от 40 до 65 см.

Состояние береговой растительности на южном берегу Лужской губы

Исследованы частично нарушенные участки со значительной антропогенной нагрузкой. Оценен эффект вытаптывания приморских лугов и антропогенного вмешательства в ход естественной экологической сукцессии. Площадки заложены

недалеко от впадения в Финский залив протоки Выбье. Для выбранного участка характерны песчаные дюны, образующие у кромки воды береговой бар (рисунок 3.29).



Рисунок 3.29 – Структура побережья Финского залива в районе протоки Выбье. Песчаные дюны формируют береговой бар. Отчетливо виден портовый комплекс на восточном берегу Лужской губы

Описание Станции № 4 (побережье Финского залива недалеко от протоки Выбье)

Фитоценоз – травянистый. *Ассоциация*: колосняково-тростниково-гонкиниевая. *Общий облик*: пляж с пятнами зарослей тростника и колосняка и небольшими куртинами гонкении. *Мертвый покров*: остатки тростника и других трав, выброшенные на берег. *Условия увлажнения*: атмосферные осадки и близко находящиеся воды залива. *Микрорельеф*: ровная поверхность, переходящая в слабое понижение к воде. *Величина пробной площадки*: 100 м², 5 рамок по 1 м². *Общее проективное покрытие*: 40 %. *Высота основной массы травостоя*: от 0.7 – 1.5 м.

Состояние береговой растительности на восточном берегу Лужской губы

Исследованы антропогенно трансформированные участки и эффекты антропогенно направленной сукцессии. Площадки были заложены в устье реки Хаболовки и частично охватывали остатки естественного берега, а частично приходились на насыпную территорию.

Описание Станции № 5 (побережье Финского залива на правом берегу

р. Хаболовка)

Фитоценоз – травянистый. *Ассоциация*: рогозово-тростниковая. *Общий облик*: пляж с плотными зарослями ситника, тростника и рогоза. *Мертвый покров*: остатки тростника и других трав, выброшенные на берег. *Условия увлажнения*: атмосферные осадки и близко находящиеся воды залива. *Микрорельеф*: ровная поверхность, рамок по 1 м². *Общее проективное покрытие*: 50 %. *Высота основной массы травостоя*: от 0.7 – 1.5 м (рисунок 3.30).



Рисунок 3.30 – Расположение площадки в устье реки Хаболовки в индустриальной зоне. Заросли ситника, тростника и рогоза

На выбранных площадках собрана экологическая информация (с применением методов геоботаники и ландшафтоведения) о состоянии береговой растительности и основных факторах воздействия. На сегодняшний день не выявлено явного негативного влияния сооружений портового комплекса на береговую растительность. Наблюдаемая вытоптанность прибрежной луговой растительности является следствием активного использования побережья в рекреационных целях.

3.4 Общая оценка экологической уязвимости по отношению к фактору дреджинга

Уязвимость различных компонентов прибрежно-морской экосистемы Лужской губы по результатам исследования в целом оценена как для:

- а) береговой луговой растительностью – как низкая;

- б) фитопланктона – низкая;
- в) зоопланктона – умеренная;
- г) бентоса – высокая;
- д) макрофитов и донной растительности – высокая;
- е) рыбного населения – высокая;
- ж) водно-болотных птиц – высокая.

Что касается тюленей, то они единственные из всех рассмотренных групп животных проявили негативную реакцию на фактор шума, при проведении дреджинговых работ, одновременно они оказались единственной группой водных животных, испытывающей стрессовое воздействие природного фактора – потепление климата и связанного с ним дефицитом льда.

Перечисленные особенности индивидуальной экологической уязвимости различных групп водных и околоводных организмов учтены при составлении карты интегральной уязвимости (рисунок 3.31). Приведены карты уязвимости ботанического и зоологического комплексов (рисунки 3.32 и 3.33).

На рассматриваемой акватории наивысшей чувствительностью характеризуется южная оконечность Кургальского полуострова, расположенная фактически в центральной части одноименной заказника. С одной стороны, это может быть связано с удачным выбором территории для охраны природы (в качестве охотничьего заказника эта ООПТ существует с 1986 г.). С другой стороны, охранный режим как таковой мог способствовать увеличению здесь биологического разнообразия и концентрации различных форм жизни от растений до птиц и морских млекопитающих.

Построенные карты уязвимости прибрежных биологических сообществ и экосистемы в целом к дреджингу показали, что наиболее чувствительной зоной является западное побережье Лужской губы.

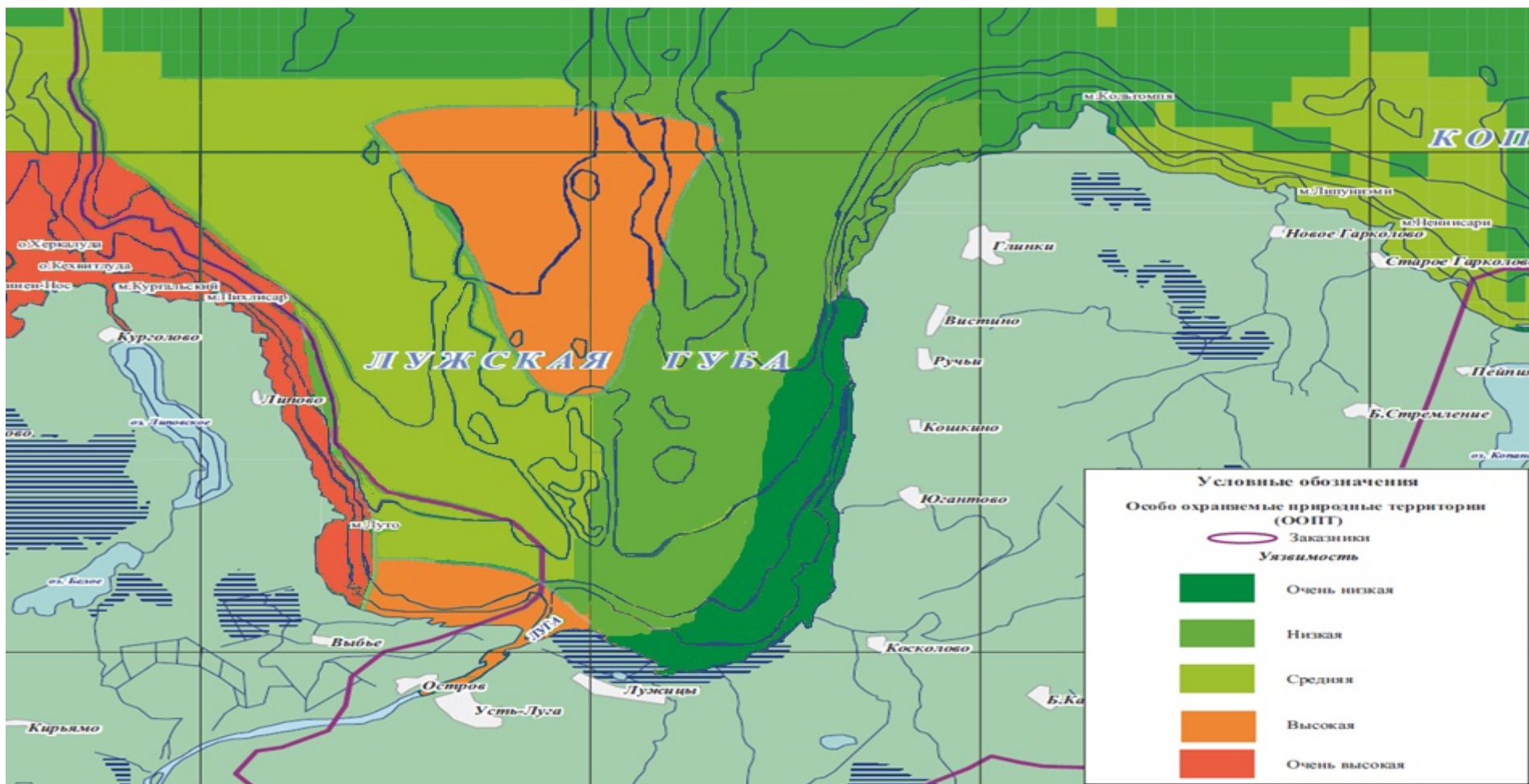


Рисунок 3.31 – Потенциальная уязвимость гидробиологических сообществ Лужской губы по интегральным биологическим характеристикам в летний период к дампингу грунта и дноуглубительным работам в результате строительства порта

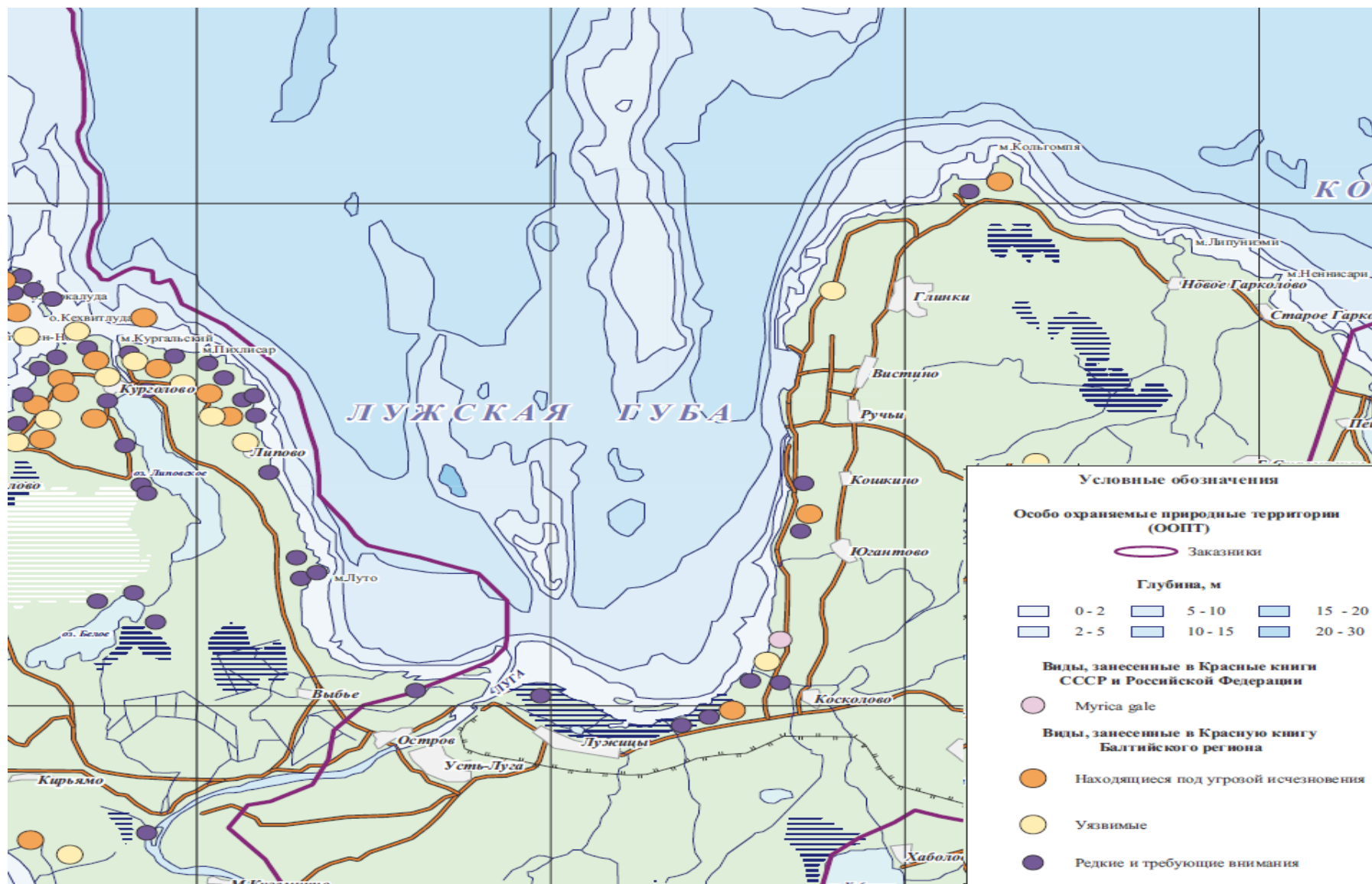


Рисунок 3.32 – Уязвимость ботанического комплекса Лужской губы и примыкающих к ней акваторий

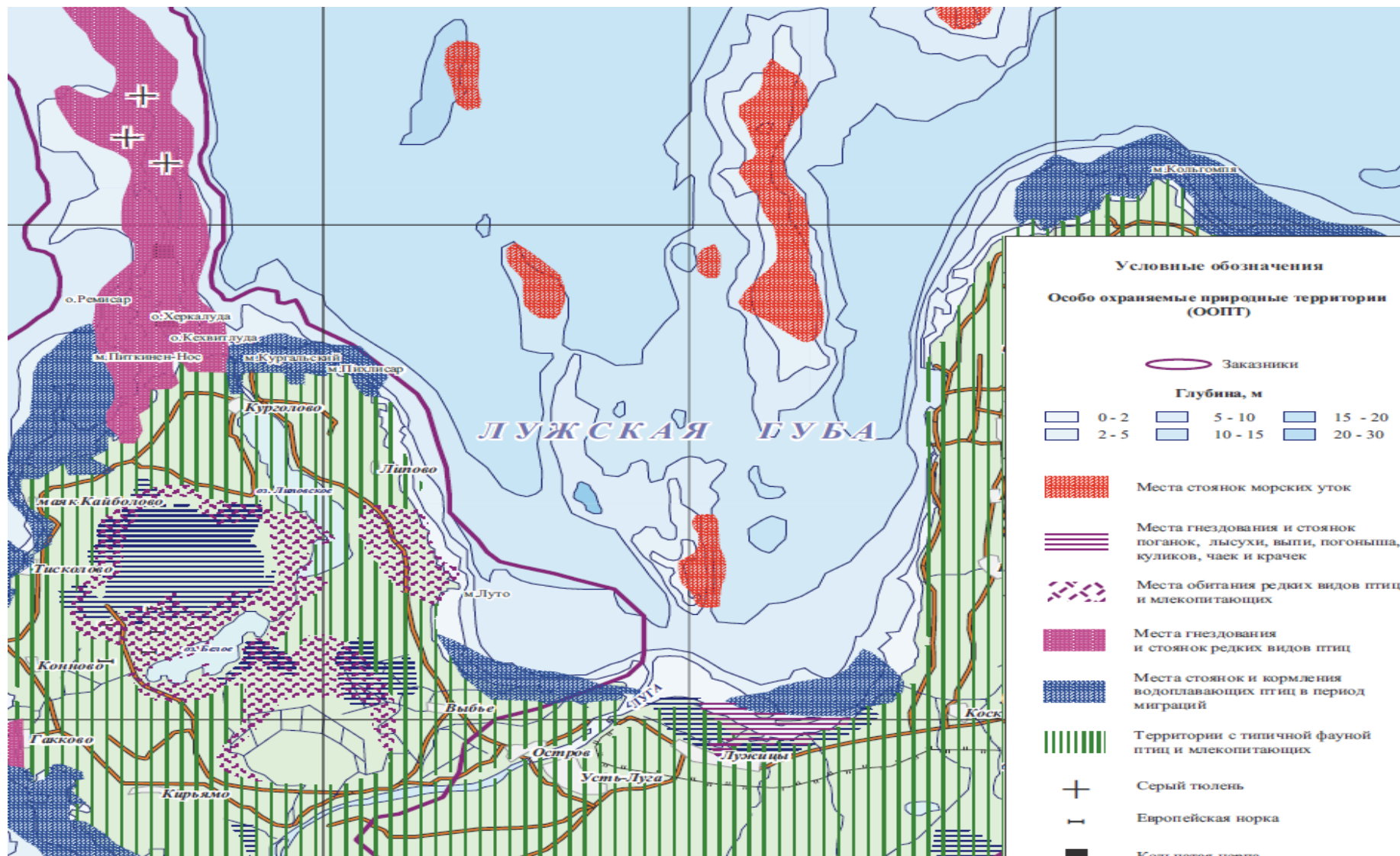


Рисунок 3.33 – Уязвимость зоологического комплекса Лужской губы и примыкающих к ней акваторий

3.5 Ущерб водным биоресурсам и компенсационные мероприятия

Сведения об ущербах при строительстве всех наблюдавшихся объектов, расположенных в МТП Усть-Луга, получены на основе данных о распределении пятна мутности, полученных с использованием описанного выше метода.

По фактически выполненным работам в сумме по всем категориям нанесенного ущерба в период с 2007 по 2014 гг. от дноуглубительных работ водным биоресурсам Лужской губе был нанесен вред в размере потери 235.92 т рыбы (таблица 3.19).

Таблица 3.19 – Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам с 2007 по 2014 гг.

Годы	Постоянный ущерб, т рыбы	Временный ущерб, т рыбы	Дополнительный временный ущерб, т рыбы
2007	0.356	0.906	—
Итого	0.356	0.906	—
2008	—	30.776	2.701
	0.106	11.428	0.136
	—	4.898	4.515
Итого	0.106	47.102	7.352
2009	—	5.066	0.052
	—	23.29	16.225
	—	44.837	0.539
	—	19.761	1.695
Итого	—	92.954	18.511
2010	—	35.509	8.474
	—	4.090	—
	0.12	—	—
Итого	0.12	39.599	8.474

Продолжение таблицы 3.19

Годы	Постоянный ущерб, т рыбы	Временный ущерб, т рыбы	Дополнительный временный ущерб, т рыбы
2011	—	8.13	—
	—	4.452	—
Итого	—	12.582	—
2012	—	5.859	—
	—	1.952	—
Итого	—	7.811	—
2014	0.047	—	—
Итого	0.047	—	—

Максимальный ущерб был нанесен в 2009 г. в период проведения интенсивных дреджинговых работ на объектах: образование акватории контейнерного терминала в МТП Усть-Луга, дноуглубление до отметки минус 13.5м в районе причалов № 3 и № 4, реконструкция южного подходного канала МТП Усть-Луга, вторая очередь строительства операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга, многопрофильного перегрузочного комплекса «Юг-2».

На основании проведенной оценки ущерба его величина соответствует 4 баллам. С учетом вероятности рассматриваемого события как возможного величина суммарного риска составляет 16 баллов, что означает отсутствие причин для беспокойства в настоящее время.

Сведения об ущербах при строительстве объектов, расположенных в МТП Усть-Луга, по которым проводили наблюдения даны в таблице Г.1. Рассчитанные величины ущерба могут быть компенсированы путем организации мероприятий по рыбоводству (аквакультуре). Восполнение и поддержание рыбопромыслового потенциала Лужской губы целесообразно осуществлять методами аквакультуры – путем садкового рыбоводства. Перспективными объектами выращивания следует признать ценные виды холодолюбивые виды лососевых и сиговых. Опираясь на инфраструктуру МТП Усть-Луга, возможно сформировать рыбоводный комплекс, который будет включать в себя два основных блока:

- морские садковые фермы на открытой акватории у западных берегов Лужской губы для выращивания товарной рыбы;

- береговой рыбопитомник (бассейновый цех) с использованием рециркуляционной схемы водоснабжения и установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) для выращивания молоди рыб с целью воспроизводства водных биоресурсов и поставок посадочного материала на садковые фермы.

Сочетание берегового рыбопитомника и морской садковой фермы позволит достигнуть оптимальных условий для повышения экономической эффективности крупномасштабного товарного рыбоводства.

Состояние акватории, прилегающей к МТП Усть-Луга, позволяет рассмотреть вопрос о создании рыбоводного комплекса для выращивания от 2000 до 5000 т атлантического лосося, форели и/или сиговых рыб. Проект может быть реализован несколькими вариантами при многолетней системе выращивания:

- выращивание 2000 т (например, 1000 т лосося и 1000 т форели) с получением собственного посадочного материала из рыбопитомника. Часть молоди (1.3 млн.шт.) будет использоваться как посадочный материал для выращивания товарной рыбы в садках, а другая часть (1.7 млн.шт.) может выпускаться в море для компенсации ущерба ВБР;

- выращивание 2000 т сига-муксуна с получением собственного посадочного материала из рыбопитомника. Часть молоди (1.3 млн.шт. муксуна) будет использоваться как посадочный материал для выращивания товарной рыбы в садках, а другая часть (1.7 млн.шт. балтийского сига) может выпускаться в море для компенсации ущерба ВБР.

Для получения требуемого объема выпуска продукции (2000 т/год) потребуется установка 36 – 40 погружных штормо- и ледоустойчивых садков.

Однако, наиболее распространенным компенсационным мероприятием является выпуск молоди рыб, но надо развивать и такие нетрадиционные мероприятия, например, как создание ветлендов.

4 Программа геоэкологического мониторинга на период эксплуатации Морского торгового порта Усть-Луга

4.1 Возможности и экологические ограничения долгосрочного развития порта

В соответствии со стратегией развития морской портовой инфраструктуры России, процесс развития транспортного кластера в береговой зоне Лужской губы будет продолжаться.

Общую территорию портового комплекса планируется расширить до 1 тыс. 600 га к 2025 году, количество перегрузочных комплексов предполагается довести до девятнадцати, обеспечив грузооборот порта к 2018 г. равным 180 млн.т. При выходе на полную мощность порт создаст порядка 7 тыс. рабочих мест.

По прогнозам, порт Усть-Луга должен стать крупнейшим в восточной части Финского залива после завершения строительства.

Комплексное социально-экономическое развитие территории, прилегающей к МТП Усть-Луга, предполагает:

- дальнейшее развитие Морского торгового порта;
- формирование и развитие припортовой промышленно-производственной зоны;
- строительство нового поселения на 34.5 тысячи жителей;
- создание зон для отдыха и туризма;
- развитие внешних и внутренних инженерных и транспортных коммуникаций;
- обеспечение необходимых социальных условий для работы, проживания и отдыха.

Очевидно, что такого рода развитие территории идет, фактически, по пути техногенеза. В структуру природно-технической системы (ПТС) «МТП + береговая зона» будут вовлекаться все новые компоненты, так что управление данной ПТС будет все более сложным, а количество новых рисков будет увеличиваться.

Для смягчения негативных эффектов техногенеза при реализации проектов необходимо применение «дружественных природе» технологий, позволяющих минимизировать негативные экологические последствия строительства и эксплуатации портов для Финского залива в целом и для уникальных береговых экосистем Лужской губы - в частности.

В ходе деятельности портовых комплексов неизбежно возникают экологические риски, связанные с операционными процессами, проводимыми в портах и прилегающих территориях. Основные виды воздействия связаны с транспортировкой, перегрузкой, хранением грузов и перевозкой пассажиров. Кроме того, функционирование портов нуждается в дополнительно предоставляемых услугах и средствах, таких как буксировка, бункеровка, сюрвейерские и другие услуги (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Источники опасности, порождающие экологические риски операционных процессов на портовой территории

Операционные процессы	Источники опасности, порождающие экологические риски
Транспортировка грузов и пассажиров	Шум, загрязнение воздуха, потребление топлива и энергии; протечки с судов; вибрация
Погрузка/выгрузка и хранение грузов	Шум, пыль, дополнительное освещение, потребление топлива и энергии, наличие опасных грузов
Промышленность, связанная с портовой деятельностью (судостроительные верфи, рыбоперерабатывающие, нефтехимические предприятия, упаковка грузов в контейнеры и др.)	Нарушение ландшафтов; загрязнение воды, почвы и донных отложений; шум; дополнительное освещение, потребление большого количества энергии; визуальная непривлекательность
Смежные виды деятельности	Нарушение ландшафтов, образование отходов, загрязнение воздуха
Транспортировка и хранение опасных грузов	Аварийные ситуации

Продолжение таблицы 4.1

Операционные процессы	Источники опасности, порождающие экологические риски
Утилизация отходов	Выбросы, сбросы, транспортировка отходов, визуальная непривлекательность
Дреджинг: ремонтные дноуглубительные работы, выемка донных отложений в ходе экологической чистки, сброс «дреджингового материала» в отвалы и / или их использование	Вторичное загрязнение; необходимость захоронения донных отложений и отходов; нарушение донной флоры и фауны; потребление топлива и выбросы в атмосферу; шум; вибрация потребление топлива
Управление навигацией в портовых каналах, фарватерах, акватории и портовой инфраструктурой (т.е. пристани, понтоны, причалы, набережные)	Гидродинамические процессы и их нарушение, перемешивание и оседание загрязненных донных отложений

Для МТП Усть-Луга также характерно появление новых экологических рисков, связанных с развитием и расширением портовых территорий (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Экологические риски развития и расширения портовых территорий

Этапы развития порта	Источники генерации (факторы) экологических рисков
Этап 1. Создание портового комплекса в целом	Морфологическое, гидрологическое и социальное воздействие. Техногенная геодинамика при перепланировании береговых ландшафтов, дорожном строительстве и прокладкой коммуникаций приводит к нарушению режима поверхностных и подземных вод, обуславливает избыточное увлажнение и заболачивание понижений между древними береговыми валами. Под воздействием техногенеза

Продолжение таблицы 4.2

Этапы развития порта	Источники генерации (факторы) экологических рисков
<i>Этап 1.</i> Создание портового комплекса в целом	возрастают скорости линейной эрозии устьевой части малых водотоков
<i>Этап 2.</i> Трансформация исторической заселенной территории в портовую зону	Переселение из близлежащих кварталов, потери существующего типа землепользования на данной территории
<i>Этап 3.</i> Трансформация природной территории в портовую зону	Отторжение береговой полосы на участке строительства. Изменение баланса наносов в береговой зоне. Нарушение ландшафтов и экосистем береговой зоны, потери биоразнообразия биологических видов (флоры и фауны). Механическое разрушение верхнего слоя донных отложений, нарушение процесса седиментации и деградация донных сообществ
<i>Этап 4.</i> Строительство защитных структур	Шум, выбросы в воздушную среду, потребление большого количества энергии, нарушение гидрологической системы
<i>Этап 5.</i> Ремонтные дноуглубительные работы	Увеличение количества взвеси в воде и обогащение верхних горизонтов водной толщи биогенными элементами за счет их поступления из придонных горизонтов. Возможность поступления ряда тяжелых металлов, находящихся в придонных горизонтах и донных отложениях в концентрациях, превышающих ПДК, в приповерхностные воды
<i>Этап 6.</i> Создание прилегающей промышленной зоны	Нарушение ландшафтов, визуальная непривлекательность, шум, потребление большого количества энергии, загрязнение

На разных этапах формирования (см. таблицу 4.2), развития и эксплуатации МТП факторы рисков и сами экологические риски существенно различаются.

4.2 Приоритетные направления экологической стратегии МТП

Основная цель реализации экологической стратегии развития и функционирования МТП – охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности порта Усть-Луга, на основе тесного сотрудничества между представителями порта, властью и жителями прибрежной территории, с опорой на принципы устойчивого развития и экологическое мышление. Особенность предлагаемой экологической стратегии заключается в том, что она может осуществляться как в условиях эксплуатации МТП без дальнейшего техногенеза, так и в условиях расширения МТП [73].

Стратегическое планирование должно базироваться на надежной информационной основе, построенной на современных принципах функционирования информационных систем и поддерживаться опытом научных исследований. Поскольку процесс стратегического управления цикличен, поддержание современного уровня знаний о процессах в прибрежной зоне должно являться частью планирования и управления. Подбираемые информационные системы и базы данных должны быть достаточными для своевременного принятия решений, связанных с экологическими проблемами. Стейкхолдеры порта и ЛПР в порту Усть-Луга должны быть обеспечены достоверной и своевременной информацией. Это выражается в организации модифицированной системы геомониторинга, который должен являться важнейшей составной частью системы управления МТП – Усть-Луга. Таким образом, обеспечение конструктивного диалога и содействие эффективному взаимодействию стейкхолдеров реализуется через создание единого информационного поля с принятием мер по стимулированию сотрудничества.

Экологическая стратегия в процессе функционирования и развития порта Усть-Луга, предусматривает:

а) снижение воздействия на окружающую среду (ОС) портовых процессов и сооружений. Это означает, что при определении воздействий порта на ОС

необходимо учитывать деятельность компаний, функционирующих в зоне ответственности порта. При этом в качестве экологических аспектов деятельности компаний следует учитывать, как поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в ОС, так и потребление ресурсов.

С целью снижения воздействия на ОС компания должна стремиться использовать весь арсенал современных средств наблюдения и контроля, включающие [36]:

- технические и технологические меры,
- организационно-управленческие инструменты, содержащие активные компенсационные способы устранения своего негативного влияния на экосистему.

Поддержка инфраструктуры порта на приемлемом уровне экологической безопасности, включая меры по безопасной утилизации отходов, является важнейшей частью выполнения данной задачи.

Портовые власти несут ответственность также за близлежащие территории, которые находятся в зоне влияния порта и его деятельности. Наличие охраняемых природных объектов должно учитываться при развитии портовых комплексов, так как является сдерживающим фактором для последующего развития и расширения территории порта.

Мотивация, обучение, просвещение сотрудников порта, закрепление экологической ответственности за отделами и службами порта будет способствовать общему повышению экологической культуры работников компании и вызовут положительные эффекты в долгосрочном периоде;

б) создание условий для устойчивого улучшения состояния природной среды в ПТС «МТП + береговая зона», что означает:

- снижение рисков и ущербов, связанных с природными катаклизмами и техногенными авариями;
- стимулирование инноваций в сфере экологии, развитие инфраструктуры, обеспечивающей трансфер знаний и технологий в экологической сфере;
- развитие кластерных инициатив, как организационной формы взаимодействия множества самостоятельных организаций (научных, образовательных и производственных), что будет способствовать концентрации специалистов высокого уровня (ученых, организаторов производства, инженеров,

технологов, конструкторов и т.д.), действующих в направлении экологизации портовой деятельности.

Развитие данного направления связано с международным сотрудничеством и требует интеграции на уровне правительств разных стран.

4.3 Основные направления реализации экологической стратегии МТП

С целью получения и распространения необходимой и достаточной информации об ОС на постоянной основе целесообразно создание центра, осуществляющего работы по геоэкологическому мониторингу.

Геоэкологический мониторинг предусматривает комплекс мероприятий, проведение которых необходимо для оценки воздействия производственной деятельности на ОС:

- сбор данных о состоянии компонентов окружающей среды;
- оценка воздействия на ОС при функционировании объекта;
- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия.

Развитие кластерных инициатив, трансферинноваций

Стимулирование инноваций в экологической сфере рекомендуется поддерживать с помощью специальных мер:

- развитие объектов инновационной инфраструктуры (центров трансфера технологий),
- создание общей платформы для обмена информацией об экологических инновациях, включая зарубежных партнеров;
- обеспечение научной составляющей кластера;
- содействие проведению регулярных комплексных исследований в водах Финского залива Балтийского моря;
- развитие сотрудничества в рамках кластера.

Обеспечение конструктивного диалога и содействие эффективному взаимодействию предприятий морского кластера реализуется через создание единого информационного поля с принятием мер по стимулированию сотрудничества: организация конференций, семинаров, рабочих групп, создание

специализированных интернет-ресурсов и электронных списков рассылки. Перечень конкретных мероприятий определяется на основе диагностики текущего взаимодействия участников, анализа возможностей и направлений формирования организованных схем взаимодействия для участников кластерного развития.

Построение системы управления рисками

Для обеспечения экологической безопасности и устойчивого функционирования ПТС «МТП + береговая зона» на акватории в зоне ответственности порта необходимо наличие эффективной системы управления рисками, основанной на достижениях рискологической науки.

Управление рисками обеспечивает:

- более информированное принятие решений,
- уменьшение финансовых затрат на реализацию принятых решений,
- более высокий уровень охраны здоровья и безопасности людей, ОС и имущества,
- повышение эффективности работы порта,
- укрепление конкурентных преимуществ, деловой репутации.

Управление рисками включает разработку мер по уменьшению рисков антропогенного воздействия морской деятельности на ОС и социальную сферу приморского района, разработку мер по реабилитации и очистке береговой зоны, подвергнувшейся интенсивному негативному воздействию в результате хозяйственной деятельности.

4.4 Механизмы и инструменты реализации стратегии

Реализация мероприятий Стратегии заключается в:

- а) планировании действий (мероприятий), которые согласуются с направлениями развития, заложенными в стратегию;
- б) реализации запланированных мероприятий;
- в) последующем мониторинге целевых индикаторов и производственных ресурсов для реализации мероприятий стратегии;

г) корректировке (при необходимости) мероприятий стратегии и последующем их планировании – как на основании проведенной корректировки, так и на основании учета современных тенденций.

Увязка стратегического цикла с процессом принятия, исполнения и контроля решений подразумевает:

на стадии планирования:

- утверждение и согласование отдельных мероприятий и программ;
- проведение оценки необходимого ресурсного обеспечения мероприятий.

на стадии выполнения:

- выполнение мероприятий стратегии;
- обеспечение надлежащей отчетности о ходе выполнения.

на стадии мониторинга и корректировки:

- интегральная оценка реализации стратегии, в том числе отдельных мероприятий;
- оценка достижения уровня целевых индикаторов;
- оценка достижения, запланированного экологического и социально-экономического эффектов;

В результате реализации стратегии предполагается получение экологического, экономического и социального эффектов, перечисленных ниже:

- а) удовлетворение потребности населения в здоровой и безопасной окружающей среде;
- б) выведение МТП Усть-Луга в число передовых портов в сфере экологической безопасности.
- в) повышение обоснованности принятия решений руководством порта за счет эффективного системы поступления информации, а также обеспечение осведомленности стейкхолдеров.

г) совершенствование управления экологическими аспектами деятельности порта, снижение воздействия порта на окружающую среду.

Следование заложенным в стратегию основным направлениям развития в области обеспечения экологической безопасности позволит вывести порт «Усть-Луга» на международный конкурентоспособный уровень, заложив тем самым

надежный фундамент устойчивого развития, как самого порта, так и региона, в котором он находится.

4.5 Типизация показателей, подлежащих наблюдению при проведении геоэкологического контроля и мониторинга на период эксплуатации МТПа Усть-Луга

Выполненные ранее исследования позволили отобрать и обосновать набор показателей и параметров, которые характеризуют состояние наблюдаемой ПТС «МТП Усть-Луга + береговая зона».

Для практической реализации выше развитых положений для систем принятия решений на этапе эксплуатации порта предлагается воспользоваться набором показателей (индикаторов), учитывающих специфику ПТС МТП Усть-Луга + природная среда.

Эти показатели (индикаторы) реализации экологической стратегии функционирования и развития МТП Усть-Луга подобраны по следующим критериям:

- обеспечение достаточности информации о существующей и прогнозируемой экологической ситуации;
- объединение информации в интегральные параметры;
- учет важных экологических аспектов, которые могут контролироваться и на которые можно повлиять;
- использование различными действующими лицами в решении поставленных задач, специалистам в области управления, планирования и т.д.;
- учет интересов заинтересованных сторон;
- должны идентифицировать возможности предупреждающих действий.

Рекомендуемый перечень показателей выглядит следующим образом:

1 min – Показатели снижение воздействия портовых процессов и сооружений на ОС:

- количество случаев нарушения законодательства (самой компанией, организациями, действующими на территории ответственности порта);
- оценка качества прибрежных вод по ИЗВ;

- оценка параметров / уровней мутности (отношение площади акватории, подверженной воздействию повышенной мутности, к общей площади акватории);
- оценка эвтрофирования (отношение площади акватории, подверженной эвтрофированию, к общей площади акватории);
- замусоренность – оценка степени засорения территории и акватории ТБО в границах рассматриваемого района;
- объем экологических услуг по приему различных видов отходов;
- количество потребляемых ресурсов (энергии, воды);
- объем образования ЗВ, выбрасываемых в воздух, сбрасываемых в воду, и отходов;
- береговая линия, подверженная эрозии и абразии;
- время реагирования или коррекции действий в связи с экологическими инцидентами;
- частота проведения внутренних экологических аудитов;
- количество обнаруженных при аудите несоответствий за определенный период;
- экономия, достигнутая в результате сокращения количества используемых ресурсов, предотвращения загрязнения или как эффект рециклинга отходов;
- доля электроэнергии, получаемой за счет возобновляемых источников энергии (ветровые, солнечные и т.п.) в общем использовании электроэнергии (в процентах).

2 тип – Показатели создания условий для устойчивого улучшения состояния ОС в прибрежной зоне, затрагиваемой портом:

- количество экологических инцидентов в год (например, связанных с просорами при транспортировке грунта дноуглубления);
- количество бесконтрольных сбросов или водостоков на территории порта;
- количество бесконтрольного размещения отходов на территории порта;
- доля наиболее опасных грузов в грузообороте порта (нефть и нефтепродукты, химические грузы);
- оценка функционирования системы безопасности (наличие схемы действий персонала, спец. оборудования), в баллах;

- доля затрат на проведение экологических и природоохранных мероприятий (в процентах к общим затратам предприятия);

- количество экологических инноваций, реализованных на предприятии.

3 тип – Показатели обеспечения достоверной и своевременной информацией ЛПР в порту Усть-Луга, повышение уровня осведомленности стейкхолдеров порта:

- конфигурация и объем данных мониторинга (количество станций и периодичность выполнения наблюдений; количество наблюдаемых параметров);

- контроль (частота проверок) за наиболее опасными участками территории и акватории порта;

- контроль за состоянием мест, рассматриваемых как охраняемые, вблизи объектов МТП;

- количество экологических показателей в открытом доступе для стейкхолдеров;

- количество мероприятий, направленных на инициирование и поддержку диалога между портом и стейкхолдерами;

- ресурсы, привлекаемые для обеспечения поддержки общественностью экологических программ.

4 тип – Показатели, отражающие стимулирование ответственного отношения к экологическим аспектам деятельности всех сотрудников порта:

- количество реализованных обучающих программ сотрудников предприятия, в год;

- число уровней управления (отделов, служб) с определенной ответственностью в области экологической эффективности;

- количество работников, отвечающих экологическим требованиям к выполняемым профессиональным обязанностям;

- количество работников, участвующих в экологических программах (например: подавших рационализаторские предложения по предотвращению загрязнения и т.п.);

- результаты проверки знаний работников по экологическим аспектам деятельности организации;

- количество поставщиков и подрядчиков, запрошенных по экологическим аспектам их деятельности;

- количество субподрядчиков, предоставляющих услуги, с которыми заключены контракты, с внедренными или сертифицированными системами экологического менеджмента.

4.6 Программа геоэкологического мониторинга на период эксплуатации МТП Усть-Луга

Мониторинг можно рассматривать как последовательность взаимосвязанных операций – от определения информационных потребностей до использования информационного продукта (рисунок 4.1).

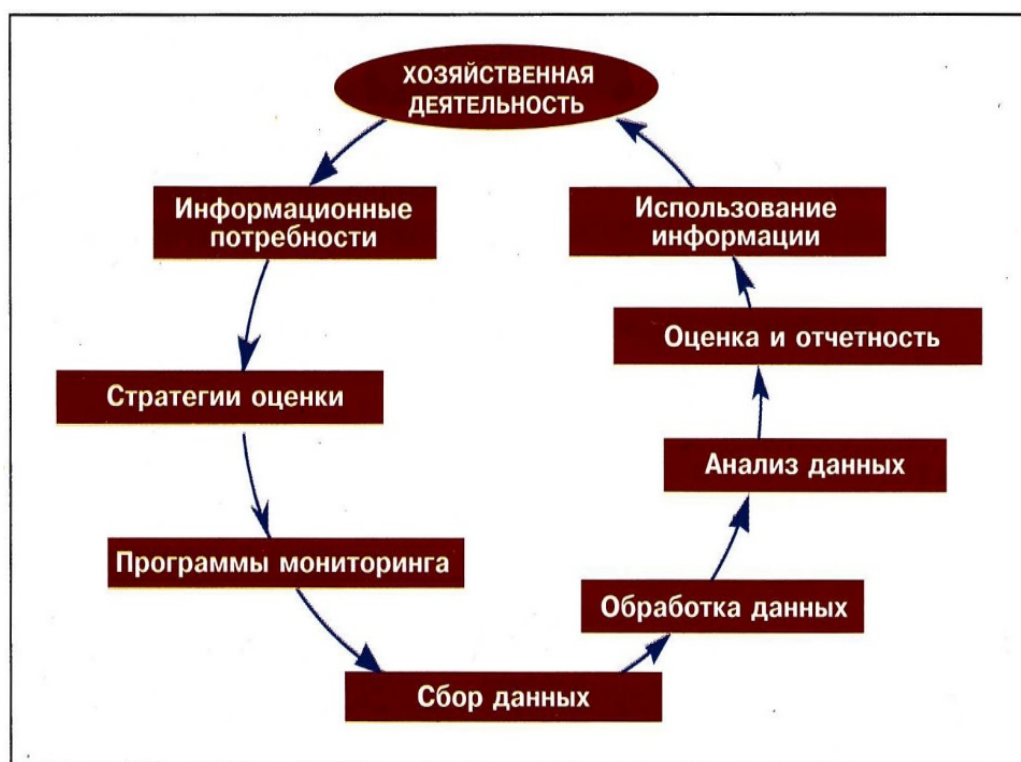


Рисунок 4.1 – Цикл операций

Геоэкологический мониторинг предусматривает комплекс мероприятий, проведение которых необходимо для оценки воздействия на ОС при эксплуатации объектов, расположенных в МТП Усть-Луга:

- сбора данных о состоянии ОС;
- оценки воздействия на ОС при осуществлении хозяйственной деятельности;

- разработка программы в соответствии с требованиями в соответствии с нормами законодательства Российской Федерации (приложение Д), а также положениями международного экологического права, не противоречащими законодательству Российской Федерации.

Программа геоэкологического мониторинга включает в себя наблюдения:

- за состоянием ОС и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценку фактического состояния ОС;
- наблюдения за факторами антропогенного воздействия.

В задачи геоэкологического мониторинга входят:

- проведение полевых наблюдений, отбор проб и документирование;
- получение данных лабораторных исследований по отобранным пробам;
- проведение экспертной оценки полученных данных;
- ведение базы данных о состоянии ОС в районе проведения работ;
- выделение изменившихся параметров ОС по отношению к фоновой составляющей (для данного объекта), прошлым данным и т.д.;
- определение источников возможного негативного воздействия, их происхождение;
- разработка отчетной документации.

Процесс технологии экологического мониторинга можно представить в виде алгоритма: программа-измерение-анализ-интерпретация результатов, который может быть продолжен моделированием и оптимизацией.

При осуществлении геоэкологического мониторинга особое внимание необходимо уделять наблюдениям за состоянием водного объекта (Лужская губа восточной части Финского залива Балтийского моря), то есть за состоянием поверхностных (морских) вод на акватории порта МТП Усть-Луга, подходных каналах, акватории подводного отвала грунта, а также участков не подверженных

прямой техногенной нагрузки от эксплуатации портовых терминалов и комплексов.

В состав геоэкологического мониторинга МТП Усть-Луга должны входить наблюдения за компонентами экосистемы:

В геоэкологический мониторинг МТП Усть-Луга входят наблюдения за компонентами экосистемы:

Абиотические компоненты следующие: природные воды; донные грунты; уровень шума; атмосферный воздух; прибрежно-береговая полоса.

Ежегодно, в период без ледокольной навигации, необходимо ежемесячно отбирать пробы природных (морских) вод для химико-аналитических исследований и ежеквартально для токсикологических и санитарно-эпидемиологических исследований.

Пробы природных (морских) вод – на 51 станции, из которых:

16 станций (с А1 по А16) – расположены в границах операционных акваторий терминалов и комплексов МТП Усть-Луга, включая акваторию разворотного круга;

6 станций (с К1 по К6) – расположены на оси Южного подходного канала;

5 станций (с КW1 по КW5) – расположены на оси Западного подходного канала;

15 станций (с U1 по U12 и с U16 по U18) – расположены на акватории Лужской губы в непосредственной близости к акватории МТП Усть-Луга;

5 станций (с U13 по U15 и с U19 по U20) – расположены на значительном удалении от акватории МТП Усть-Луга, в районах Лужской губы не подверженных прямой техногенной нагрузки от эксплуатации портовых терминалов и комплексов;

3 станции (с R1 по R3) – расположены в устьевых участках рек: Луга, Лужицы, Хаболовка;

1 станции (NO1) – расположенной на акватории подводного отвала грунта в месте установки разгрузочного бую. Отбор проб природных (морских) вод, выполняется только в период работ по захоронению донного грунта, извлеченного на акватории порта.

Для химико-аналитических исследований пробы природных (морских) вод, отбираются на каждой станции с 2-х горизонтов: поверхностного (слой водной толщи мощностью 0,5 м от поверхности) и придонного (на глубине 0,5 м от дна).

Для микробиологических исследований пробы природных вод отбираются на каждой станции с поверхностного горизонта. Для токсикологических исследований на каждой станции отбирается одна объединенная проба, включающая в себя пробы природных (морских) вод, отобранные с поверхностного и придонного горизонтов.

По результатам исследований в последующие съемки могут отбираться дополнительные (уточняющие) пробы природных (морских) вод в местах выпусков сточных вод с территории МТП Усть-Луга, или иных участках акватории, в районах источников загрязнения, выявленных в ходе производственного экологического контроля (ПЭК).

Каждый отбор проб природных (морских) вод должен сопровождаться метеорологическими наблюдениями, в ходе которых каждые 2 часа определяются: скорость ветра (метры в секунду), направление ветра (румбы), температура воздуха (градусы Цельсия), относительная влажность воздуха (проценты), атмосферное давление (миллиметры ртутного столба), атмосферные явления.

Помимо этого, на каждой станции контроля проводятся гидрологические измерения, включающие в себя: определение прозрачности природных вод (метры), температуры воды на горизонте отбора проб (градусы Цельсия), скорость ((метры в секунду) и направление течения (градусы) на горизонте отбора проб.

Отбор проб природных вод, измерение гидрологических характеристик и метеорологических параметров должен выполняться специализированным оборудованием, имеющим эксплуатационную документацию и прошедшим (в случае необходимости) государственную поверку.

В отобранных проб природных (морских) вод проводить определение на следующие показатели: pH, растворенный кислород, соленость; БПК₅, ХПК; сухой остаток; взвешенные вещества; нефтепродукты; азот аммонийный, нитриты, нитраты, фосфаты, азот общий, фосфор общий; хлориды, сульфаты, сухой остаток; тяжелые металлы: ртуть, медь, железо, свинец, кадмий, хром, марганец, никель, цинк, кобальт; мышьяк; бенз(а)пирен, фенолы; ХОП, ПХБ; санитарно-

эпидемиологических показатели: ОКБ, ТКБ; E.coli; колифаги, энтерококки, стафилококки.

И обязательно токсикологические исследования для определения степени токсичности природных (морских) вод исследуемой акватории.

В ходе камеральных работ оформляются протоколы лабораторных исследований, измерений и анализов всех проб, подготавливаются аналитические сводки, проводится статистическая обработка и обобщение полученных первичных данных, производится оценка и тематический анализ полученных результатов исследований водного объекта, оцениваются тенденции зафиксированных изменений состояния водного объекта.

Пробы донного грунта отбираются ежегодно (1 раза в год) в период без ледокольной навигации, отбираются в то же время, что и природные воды, но после непосредственно отбора проб природных вод и проведенных гидрологических измерений, для исключения попадания в пробы взвешенного материала.

Станции отбора проб донных грунтов совпадают со станциями отбора проб природных (морских) вод (A1-A16, K1-K6, KW1-KW5, U1-U20 и NO1). Общая схема расположения станций отбора проб донных отложений приведена на рисунке 4.2. Координаты станций отбора проб уточняются ходе съемок ПЭК.

В отобранных пробах донных отложений определяются следующие физико-механические и химико-аналитические параметры и показатели: pH; гранулометрический состав, плотность скелета грунта, потери при прокаливании; ртуть, цинк, кадмий, свинец, мышьяк, марганец, медь, хром, никель; нефтепродукты; бенз(а)пирен; сумма ДДТ, α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ; ПХБ; токсичность.

В ходе камерального этапа работ оформляются протоколы лабораторных исследований, проводится статистическая обработка и обобщение полученных первичных данных, анализ полученных результатов исследований донных отложений, оценка тенденций изменения состояния донных отложений исследуемой акватории.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся с целью оценки влияния работы терминалов и комплексов МТП Усть-Луга на состояние приземного слоя атмосферного воздуха в районе ближайшей селитебной

территории. Оценка состояния атмосферного воздуха проводится ежегодно, по средствам выполнения ежеквартальных съемок (отбора проб).

Пункты отбора проб атмосферного воздуха (пункты SV1-SV18) расположены на границе близлежащей селитебной территории: п. Лужицы, п. Косколово, п. Слободка, п. Югантово, п. Красная горка, п. Сменково, п. Дубки, п. Ручьи, п. Вистино, п. Залесье.

Выбор пунктов отбора проб атмосферного воздуха на границе территории жилой застройки обусловлен максимальной близостью жилых домов к территории МТП Усть-Луга.

Дополнительно должны отбираться пробы атмосферного воздуха на границе единой санитарно-защитной зоне (СЗЗ) МТП Усть-Луга, после ее формирования.

Отобранные пробы атмосферного воздуха должны исследоваться на содержание в них: азота диоксид; серы диоксид; углерод (сажа); углерод оксид; смесь углеводородов предельных C1-C5; смесь углеводородов предельных C6-C12; пентилены; бензол; диметилбензол; метилбензол; этилбензол; керосин; взвешенные вещества (пыль).

В ходе камерального этапа работ оформляются протоколы лабораторных исследований, измерений и анализов всех проб атмосферного воздуха, проводится статистическая обработка и обобщение полученных первичных данных, анализ полученных результатов исследований атмосферного воздуха, оценка тенденции зафиксированных изменений состояния воздушного бассейна в районе МТП Усть-Луга.

Вредные физические воздействия, которые могут образоваться в процессе эксплуатации терминалов и комплексов МТП Усть-Луга, представлены физическими полями акустической природы, и могут оказывать неблагоприятное влияние на здоровье людей, являться фактором беспокойства для морских млекопитающих и орнитофауны.

Оценка вредных физических воздействий предлагается осуществлять ежегодно по средствам проведения ежеквартальных съемок (серий измерений).

В ходе измерений фиксируются значения эквивалентных LAэкв. (дБА) и максимальных LAmax (дБА) уровней звука.

Пункты измерений уровней шума (пункты SV1-SV18) расположены на границе ближайшей селитебной территории: п. Лужицы, п. Косколово, п. Слободка, п. Югантово, п. Красная горка, п. Сменково, п. Дубки, п. Ручьи, п. Вистино, п. Залесье. В каждом пункте контроля за съемку выполняется замер днем (с 07:00 до 23:00) и ночью (с 23:00 до 07:00). Выбор пунктов измерений уровней шума на границе территории жилой застройки обусловлен максимальной близостью жилых домов к территории МТП Усть-Луга. Рекомендуется установить дополнительные пункты наблюдений на западном берегу в целях уменьшения воздействия на водно-болотных птиц и териофауны. Дополнительно должны проводиться измерения уровней вредных физических воздействий (шума) на границе единой СЗЗ МТП Усть-Луга, после ее формирования.

В ходе камерального этапа работ оформляются протоколы измерений, проводится статистическая обработка и обобщение полученных первичных данных, проводится анализ полученных результатов исследований, оцениваются тенденции зафиксированных изменений уровней вредных физических воздействий.

Основными видами воздействия на прибрежную береговую зону МТП на этапе эксплуатации будут:

- изменение режима стока грунтовых вод;
- активизация ряда экзогенных геологических процессов после этапа строительства;
- локальные изменения форм рельефа и микрорельефа при возможных аварийных ситуациях.

В ходе проведения контроля предусмотрено выполнение наблюдений за следующими процессами по перечисленным ниже параметрам: линейная эрозия и заболачивание и подтопление.

Биотические компоненты следующие: водные биоресурсы (фито-, зоо- и бактериопланктон; фито- и зообентос; высшая водная растительность; ихтиофауна), морские млекопитающие; орнитофауна; растительный мир.

Гидробиологическая составляющая геоэкологического мониторинга включает: изучение гидробиологических компонентов экосистемы, оценку состояния основных показателей, оценку и прогноз биологических последствий техногенного воздействия, а также выявление «критических» факторов

воздействия и наиболее уязвимые звенья в биотической составляющей экосистемы исследуемого водного объекта.

Основными контролируемыми компонентами водных биоресурсов должны являться:

- состояния первичных биологических и кормовых сообществ;
- видовой состав, эффективность воспроизводства и урожайности поколений рыб по состоянию ихтиопланктона.
- Оценка состояния водных биоресурсов выполняется по следующим показателям:
 - общие показатели: фотосинтетические пигменты (хлорофилл «а»), первичная продукция планктона, деструкция органического вещества;
 - фитопланктон, зоопланктон, бентос: видовой состав, численность, биомасса отдельных групп и общая, индикаторные виды;
 - бактериопланктон: общая численность, сапрофитная микрофлора;
 - ихтиофауна (личинки, молодь): видовой состав, численность, биомасса, степень доминирования, видовая и возрастная структура;
 - морские млекопитающие.

Выбор гидробиологических и ихтиологических станций проводится с учетом опыта гидробиологических исследований прошлых лет, а также совмещая и со станциями по отбору природных вод. Станции ихтиологических исследований необходимо устанавливать так, чтобы были охвачены участки акватории Лужской губы, находящиеся в зоне техногенной нагрузки от функционирования МТП Усть-Луга, районе акватории подводного отвала грунта, ближайшей к ним акватории и акватории не подверженной прямой техногенной нагрузки от эксплуатации портовых терминалов и комплексов.

Точное расположение станций уточняется непосредственно перед началом исследований и ежегодно корректируется по результатам проведенных исследований.

Оценка состояния водных биоресурсов должно проводиться ежегодно в:

- в весенний период: с середины апреля по июнь включительно;
- в осенний период: с середины августа по октябрь-ноябрь.

Мониторинг животного мира является неотъемлемой частью общей системы биологического мониторинга, базируется на принципе «фитоценоз – тип местообитания».

Мониторинговая сеть должна проходить через различные биотопы с учетом видов и степени оказываемого техногенного воздействия, предполагаемой реакции животных на оказываемое воздействие, а также выбранных способов учета животных.

Мониторинговые работы выполняются в контрольных и фоновых условиях. В пределах контрольной площадки проводятся учеты амфибий, рептилий, мелких млекопитающих, орнитофауны, крупных млекопитающих по следам жизнедеятельности.

Долгопериодный мониторинг животного мира включает периодические (с обязательным включением в наблюдения периода сезонной миграции птиц) учеты распределения объектов животного мира, с целью отслеживания изменения картины биотопического размещения в период эксплуатации МТП Усть-Луга.

Оценка состояния животного мира выполняется ежегодно (2 раз в год) на территории санитарно-защитной зоны и близлежащих заказников (Котельский и Кургальский) и обязательно включают в себя периоды гнездования и миграционных пролетов птиц.

Послеаварийный мониторинг включает немедленное обследование района аварии для сбора сведений о прямом ущербе и общем состоянии популяций птиц на момент аварии. В дальнейшем наблюдения должны вестись по схеме оперативного мониторинга.

На рисунках 4.2 и 4.3 приведена примерная схема расположения станций наблюдений за состоянием природной среды МТП Усть-Луга.

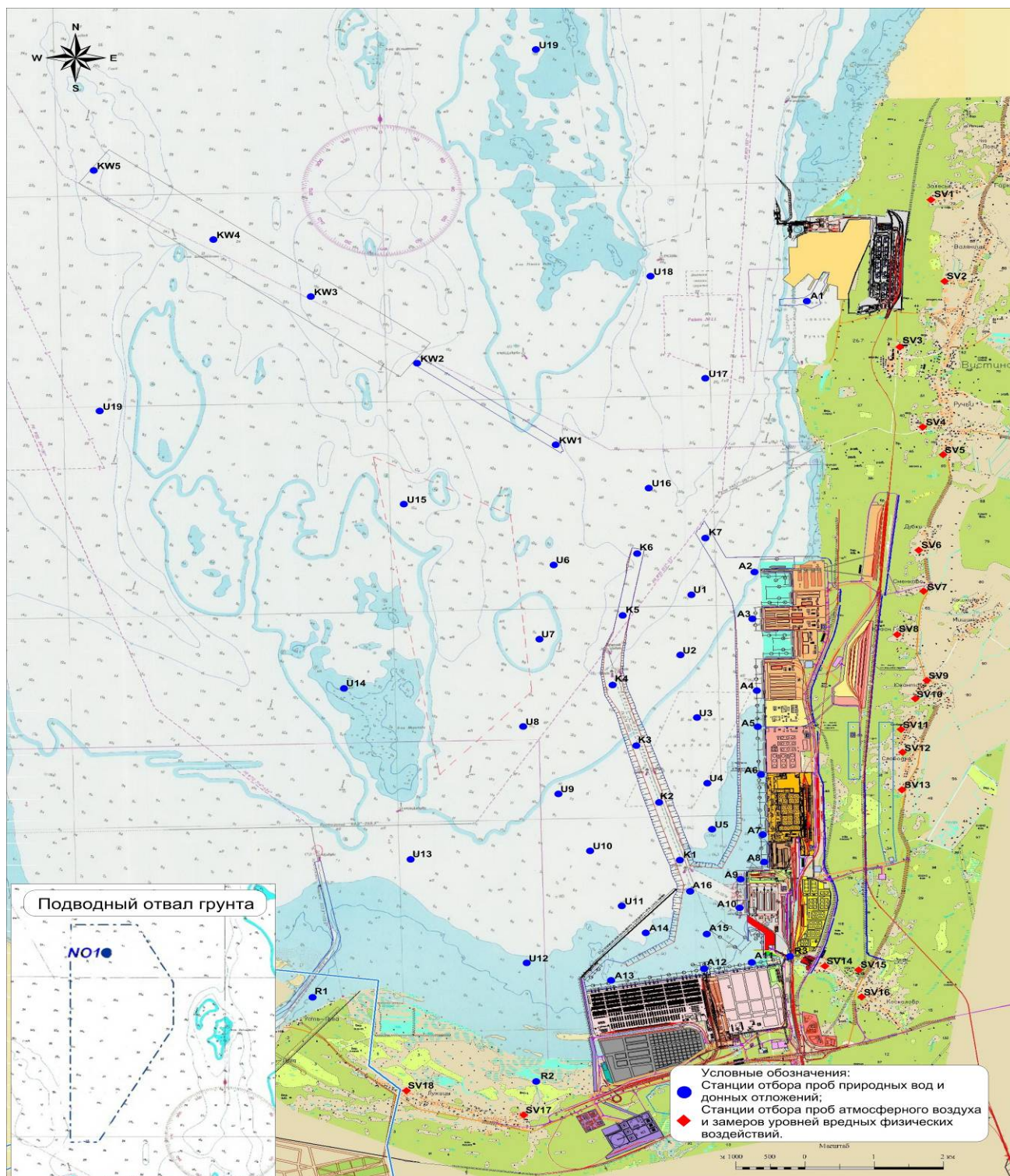


Рисунок 4.2 – Предлагаемая схема расположения станций и пунктов отбора проб природных вод, донных отложений, атмосферного воздуха и замеров уровней вредных физических воздействий (шума)

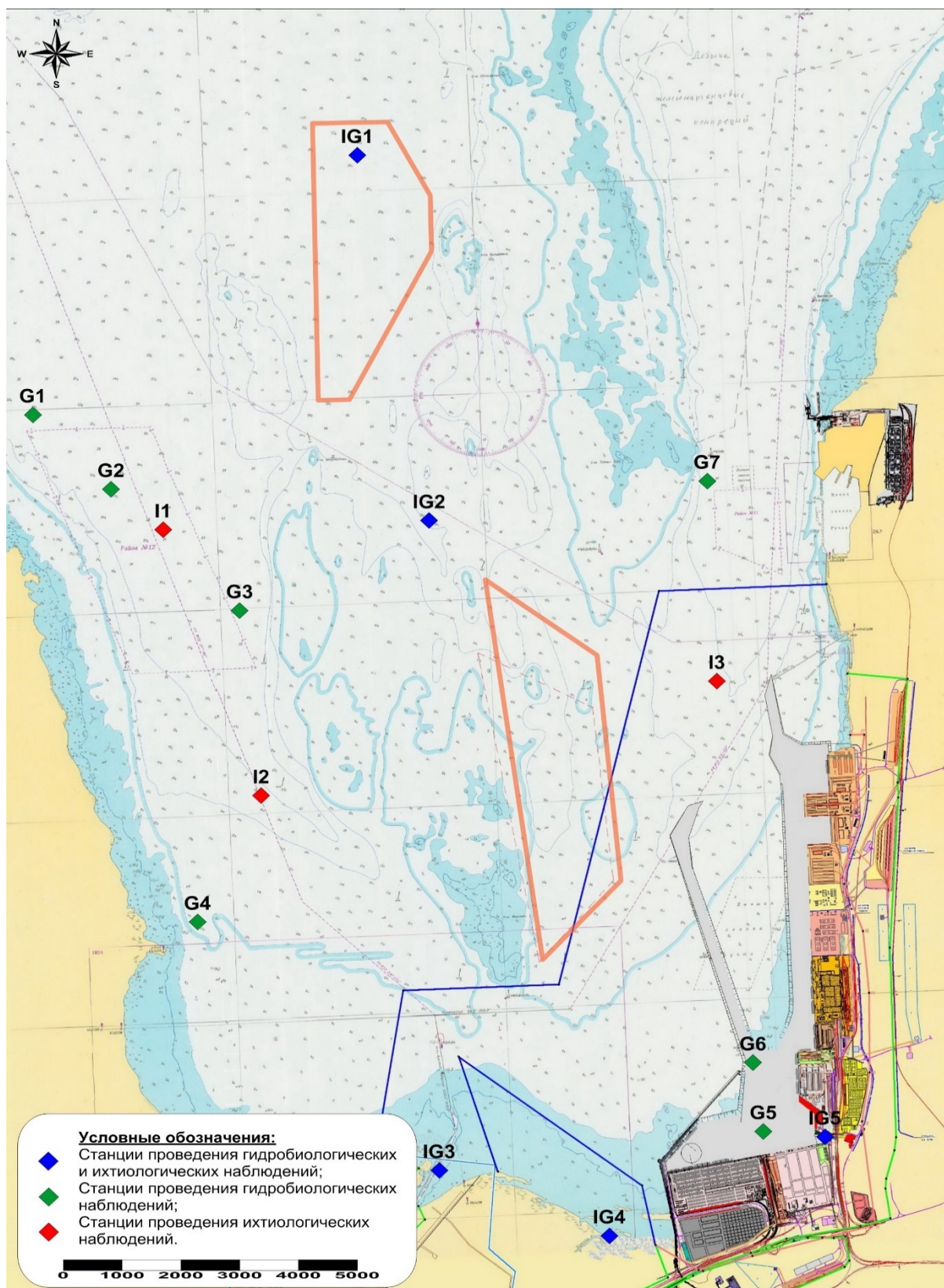


Рисунок 4.3 – Предлагаемая схема расположения гидробиологических и ихтиологических станций

Важной частью (блоком) геоэкологического мониторинга является контроль. Поэтому в этой связи нами построен алгоритм Программы ПЭК в увязке с предложенной схемой геоэкологического мониторинга (рисунок 4.4).

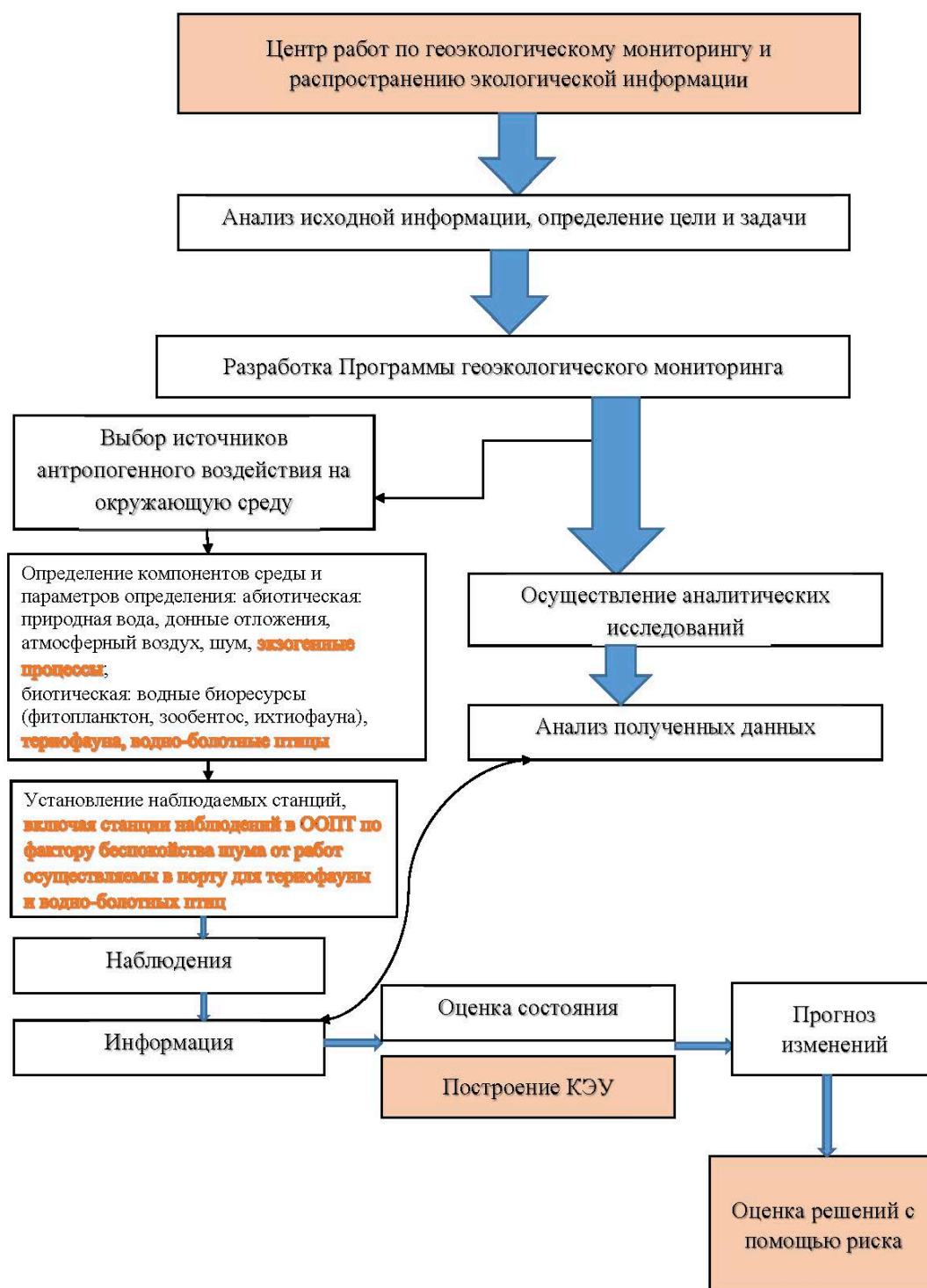


Рисунок 4.4 – Алгоритм программы

4.7 Предложения и рекомендации для МТП Усть-Луга

В практическом плане для реализации программы геоэкологического мониторинга на различных этапах рекомендуются к выполнению следующие позиции, а именно:

- начальный этап - создание центра, осуществляющего работы по геоэкологическому мониторингу и распространение экологической информации;
- на этапе проведения наблюдений, являющейся важной составляющей получения объективной и достоверной информации, является осуществление непосредственно отбора проб природных/сточных вод в увязке со всеми пунктами наблюдений или выделение наиболее значимых на заданный момент времени;
- на этапе оценки состояния геосистемы является выделение в отдельное звено и построение карты экологической уязвимости;
- на этапе прогноза изменений состояния ОС прибегнуть к использованию метода матриц риска для качественной и полуколичественной оценки уровня экологического риска и принятия эффективных природоохранных решений.

С целью информирования стейкхолдеров и контролирующие природоохранные структуры о результатах развития порта целесообразно использовать показатели (индикаторы), характеризующие не только территорию и акваторию порта, но и общее влияние порта на региональное развитие:

- освоенность – отношение (проценты) протяженности береговой линии (километры), вовлеченной в хозяйственное или иное (например, рекреационное) использование, к общей протяженности береговой линии. Показатель позволяет оценить фактическое использование прибрежной территории и сделать выводы о степени хозяйственного освоения побережья.
- плотность застройки – отношение суммы площадей застроенной территории (километры квадратные) к общей площади прибрежного района.
- свобода доступа к морю – отношение протяженности береговой линии со свободным доступом к протяженности береговой линии выделенного

прибрежного района (проценты). Показатель отражает степень свободы перемещений и ограничений для развития какой-либо деятельности стейкхолдеров на участках береговой линии.

- индустриальность прибрежной территории – отношение площади, занимаемой объектами производственной сферы, к общей площади прибрежного района. Показатель характеризует специфику использования прибрежной территории.

- техногенное изменение берега – отношение протяженности береговой линии, преобразованной в конструктивные элементы гидротехнических и берегоукрепительных сооружений, к протяженности береговой линии прибрежного участка (проценты). Показатель характеризует степень изменения береговой линии в процессе техногенеза.

- разнообразие природопользования – отношение количества видов природопользования на выделенном прибрежном участке к общему количеству видов природопользования (проценты), характерных для региона. Показатель отражает разнообразие использования прибрежной территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа литературных источников и выполненных теоретических и экспериментальных исследований были решены актуальные научно-практические задачи и получены следующие научные результаты работы:

- Выявлены основные факторы воздействия дноуглубительных работ на геосистему Лужской губы в период строительства и эксплуатации МТП Усть-Луга.

- Определен набор показателей, позволяющих адекватно оценивать состояние геосистемы Лужской губы в условиях функционирования МТП Усть-Луга.

- Определен наносимый вред водным биоресурсам и предложены компенсационные мероприятия.

- Произведена оценка уязвимости геосистемы Лужской губы по отношению к фактору дреджинга;

- Разработаны состав и требования к проекту Программы геоэкологического мониторинга МТП Усть-Луга, с помощью которой можно было бы обеспечить наиболее полную и объективную оценку состояния геосистемы Лужской губы и качества компонентов природной среды.

- Разработаны предложения и рекомендации к Проекту экологической стратегии развития МТП.

Выводы:

- Основные факторы стрессового воздействия на геосистему Лужской губы имеют физическую природу (антропогенные факторы – взвесь, подвижки грунта, шум; природные факторы – теплые зимы). Химическое загрязнение не входит в число стрессовых факторов.

- По завершении портостроительных работ значительные изменения претерпели следующие параметры геосистемы Лужской губы: *абиотические* – геоморфология береговых зон; *биотические* – состояние бентоса, макрофитов, ихтиофауны, водно-болотной орнитофауны. Техногенное воздействие на биоту Лужской губы, особенно – южной ее части, носило кумулятивный характер на протяжении всего периода строительства МТП Усть-Луга, а в дальнейшем будет

продолжаться и при его эксплуатации. Однако снижение разнообразия биологических сообществ не приобрело повсеместный характер, что позволяет предполагать обратимость негативных изменений геосистемы.

- По фактически выполненным работам в сумме по всем категориям нанесенного ущерба в период с 2007 по 2014 гг. от дноуглубительных работ водным биоресурсам Лужской губы был нанесен вред в размере потери 235,92 т рыбы. Максимальный ущерб был нанесен в 2009 году. Величина суммарного риска составила 16 баллов, что означает отсутствие причин для беспокойства в настоящее время. Компенсационным мероприятием может быть выпуск молоди рыб, создания рыбоводного комплекса с использованием комбинации садковой фермы и берегового рыбопитомника, так и нетрадиционные: формирование новых прибрежных биотопов, развитие охраняемой зоны заказника Кургальский.

- В целом, рыбные запасы Лужской губы за период портового строительства существенно уменьшились. Их межгодовая вариабельность значительно возросла. Наиболее существенное уменьшение показателей обилия водных биоресурсов произошло в юго-восточной зоне губы, где максимально воздействие со стороны портового строительства. Условия для нагула рыб в целом также изменились к худшему.

- Экологическая уязвимость берегов Лужской губы разная; наиболее уязвимым является западный берег. При проведении дноуглубительных работ наиболее чувствительными компонентами геосистемы является бентос, затем уже – макрофиты и водно-болотные птицы. Чувствительность к фактору беспокойства (шум) проявляют тюлени.

- Техногенное воздействие на фауну гидробионтов в Лужской губе, особенно – в ее южной части, носит кумулятивный пролонгированный характер на протяжении всего периода строительства МТП, а в дальнейшем будет продолжаться и при его эксплуатации. Наиболее уязвимые компоненты геосистемы на этапе эксплуатации МТП – бентос, макрофиты и водно-болотные птицы.

- Для зообентоса Лужской губы в естественном состоянии в целом характерно увеличение биомассы от лета к осени за счет соматического роста донных беспозвоночных, в то время как в районе дноуглубления от июня к

октябрю, напротив, происходило снижение биомассы донных сообществ. Видовой состав бентоса не восстанавливается.

- Целью разработки экологической стратегии МТП Усть-Луга должно быть совмещение развития инфраструктуры порта и экологически безопасной среды обитания. Поэтому при проведении геоэкологического мониторинга на этапе эксплуатации МТП целесообразно: создание Центра анализа и распространения информации; увязка наблюдений со всеми пунктами наблюдений и выделение наиболее значимых пунктов на заданный момент времени; построение и использование карты экологической уязвимости береговой зоны; использование матриц экологического риска для принятия решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Александрова, Л.В. Геоинформационная модель и концепция комплексного мониторинга прибрежных регионов на примере Финского залива [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Александрова Лидия Владимировна: 25.00.35: защищена 29.04.2014.–СПб., 2014.–154 с.
- 2 Альхименко, А.П. Балтийское море международный природно-хозяйственный регион [Текст] / А.И. Альхименко, В.Ю. Цветков.–СПб., 1992.
- 3 Альхименко, А.И. Безопасность морских гидротехнических сооружений [Текст] / А.И. Альхименко, Н.Д. Беляев, Ю.Н. Фомин.–СПб., Лань, 2003.–288 с.
- 4 Анцулевич, А.Е. Гидробиологическая характеристика Лужской губы [Текст] / А.Е. Анцулевич, И.А. Стогов, С.М. Чивилёв // Экологическое состояние рыбохозяйственных водоемов бассейна Балтийского моря (в пределах Финского залива): Тез. докл. симпоз., Санкт-Петербург, 14 – 16 апр. 1993 г.–СПб., 1993.–С.18 – 19.
- 5 Анцулевич, А.Е. Современное состояние донной фауны Лужской губы Финского залива [Текст] / А.Е. Анцулевич, С.М. Чивилев // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Биология.– 1992.–Т. 3, № 17.–С.3 – 7.
- 6 Беляков, П.В. Обеспечение водных подходов к устьевым портам на побережье Балтики (на примере устьевого участка реки Луги) [Текст]: дис. канд. техн. наук / Беляков Пахом Витальевич: 05.22.17.–СПб., 2005.–231 с.
- 7 Бирюков, С.В. Метрология [Текст] / Бирюков С.В., Чередов А.И.: Тексты лекций – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. –110 с.
- 8 Блиновская, Я.Ю. Информационное обеспечение экологической безопасности при разработке нефтяных месторождений на шельфе [Текст] / Я.Ю. Блиновская.– Владивосток: Изд. Морс. гос. ун-та, 2006.–232 с.
- 9 Блиновская, Я.Ю. Проблемы формирования системы экологического мониторинга акваторий морских портов [Текст] / Я.Ю. Блиновская // Морские берега – эволюция, экология, экономика: мат. XXIV Междунар. береговой конф., посвященной 60-летию со дня основания Рабочей группы «Морские берега», Туапсе, 1 – 6 октября 2012 г.– СПб.: Изд. РГГМУ, 2012.–Т. 2.–С.20 – 24.

10 Бубличенко, А.Г. Комплексное картографирование природной среды побережья Финского залива (район Лужской губы) [Текст] / А.Г. Бубличенко, М.А. Макарова.–СПб., 2001.–140 с.

11 Бубличенко, Ю.Н. К орнитофауне южного побережья Финского залива [Текст] / Ю.Н. Бубличенко // Русский орнитологический журнал.–2000.–Вып. 107.–С.6 – 20.

12 Бубличенко, Ю.Н. Наблюдения за миграциями водоплавающих и околоводных птиц на Кургальском полуострове в апреле-мае 1997 [Текст] / Ю.Н. Бубличенко, И.Л. Козлов // Изучение состояния популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений в России: мат. по программе: второй выпуск.–М., 1998.–С.70-76.

13 Бубличенко, Ю.Н. Фауна наземных позвоночных животных Кургальского полуострова и островов Кургальской Реймы [Текст] / Ю.Н. Бубличенко, А.Г. Бубличенко // Тр. СПб. общества естествоиспытателей. Сер.1.–1998.–Т. 92.–С.85 – 106.

14 Бугров, Л.Ю. Подводная рыбоводная система «САДКО». Технология аквакультуры [Текст] / Л.Ю. Бугров //Подводные технологии и мир океана.–2005.– № 3.– С 12 – 23.

15 Бугров, Л.Ю. Подводная рыбохозяйственная технология [Текст] / Л.Ю. Бугров, Л.А. Петренко, В.Б. Муравьев, О.М. Лапшин // Опыт и перспективы использования морских стационарных платформ Каспийского бассейна в целях марикультуры: сб. ст.– М.: ВНИРО, 1990.–С.62 – 80.

16 Бугров, Л.Ю. Принципы биотехнологии садкового рыбоводства [Текст] / Л.Ю. Бугров, Л.А. Петренко // Рыбное хозяйство.–1987.– № 10.–С.54 – 56.

17 Бульон, В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов [Текст] / В.В. Бульон.–Л., 1983.–150 с.

18 Бутылин, В.П. Литостратиграфия верхнечетвертичных отложений Финского залива и их корреляция с аналогичными образованиями центральной Балтики [Текст] / В.П. Бутылин, В.А. Жамойда, М.Б. Козин [и др.]// Геология субаквальной зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты в пределах Финского залива:Сб.науч.трудов.–Л.: Изд. ВСЕГЕИ, 1989.–С.32 – 51.

19 Ван дер Вейде, Дж. Основные принципы управления береговой эрозией [Текст] / Дж. Ван дер Вейде, Х. де Врег, Ф. Саньянг // Комплексное управление прибрежными зонами и его интеграция с морскими науками: сб. тр. Междунар. конф. Санкт-Петербург, 26 – 29 сент. 2000 г. – СПб., 2003. – С.35 – 49.

20 Веревкин, М.В. Результаты авиаучета кольчатой нерпы на Ладожском озере [Текст] / М.В. Веревкин // Динамика популяций охотничьих животных северной Европы: мат. III междунар. симпоз., г. Сортавала, 16 – 20 июня 2002 г. – Петрозаводск, 2002. – С.202 – 204.

21 Веревкин, М.В. Кольчатая нерпа в Финском заливе [Текст] / М.В. Веревкин, Р.А. Сагитов // Материалы международного совещания Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд териологического общества). Москва, 6-7 февраля 2003 а. С.72-73

22 Веревкин, М.В. Серый тюлень в Финском заливе [Текст] / М.В. Веревкин, Р.А. Сагитов // Материалы международного совещания Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезда териологического общества), Москва, 6 – 7 февр. 2003 г. – М., 2003 б. – С.73 – 74.

23 Викторов, С.В. О создании международной системы аэрокосмического мониторинга портовых комплексов, прибрежных зон и судоходных трасс Балтийского моря [Текст] / С.В. Викторов, И.А. Бычкова, Б.П. Усанов // День Балтийского моря: междунар. эколог. форум, посвященный 300-летию Санкт-Петербурга. – СПб.: Изд. Адм. Санкт-Петербурга, 2003. – С.146 – 147.

24 Влияние дноуглубления и отвалов грунта на гидробиоценозы Балтийского моря [Текст] / Отв. ред. Г.И. Андрушайтис. – Рига: Знание, 1982. – С.1 – 144.

25 Возная, Н.Ф. Химия воды и микробиология [Текст]: учеб. пособие для ВУЗОВ / Н.Ф. Возная. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1979. – С.71 – 103.

26 Волкова, Е.А. Комплексное картографирование природной среды побережья Финского залива (район Лужской губы) [Текст] / Е.А. Волкова, В.Н. Храмцов, Г.А. Исаченко, Ю.Н. Бубличенко, А.Г. Бубличенко, М.А. Макарова. – СПб., 2001. – 140 с.

27 Волнина, О.В. Оценка геоэкологической ситуации в районах подводных отвалов грунта в восточной части финского залива [Текст] / О.В. Волнина //

Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета.–2011.– № 20.–С.172 – 186.

28 Вольцингер, Н.Е. Длинноволновая динамика прибрежной зоны [Текст] / Н.Е. Вольцингер, К.А. Клеванный, Е.Н. Пелиновский.–Л., 1989.–230 с.

29 Вольцингер, Н.Е. Расчет гидрологического режима Невской губы [Текст] / Н.Е. Вольцингер, А.В. Зольников, К.А. Клеванный, Л.Ю. Преображенский // Метеорология и гидрология.–1990.– № 1.–С.70 – 77.

30 Гальцова, Станет ли Финский залив зоной коммерческого рыболовства [Текст] / В. Гальцова, Ю. Феклов, О. Мандрыка, Л Кулангиева // Тез. докл. X междунар. конф. по промысловой океанологии.–СПб., 1997.–С.34 – 35.

31 Геоэкология шельфа и берегов морей России [Текст] / Под ред. Н.А. Айбулатова).–М.: Ноосфера, 2001.–428 с.

32 Герасимов, И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира [Текст] / И.П. Герасимов.–М.: Наука, 1985.–247 с.

33 Голубев, Д.А. Комплексные экологические исследования состояния районов отвала грунта в Невской губе и в восточной части Финского залива [Текст] / Д.А. Голубев, В.М. Зайцев, К.А. Клеванный, Ю.А. Леднова, С.В. Лукьянов, Д.В. Рябчук, М.А. Спиридонов, М.Б. Шилин // Инженерные изыскания.– 2010.–№ 5.–С.36 – 42.

34 Голубев, Д.А. Организация ликвидации крупных нефтеразливов на примере реки Невы и Финского залива [Текст] / Д.А. Голубев // Основные концепции современного берегопользования. Т. 2.–СПб.: Изд. РГГМУ, 2010.– С.123 – 137.

35 Голубев, Д.А. Оценка экологической безопасности портостроительства в Финском заливе по состоянию прибрежных биологических сообществ [Текст] / Д.А. Голубев, С.В. Лукьянов, М.Б. Шилин, О.В. Волнина // Безопасность жизнедеятельности.– 2011.–№ 2.–С.25 – 31.

36 ГОСТ Р ИСО 14031-2001. Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования [Текст] / Разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИСтандарт) и Всероссийским научно-исследовательским институтом классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству

(ВНИИКИ). Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 25 апреля 2001 г. №193-ст

37 Границы морского порта Усть-Луга (Ленинградская область) [Текст]: Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2009 г. № 698-р.

38 Дмитриев, В.В. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем [Текст]: учеб. пособие /В.В. Дмитриев, Г.Т. Фрумин.–СПб., 2004.–294 с.

39 Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод России (по гидробиологическим показателям) [Текст]. 1986 – 1989 гг. / Росгидромет; ин-т глоб. клим. и экол.–СПб.: Гидрометеиздат, 1987–1990.

40 Жигульский, В.А. Зависимость реакции водной биоты на тепловое техногенное воздействие от фонового термического режима экосистемы (на примере макрозообентоса) [Текст] / В.А. Жигульский, В.Ф. Шуйский, Н.С. Царькова, Е.Ю. Максимова, С.А. Бойкова // Проблемы региональной экологии.– 2013.– № 5.–С.141 – 153.

41 Жигульский, В.А. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта "Усть-Луга" на экосистему Лужской губы. 2. Техногенная сукцессия Лужской губы [Текст] / В.А. Жигульский, Н.С. Царькова, Т.С. Былина, Я.Б. Лавров, Н.А. Соловей, В.Ф. Шуйский // Проблемы региональной экологии.–2013.–№ 3.–С.107 – 119.

42 Жигульский, В.А. Особенности использования специализированных гидротехнических сооружений для компенсации вреда, наносимого биоте при строительстве в береговой зоне восточной части Финского залива [Текст] / В.А. Жигульский, В.Ф. Шуйский, Н.С. Царькова, Е.М. Русских // Экология урбанизированных территорий.– 2013.–№ 1. –С. 18-23.

43 Жигульский, В.А. Оценка концентрации взвешенных частиц в водоемах по результатам измерений прозрачности воды с использованием диска Секки [Текст] / В.А. Жигульский, В.С. Илюхин, Н.С. Царькова, П.А. Маслов // Проблемы региональной экологии.–2014.–№ 1.–С.138 – 144.

44 Жигульский, В.А. Реакция макрозообентоса водотоков бассейна восточной части Финского залива на многофакторные антропогенные воздействия [Текст] / В.А. Жигульский, В.Ф. Шуйский, Н.С. Царькова, Н.А. Соловей, Е.Ю.

Максимова // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета.–2014.–№ 35.–С.178 – 185.

45 Жигульский, В.А. Результаты экологического мониторинга техногенной сукцессии Лужской губы при строительстве морского торгового порта "Усть-Луга" [Текст]/ В.А. Жигульский, Н.С. Царькова, Т.С. Былина, Я.Б. Лавров, В.Ф. Шуйский, Н.А. Соловей // Гидротехника.–2014.–№ 1 (34).–С.73 – 85.

46 Жигульский, В.А. Условия экологической безопасности портостроения в Финском заливе [Текст]: 1. Оценка и нормирование воздействия на экосистему / В.А. Жигульский, В.Ф.Шуйский, Н.А.Соловей, О.А. Заболоцкая // Гидротехника.– 2010.–№ 3 (20).–С.77 – 81.

47 Жигульский, В.А., Шуйский В.Ф., Потапов А.И., Соловей Н.А., Царькова Н.С., Былина Т.С. Основы биологического мониторинга [Текст]: учеб. пособие / В.А. Жигульский, В.Ф. Шуйский, А.И. Потапов, Н.А. Соловей, Н.С. Царькова, Т.С. Былина.– 2012.–С.68.

48 Жигульский, В.А. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта "Усть-Луга" на экосистему Лужской губы [Текст] / В.А. Жигульский, Т.С. Былина, Н.С. Царькова, Я.Б. Лавров, Н.А. Соловей, В.Ф. Шуйский // Проблемы региональной экологии.– 2013.–№ 3.–С.6 – 14.

49 Жукинский, В.Н. Проект системы комплексной оценки качества поверхностных пресных вод [Текст] / В.Н. Жукинский, О.П. Окснюк, Г.Н. Олейник, С.И. Кошелева // Водные ресурсы.–1978.–№ 3.–С.83 – 93.

50 Зуев, Ю.А. Высшие ракообразные (Malacostraca) Лужской губы (Финский залив Балтийского моря): современное состояние и антропогенное влияние [Текст] / Ю.А. Зуев, С.А. Малявин // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сб. лекц. и докл. междунар. школы-конф. / Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН.–Борок, 5 – 9 ноября 2012 г.–Кострома: Изд. ООО «Костромской печатный дом», 2012.–С.195 – 198.

51 Израэль, Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга [Текст] / Ю.А. Израэль // Метеорология и гидрология.–1974.– № 7.–С.3 – 8.

52 Израэль, Ю.А. Об экологическом состоянии поверхностных вод СССР и критериях экологического нормирования [Текст] / Ю.А. Израэль, В.А. Абакумов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: тр. междунар. симп.–Л.: Гидрометеиздат, 1991.–С.7.– 18.

53 Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды [Текст] / Ю.А. Израэль.–Л.: Гидрометеиздат, 1979.–375 с.

54 Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды [Текст] / Ю.А. Израэль.–М.: Гидрометеиздат, 1984.–560 с.

55 Инженерно-экологические изыскания для разработки Проекта ремонтных дноуглубительных работ в морском порту Усть-Луга в период 2011–2015 гг., [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2010.–140 с.– Инв. № 2597.

56 Иссимару, А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах [Текст]: в 2-х т. Т.1. Однократное рассеяние и теория переноса / А. Иссимару.–М.: Мир, 1981.– 280 с.–(Пер. с англ.).

57 Калиничева, В.Г. Влияние взвешенных веществ на рыб (икра, личинки, сеголетки) [Текст] / В.Г. Калиничева // Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоемы: Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.–1987.–Вып. 255.–С.55 – 58.

58 Каплин, П.А. Берега [Текст] / П.А. Каплин, О.К. Леонтьев, С.А. Лукьянова, Л.Г. Никифоров.–М.: Мысль, 1991.–480 с.

59 Карлин, Л.Н. Управление рекреационной деятельностью в береговой зоне // Основные концепции современного берегопользования сб. науч. раб [Текст]: в 2-х т. Т. 2. / Л.Н. Карлин, А.А. Музалевский.–СПб.: Изд. РГГМУ, 2010.–С.183 – 224.

60 Картирование гидроценозов Лужской губы в связи со строительством угольного терминала [Текст]: Отчет / ГосНИОРХ: Лаврентьева Г.М.–1997.

61 Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения [Текст] / В.М. Катанская.– Л.: Наука, 1981.– 187 с.

62 Качество морских вод по гидрохимическим показателям [Текст]. 2005:ежегодник / Ред. А.Н. Коршенко; Росгидромет; ГОИНИм. Н.Н. Зубова», 2006.– 94 с.

63 Кийко, О.А. Изменение состояния компонентов природной среды Лужской губы Финского залива при дноуглубительных работах [Текст] / О.А. Кийко, Е.К. Ланге, С.М. Усенков, И.А. Стогов // День Балтийского моря: сб. тез. докл. X междунар. эколог. форума.– СПб.: Изд. ООО “Максипринт”, 2009.–С.177 – 178.

64 Кийко, О.А. Результаты локального экологического мониторинга района строительства комплекса по перегрузке технической серы в Лужской губе [Текст] / О.А. Кийко, С.М. Усенков, И.А. Стогов, Е.К. Ланге // День Балтийского моря: сб. тез. докл. IX Междунар. эколог. форума.– СПб.: Изд. ООО «Изд-во «Диалог»», 2008.–С.312 – 313.

65 Клеванный, К.А. Расчет распространения взвеси при укладке подводных трубопроводов Штокмановского проекта [Текст] / К.А. Клеванный, А.А. Шавыкин // Сб. аннотаций докл. 8-й Межд. конф. и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Рос. Арктики и континент. шельфа стран СНГ (RAO / CIS Offshore 2007), Санкт-Петербург, 11 – 13 сент. 2007 г.– СПб.: Химиздат, 2007.–№ 229.–С. 71.

66 Клеванный, К.А. Моделирование длинноволновых процессов в геофизической гидродинамике [Текст]: Дис. докт. физ.-мат. наук / Клеванный Константин Алексеевич: 11.00.08.–СПб., 1999.–314 с.

67 Климов, В.И. Оценка последствий сброса грунта по биологическим показателям в районе дампинга в Японском море [Текст] / В.И. Климов // Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море: сб. науч. мат.–М.: Гидрометеиздат, 1988.–С.137 – 141.

68 Коваленко, В.В. К оценке гидрологических последствий изменения климата [Текст] / В.В.Коваленко, Е.Ю. Дивногорская, В.Я. Лаховская, Т.О. Прошутинская // Моделирование и прогнозы гидрологических процессов: сб. ст.– СПб.: Изд. РГГМИ, 1992.–С.3 –10.

69 Коваленко, В.В. Моделирование гидрологических процессов [Текст] / В.В.Коваленко.– СПб.: Гидрометеиздат, 1993.–255 с.

70 Козлянинов, М.В. Оптика океана и атмосферы [Текст] / М.В. Козлянинов.–М.: Наука, 1981.–С.96 – 162.

71 Комбинированный многоцелевой грузопассажирский автомобильно-железнодорожный паромный комплекс Усть-Луга – Балтийск – порты Германии.

Автомобильно-железнодорожный паромный комплекс в Морском торговом порту Усть-Луга [Текст]: отчет: т.8.1 / ООО «Эко-Экспресс-Сервис; рук. Царькова Н.С.–СПб.,2004.–280 с.–ЛП 141-05-ООС.

72 Комлев, А.М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока [Текст] / А.М. Комлев.–Пермь: Изд. ПТУ, 2002 – 162 с.

73 Кононенко М.Р. Формирование экологической стратегии для морского порта Усть-Луга.[Текст]/ М.Р.Кононенко, Н.С.Царькова, М.М.Аполинарлова, М.Б.Шилин // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета.–2015.–№ 41.–С.165 – 173.

74 Корелякова, И.Л. Высшая водная растительность восточной части Финского залива [Текст] / И.Л. Корелякова.–СПб.: Изд. ГосНИОРХ, 1997 – 158 с.

75 Коузов, С.А. Летне-осенние скопления и транзитные миграции водно-болотных птиц на Кургальском полуострове в 2007 г. [Текст] / С.А. Коузов // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-Западе России.–СПб., 2009б.–Вып. 6.–С.71 – 85.

76 Коузов, С.А. Особенности биологии лебедя-шипунa и серого гуся на Кургальском полуострове [Текст] / С.А. Коузов // Бюллетень рабочей группы по гусеобразным Северной Евразии «Казарка».–СПб., 2009а.– Т.12, вып.2.– С.85 – 114.

77 Коузов, С.А. Большой баклан на Кургальском полуострове [Текст] / С.А. Коузов // Русский орнитологический журнал.–2007.–Т. 16. № 349.–С.339 – 365.

78 Коузов, С.А. Весенняя миграция водно-болотных птиц на Кургальском полуострове в 2008 г. [Текст] / С.А. Коузов // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-западе России.–СПб., 2010.–Вып. 7.–С.42 – 59.

79 Крыленко, В.И. Анализ аквагенных процессов загрязнения и самоочищения прибрежной акватории моря [Текст] / В.И. Крыленко, В.В. Крыленко, Е.В. Дзагания.– Донецк, Украина, 2006.–(УДК 551.463(210.5).002.637).

80 Кудерский, Л.А. Количественный учет донной фауны восточной части Финского залива Балтийского моря [Текст] / Л.А. Кудерский // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ.–1982.– Вып.192.–С.78 – 93.

81 Кудерский Л.А. Рыбы как биологические индикаторы состояния водной среды // Методы ихтиотоксикологических исследований - Л. 1987. - С.71-73.

82 Кудерский, Л.А. Оценка ущерба рыбохозяйственным водоемам от свалки грунтовых масс (применительно к восточной части Финского залива) [Текст] / Л.А. Кудерский, Г.М. Лаврентьева.–СПб.: Изд. ГосНИОРХ, 1996.–41 с.

83 Кудина, Л.Н. Влияние грунта на стабильность токсикантов на зоопланктон [Текст] / Л.Н. Кудина, В.В. Ковалева // Влияние грунтов и гидробионтов на трансформацию загрязняющих веществ в водоемах: сб. науч. тр. ГосНИОРХ.–1992.–Вып. 332.–С.90 – 99.

84 Кумари, Э.В. Методика изучения видимых миграций птиц [Текст] / Э.В. Кумари .–Тарту, 1979.–.1 – 74.

85 Лаврентьева, Г.М. Гидробиологическая характеристика Выборгского залива, пролива Бьеркезунд, бухты Батарейной и Лужской губы (восточная часть Финского залива) [Текст] / Г.М. Лаврентьева, С.В. Мещерякова, О.И. Мицкевич, В.А. Огородникова, О.Н. Суслопарова, Т.В. Терешенкова // Финский залив в условиях антропогенного воздействия: сб. ст.–СПб., 1999.

86 Лаврентьева, Г.М. Рыбохозяйственная оценка крупнейших заливов второго порядка (Выборгский, Копорская и Лужская губы) восточной части Финского залива [Текст] / Г.М. Лаврентьева, О.Н. Суслопарова, В.А. Огородникова, О.И. Мицкевич, О.В. Лебедева, Т.В. Терешенкова, Н.И. Волхонская, Г.А. Алексеев, А.С. Шурухин // Тез. докл. VIII съезда Гидробиолог. об-ва РАН. Т. 1.–Калининград, 2001.

87 Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики [Текст]: в 10 т. Т. VI. Теоретическая физика. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.–М.: Наука, 1986.–736 с.

88 Лесников, Л.А. Влияние перемещения грунтов на рыбохозяйственные водоемы[Текст] / Л.А. Лесников // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.–1986.–Вып. 255.–С.3 – 9.

89 Лукьянов, С.М. Природа Ленинграда и его окрестностей (физико-географическое описание) / С.М. Лукьянов // САБЛИНО.ру [Электронный ресурс]: Краеведение.–СПб., 1997– Режим доступа: <http://www.sablino.ru/arhiv/silur.htm>

90 Ляхин, Ю.И. Экологическая обстановка в восточной части Финского залива в июле 1996 г. [Текст] / Ю.И. Ляхин, С.В. Макарова, А.А. Максимов, О.П. Савчук, Н.И. Силина // Проблема исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5: Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Ч.2. Гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива.– СПб.: Гидрометеиздат, 1997.

91 Максимов, А.А. Многолетние изменения макрозообентоса как показатели эвтрофирования восточной части Финского залива [Текст] / А.А. Максимов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.–2006.–Вып. 331.–С.77 – 91.

92 Максимова, О.Б. Влияние повышенной мутности воды на структурно-функциональные характеристики фитопланктона [Текст] / О.Б. Максимова // Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива. ст.Ч.1.–СПб., 2006.–С.86 – 121.

93 Максимова, О.Б. Оценка влияния повышенной мутности воды, возникающей при проведении гидротехнических работ, на структурно-функциональные характеристики фитопланктона [Текст]: дис. канд. биол. наук:03.00.18 / Максимова Ольга Борисовна.– СПб., 2002.–182 с.

94 Максимович, Г.А. Карст [Текст] / Г.А. Максимович.–М.: Знание, 1960.–48 с.

95 Мандрыка, О.Н. Современное состояние, разнообразие и уязвимость сообществ Кургальского рифа [Текст] / О.Н. Мандрыка, М.Б. Шилин, С.А. Коузов, С.В. Лукьянов // Ученые записки РГГМУ.–2013.–№ 13.–С.104 – 119.

96 Матрюков, С.И. Моделирование циркуляции воды в мелководных бассейнах [Текст]: статья/ С.И.Матрюков // Записки по гидрографии /ГУНиО МО РФ.– СПб., 1997.– № 241.–С.49 – 57.

97 Матвеев, А.А. Формирование загрязнения рыбохозяйственных водоемов взвешенными минеральными частицами [Текст] / А.А. Матвеев, В.М. Волков // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов: сб. науч. мат.–Астрахань, 1984.–С.69 – 70.

98 Математическая энциклопедия [Текст]: в 5 т. / Гл. ред. И.М. Виноградов. Т. 3. Координаты – одночлен.–М.: Советская энциклопедия, 1982.–593 с.

99 Мелиорация [Текст]: Энциклопедический справочник / Гл. ред. И.П. Шемякин.—Минск, Белорусия: Сов. Энцикл., 1984.—291 с.

100 Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов [Текст] / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болдовской.—М.: Наука, 1975.—240 с.

101 Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам [Текст]/утв. приказом Росрыболовства РФ от 25.11.2011 № 1166 (регистрац. в Минюсте РФ 05.03.2012, рег. № 23404).—М., 2012.

102 Методика по расчету платы за загрязнение акваторий морей и поверхностных водоемов, являющихся федеральной собственностью Российской Федерации, при производстве работ, связанных с перемещением и изъятием донных грунтов, добычей нерудных материалов из подводных карьеров и захоронением грунтов в подводных отвалах») [Текст]: утв. Госкомэкология РФ 29.04.99.—М.,1999.

103 Методические подходы к созданию карт экологически уязвимых зон и районов приоритетной защиты акваторий и берегов Российской Федерации от разливов нефти и нефтепродуктов [Текст] / В.Б. Погребов, А.А. Шавыкин, О.П. Калинка и др.—Мурманск: Изд. Всемирн. фонда дикой прир. (WWF), 2011.—55 с.

104 Методические подходы» к созданию карт экологически уязвимых зон и районов приоритетной защиты акваторий и берегов Российской федерации от разливов нефти и нефтепродуктов[Текст] / Я.Ю. Блиновская[и др.]; WWF.—Мурманск, 2012.—60 с.

105 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция [Текст] / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева.—Л.: Изд. ГосНИОРХ; ЗИН АН СССР, 1981.—32 с.

106 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция [Текст] / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева.— Л: ГосНИОРХ; ЗИН АН СССР, 1983. —51 с.

107 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его

продукция [Текст] / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева .– Л: ГосНИОРХ; ЗИН АН СССР, 1984.–33.с.

108 Методы определения вредных веществ в воде водоемов [Текст] / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина.–М.: Медицина, 1981.

109 Мицкевич, О.И. Многолетние изменения бентосных сообществ Лужской губы под воздействием дноуглубления / О.И. Мицкевич, Ю.А. Зуев // SEACOSTS 2010: вклад в мероприятия к 50-летию юбилею Межправительственной океанографической комиссии (МОК ЮНЕСКО) [Электронный ресурс].–чение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: докл. XXIII междунар. конф. в честь столетия со дня рождения профессора Всеволода Павловича Зенковича, Санкт-Петербург, 05 – 09 окт. 2010 г.– СПб., 2010.–Режим доступа:http://2010.seacoasts.ru/reports/146/1_Mitskevich%20Long-term.doc

110 Многоцелевой терминал. Сокращенная версия оценки воздействия на ОС [Текст]: Проект развития порта Усть-Луга совместно с ЕБРР.– 2003.

111 Модернизация транспортной системы России (2002 – 2010 годы) [Текст]: ФЦП: утв. Постановлением Правительства РФ от 05.12.2001 № 848.

112 Молдованова, Е.Д. Исследование изменения поля мутности при производстве дноуглубительных работ [Текст] / Е.Д. Молдованова // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов: сб. докл. Всесоюзн. конф.–Астрахань, 1984.

113 Музалевский, А.А. Экологический риск [Текст]: уч. пособие / А.А. Музалевский, О.Г. Воробьев, А.И. Потапов.–СПб.: Изд. СЗТУ, 2001.–110 с.

114 Музалевский, А.А. Риск в исследовании состояния и качества водных объектов [Текст] / А.А. Музалевский // АКВАТЕРРА: тез. докл. 7-й Междунар. конф., Санкт-Петербург, 15 – 17 июня 2004 г.–СПб., 2004.–С.78 – 81.

115 Музалевский, А.А. Экологические индикаторы и индексы и синергетика. [Текст] / А.А. Музалевский // Экология и развитие общества: тез. науч. докл. 8-й Междунар. конф., Санкт-Петербург, 23 – 28 июля 2003 г.–СПб.: МАНЭБ, 2003.– С.123 – 136 с.

116 Музалевский, А.А. Оценка и управление качеством водных объектов, образованных прибрежными арктическими зонами: рискологический и

традиционный подходы [Текст]: // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета.–2015.–№ 41.–С.199 – 211.

117 Надворный, Н.Н. Гигиенические основы охраны морской среды при дноуглубительных работах [Текст] / Н.Н. Надворный, Г.Н. Красовский, В.А. Колоденко и др.–Кишинев: Штииница, 1991.–С.3 – 9.

118 Некрасов, А.В. Воды восточной части Финского залива /А.В, Некрасов // Ценности среды обитания. Регион Финского залива / ДРУЗЬЯ БАЛТИКИ [Электронный ресурс]: сб. информ. и метод. материалов.–СПб., 2005.–Режим доступа: <http://baltfriends.ru/book/export/html/146>

119 Некрасов, А.В. Гидрофизические процессы [Текст] / А.В. Некрасов, Т.Р. Еремина, П.П. Провоторов // Финский залив в условиях антропогенного воздействия: сб. ст.–СПб., Изд. РАН, 1999.–С.5 – 47.

120 Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга [Текст]: Региональный норматив: утв. Главным гос. сан. врачом по Санкт-Петербургу 17.06.1996 и Комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов Санкт-Петербурга и Ленинградской области 22.07.1996.–СПб., 1996.

121 Носков, Г.А. Миграции птиц в восточной части Финского залива [Текст] / Г.А. Носков, А.Р. Гагинская, А.О. Хааре, В.М. Каменев, К.В. Большаков // Сообщения Прибалтийской комиссии по изучению миграций птиц.–1965.–№ 3.–С.3 – 27.

122 Носков, Г.А. Об орнитофауне островов восточной части Финского залива [Текст] / Г.А. Носков, В.А. Федоров, А.Р. Гагинская, Р.А. Сагитов, В.А. Бузун // Русский орнитологический журнал.–1993.–Т. 2, вып. 2.–С.163 – 175.

123 Носков, Г.А. Миграции водоплавающих птиц и околотовдных птиц в Северо-западном регионе России и задачи по их изучению [Текст] / Г.А. Носков // Изучение состояния популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений в России: мат. Первого семинара по Программе.–М.–СПб., 1997.–С.12 – 19.

124 О результатах локального экологического мониторинга, мониторинга водных биоресурсов и производственного экологического контроля «Строительство операционной акватории пусковых перегрузочных комплексов (универсального, минеральных удобрений, наливных грузов и части угольного

терминала) в северной части морского торгового порта Усть-Луга, Кингисеппского района, Ленинградской области» [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис» ; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2009 – 2010.–520с.– Инв. № 2223; 2841.

125 О результатах локального экологического мониторинга, мониторинга водных биоресурсов и производственного экологического контроля «Формирование акватории южной и северной частей Морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала. Образование акватории контейнерного терминала в МТП Усть-Луга. Дноуглубление до отметки минус 13.5 метров в районе причалов № 3 и № 4» [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2009 – 2010.–720 с.–Инв. №2225; 2845

126 О результатах локального экологического мониторинга, мониторинга водных биоресурсов и производственного экологического контроля «Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области». Вторая очередь строительства операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга» [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2009 – 2010.–720 с.– Инв. № 2225; 2845

127 О результатах производственного экологического контроля при строительстве объекта "Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала, Ленинградская область" [Текст] отчёты за период с 2006 по 2012 гг. / «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб.–(фонды ООО "Эко-Экспресс-Сервис").

128 О результатах экологического мониторинга, мониторинга водных биоресурсов и производственного экологического контроля при производстве ремонтных дноуглубительных работ на акватории Морского порта Усть-Луга в летнюю навигацию 2011 года [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2011 .–330 с.–Инв. № 3088.

129 О результатах локального экологического мониторинга, мониторинга водных биоресурсов и производственного экологического контроля

«Формированию акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Строительство акватории контейнерного терминала 2-я и 3-я очереди, этап 2.1 МТП Усть-Луга» в 2010 и 2011 гг. [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2010 – 2011.–524 с.–Инв. № 2992; 3215.

130 Об Инженерно-экологических изысканиях для обоснования морского подводного отвала грунта на акватории Лужской губы Финского залива [Текст] / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб, 2007.–87 с.–Инв. №1714.

131 Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум.– М.: Мир, 1975.–740 с.

132 Олейникова, О.Т. Состояние рыбных запасов и перспективы развития аквакультуры в Лужской губе [Текст]: дипломный проект / О.Т. Олейникова.–СПб., РГГМУ, 2014.–76 с.

133 Отчет об инженерно-геологических изысканий [Текст] / ЗАО «ГТ Морстрой».–СПб., 2008.–202 с.–Инв. № 5937.

134 Оценка воздействия на водные биоресурсы восточной части Финского залива от производства дноуглубительных работ на объектах портов Усть-Луга по фактическим объемам дноуглубления [Текст]: отчёты за период с 2009 по 2013 гг. / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб.–фонды ООО "Эко-Экспресс-Сервис").

135 Оценка состояния ихтиоценоза и кормовой базы рыб в Лужской губе при выполнении гидротехнических работ (дноуглубительные работы, образование территории, дампинг грунта) на втором участке южного района МТП Усть-Луга в навигацию 2006 года [Текст]: отчет / ФГНУ «ГосНИОРХ»: рук. Сулопарова О.Н.–СПб., 2006.

136 Оценка состояния ихтиоценоза и кормовой базы рыб в Лужской губе при выполнении гидротехнических работ (дноуглубительные работы, образование территории, дампинг грунта) на втором участке южного района МТП Усть-Луга в навигацию 2007 года [Текст]: отчет / ФГНУ «ГосНИОРХ»; рук. Сулопарова О.Н.–СПб., 2007

137 Парфенов, А.Ф. Влияние дноуглубления на прибрежную зону морского побережья [Текст] / А.Ф. Парфенов // Сб. докл. и сообщ., сделанных на науч.-техн.

конф. по изучению влияния дноуглубления и отвалов грунта на окружающую среду.–Л., 1975.– С.15 – 26.

138 Патин, С.А. Взвесь как природный и антропогенный фактор воздействия на морскую среду и организмы [Текст] / С.А. Патин // Охрана водных биоресурсов в условиях интенсивного освоения нефтегазовых месторождений на шельфе и внутренних водных объектах Российской Федерации: сб. мат. междунар. семинара.–М., 2000.–С.177 –181.

139 Патин, С.А. Нефть и экология континентального шельфа [Текст] / С.А. Патин.–М.: Изд. ВНИРО, 2001.– 247 с.

140 Перечень мероприятий по охране окружающей среды ремонтных дноуглубительных работ в морском порту Усть-Луга в период с 2011 по 2015 годы [Текст] / (170-ЭЭС-ПО-110310-ПМООС.1).

141 Перечень мероприятий по охране окружающей среды, формированию акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Строительство акватории контейнерного терминала 2-я и 3-я очереди, этап 2.1 МТП Усть-Луга [Текст]: проектные материалы.–(47.01.02.1-162ЭЭС-ПМООС.1).– 2011.–121 с.–Инв. № 2577.

142 Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях [Текст] / Ю.А. Песенко .–М.: Наука, 1982.–248 с.

143 Петренко, О.А. Методологические предпосылки организации экологического мониторинга моря в районе осуществления дампинга грунтов днууглубления [Текст] / О.А. Петренко, Л.К. Себах //Тр. ЮгНИРО. Т. 40.–Керчь: Изд. ЮгНИРО, 1994.–С.36 – 37.

144 Печников, А.С. К методике сбора и обработки ихтиологического материала [Текст] / А.С. Печников, И.И. Терешенков // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.– 1984.–Вып. 215.– С.13 – 38.

145 Погребов, В.Б. Анализ суммарной экологической выгоды [Текст] / В.Б. Погребов // Основные концепции современного берегопользования: т. 2. / Ред. . Л.Н. Карлин, В.В. Денисов, М.Б. Шилин.–СПб.: Изд. РГГМУ, 2010.–С.86 – 122.

146 Погребов, В.Б. Интегральная оценка экологической чувствительности биоресурсов береговой зоны к антропогенным воздействиям [Текст]/ В.Б.

Погребов // Основные концепции современного берегопользования: т. 2 / Ред. Л.Н. Карлин, В.В. Денисов, М.Б. Шилин.—СПб.: Изд. РГГМУ, 2010.—С.43 – 85.

147 Погребов, В.Б. Интегральная чувствительность морских экосистем к нефтяному загрязнению [Текст] / В.Б. Погребов, А.Ю. Пузаченко // Чтения памяти К.М. Дерюгина: мат. V науч. семин.—СПб., 2003 б.—С.5 – 22.

148 Погребов, В.Б. Карты интегральной уязвимости и экологических рисков воздействия нефтяных разливов для российского сектора Финского залива, Балтийское море [Текст] / В.Б. Погребов, О.А. Кийко, Н.А. Позднякова, Е.В. Чаадаева, Н.В. Чернова // День Балтийского моря: тез. докл. 16-й Междунар. эколог. форума.—СПб.: Своё изд-во, 2015.—С.165 – 166.— (2015-BSD-WINOIL-RU.PDF) ISBN 978-5-4386-0865-3

149 Погребов, В.Б. Опыт экологического обследования морских акваторий в преддверии освоения ресурсов шельфа [Текст] / В.Б. Погребов, О.А. Кийко, В.И. Петрова, А.Г. Судник, С.М. Чивилев // Проблемы Арктики и Антарктики: сб. ст.—СПб.: Гидрометеиздат, 2000.—С.316 – 335.

150 Погребов, В.Б. Природоохранный атлас Российской части Финского залива [Текст] / В.Б. Погребов, Р.А. Сагитов, Н.В. Дмитриев.—СПб.: Тускарора, 2006.—60 с.

151 Погребов, В.Б. Разработка системы мониторинга береговой зоны районов портостроительства [Текст] / В.Б. Погребов, С.М. Чивилев, М.Б. Шилин, Н.П. Галюшина, М.А. Нитишинский // Научно-технические ведомости СПб ГТУ.—1996.—№ 2.—С.115 – 119.

152 Погребов, В.Б. Экологическая уязвимость Баренцева, Белого, Балтийского, Черного и Каспийского морей к операциям по добыче и транспортировке нефти: сравнительный анализ[Текст] / В.Б. Погребов, А.Ю. Пузаченко // Освоение шельфа Арктических морей: тр. междунар. конф. РАО-03.—СПб., 2003 а.—С.389 – 393.

153 Погребов, В.Б. Экологическая уязвимость Баренцева, Белого, Балтийского, Черного и Каспийского морей к операциям по добыче и транспортировке нефти [Текст] В.Б. / Погребов, А.Ю. Пузаченко // Труды РАО-03.—СПб., 2003.—С.389 – 393.

154 Погребов, В.Б. Экологическая чувствительность прибрежной зоны Кольского полуострова к аварийным разливам нефти [Текст] / В.Б. Погребов, О.А. Кийко, Н.В. Чернова, Н.В. Дмитриев, М.В. Гаврило, К.В. Галактионов // Экологическая безопасность: природа и общество: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф.–СПб., 2004 в.–С.80 – 82.

155 Погребов, В.Б. Экологический мониторинг прибрежной зоны арктических морей [Текст] / В.Б. Погребов, М.Б. Шилин.–СПб.: Гидрометеиздат, 2001.–95 с.

156 Потапов, А.И. Научное издание МО РФ и РГГМУ: Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды [Текст]: науч. и уч.-метод. справ. пособие в 3 ч. Ч.1. Мониторинг окружающей среды / А.И. Потапов, Л.Н. Карлин, В.Н. Воробьев, А.А. Музалевский.–СПб.: Изд. РГГМУ, 2002.–431 с.

157 Потапов, А.И. Разработка научно-обоснованных принципов обеспечения мониторинга и управления качеством воды в 9-интермодальном транспортном коридоре акваторий Финского залива – Пути решения экологических проблем транспортных коридоров [Текст] / А.И. Потапов, А.А. Музалевский, Б.П. Усанов // Мат. ко Второй Междунар. Евроаз. конф. по транспорту, Санкт-Петербург, 12 – 15 сент. 2000 г.–СПб.: 2000.–С.170 – 177.

158 Потравнова, Ю. П. Воздействие дноуглубительных работ и отвалов грунта на окружающую водную среду [Текст] / Потравнова, Ю.П. Константинов // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов: сб. науч. ст.–Астрахань, 1984.–С.157 –159.

159 Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб [Текст] / И.Ф. Правдин.– М.: Пищевая промышленность, 1966.–376 с.

160 Прикладная экология акваномов [Текст]: учеб. пособие / Под ред. М.П. Федорова .–СПб: Изд. СПб ГПУ, 2010.–254 с.

161 Программы работ по локальному экологическому мониторингу и производственному экологическому контролю [Текст] / ООО «Эко-Экспресс-Сервис».– СПб, 2009 – 2014 гг.

162 Рабочий проект опытно-промышленной добычи «Карьер железомарганцевых конкреций Северная-1». Охрана окружающей среды. Т. 2.

Оценка воздействия на окружающую среду [Текст]: отчет / ЗАО «Экопроект». – СПб., 2004.

163 Разработка системы и проведение экологического мониторинга воздействия строительства Усть-Лужского порта (Раздел: Уточнение размеров ущерба, наносимого рыбным запасам во время строительства порта) [Текст]: Отчет / ГосНИОРХ: рук. Лаврентьева Г.М.–1994.

164 Распопов, И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР [Текст] / И.М. Распопов.–Л., 1985.–198 с.

165 Родзевич, Н.Н. Геоэкология и природопользование [Текст] / Н.Н. Родзевич.– М.: Дрофа, 2003.– 255 с.

166 Рождественский, А.В. Композиционный метод расчета распределения вероятностей объема стока весеннего половодья [Текст] / А.В. Рождественский, А.А. Тихомирова // Метеорология и гидрология.–1987.–№ 4.–С.93 – 100.

167 Рождественский, А.В. Оценка точности гидрологических расчетов [Текст] / А.В. Рождественский, А.В. Ежов, А.В. Сахарюк.–Л.: Гидрометеиздат, 1990.– 276 с.

168 Рождественский, А.В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик [Текст] / А.В. Рождественский.–Л.: Гидрометеиздат, 1977.– 270 с.

169 Розанов, С.И. Общая экология [Текст] / С.И. Розанов.–СПб., 2001.–40 с.

170 Романова, А.П. Экологическая оценка Лужской губы [Текст] / А.П. Романова, Г.М. Лаврентьева, С.В. Мещерякова, О.Н. Суслопарова, В.А. Огородникова, В.Ф. Шуйский // Экологическое состояние рыбохозяйственных водоемов бассейна Балтийского моря (в пределах Финского залива): тез. докл. симпоз, Санкт-Петербург, 14 – 16 апр. 1993 г.–СПб.,1993.–С.55 – 57.

171 Румянцев, В.А. Финский залив в условиях антропогенного воздействия [Текст] / В.А. Румянцев, В.Г. Драбкова.– СПб.: Изд. ИНОЗ РАН, СБМФ, 1999.–368 с.

172 Рыбохозяйственная характеристика акватории морского торгового порта «Усть-Луга» (комплекс по перегрузке минеральных удобрений) и оценка ущерба рыбным запасам от образования территории [Текст]: отчет / ФГНУ «ГосНИОРХ»; рук. Суслопарова О.Н.–СПб., 2001.

173 Рыжков, С.С. Влияние дноуглубительных работ на морские экосистемы / С.С. Рыжков, Ю.Б. Брезкун // eIRNUOD: Electronic Institutional Repository of Admiral Makarov [Electronicrecurs]. – Электрон. вестник наук / National University of Ship building.– Николаев, 2010.–№ 2.–С.93 – 98.

174 Сагитов, Р.А. Материалы комплексного экологического обследования участков территории, обосновывающие придание этой территории правового статуса особо охраняемой природной территории федерального значения государственного природного заповедника «Ингерманландский» [Текст] / Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей Балтийский фонд природы. СПб – 2012.–С.237.

175 Садиков, М.А. Методология изучения экосистем (на примере севера России) [Текст] / М.А. Садиков, В.Б. Погребов, В.Н. Беляев, Ю.К. Бордуков, И.Л. Герасимов, О.В. Исаева, О.А. Кийко, М.Б. Шилин.–СПб.: Изд. ВНИИ Океангеология, 2005.–208 с.

176 Сергеев, А.Ю. Воздействие строительства порта Усть-Луга на седиментогенез и литодинамику береговой зоны / А.Ю. Сергеев, С.М. Усенков, // CoRuNA – Coastal Russian Networking Activity [Электронный ресурс].–web-портал проекта CoRuNA / каф. литологии и морской геологии геолог. факульт. СПб ГУ.– СПб., 2009.–Режим доступа: <http://www.coruna.coastdyn.ru/iccal/pub/sergeev.pdf>

177 Сильдам, О.Х. Гидрофизическая обусловленность распределения концентрации взвешенных частиц в верхнем слое Балтийского моря [Текст]: дис. канд. физ.-мат.наук / Сильдам Юрий Харриевич: 11.00.08: защищена 29.10.91.–М., 1991.

178 Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года [Текст]: одобр. на совещ. членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации 28 сент. 2012 года –М., 2013.–180 с.

179 Теория и практика измерения мутности. Турбидиметрия и нефелометрия. [Электронный ресурс]. / Компания «ЭкоИнструмент», Официальный дистрибьютор аналитического оборудования для лабораторий и промышленных производств. Режим доступа: <http://www.ecoinstrument.com.ua/teoriya-praktika-izmereniya-mutnosti-turbidimetriya-nefelometriya/>

180 Суслопарова, О.Н. Влияние дноуглубительных работ на планктонные сообщества [Текст] / О.Н. Суслопарова, Т.В. Терешенкова.–СПб.: Изд. ФГНУ «ГосНИОРХ», 2010.

181 Суслопарова, О.Н. Воздействие повышенной мутности воды, возникающей при выполнении гидротехнических работ, на структурно-функциональные характеристики зоопланктона [Текст] / О.Н. Суслопарова, В.А. Огородникова, Н.И. Волхонская // Сб. научн. тр. ФГНУ «ГосНИОРХ».–2006.–Вып. 331.–С. 274 – 234.

182 Сычев, В.И. Океанфак – на борту балтийского плавучего университета ЮНЕСКО [Текст] / В.И. Сычев // Океанологическому факультету – 25 лет. (Исследования и подготовка кадров в области морских наук): сб. науч. трудов.– СПб.: Изд. РГГМИ, 1995.–Вып. 119.–85 с.

183 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды [Текст]: РД 52.18.595-96: утв. Росгидрометом 15.12.96; Госстандартом России 20.12.96: ввод в действие с 01.08.99–М., 1999.– 48 с.

184 Федоров М.П., Прибрежные природно-технические системы: принципы формирования, устойчивость, экологическая безопасность / Федоров М.П., Шилин М.Б. // Основные концепции современного берегопользования.- СПб: изд-во РГГМУ, 2010, т. 2: с. 8 - 42.

185 Федоров, М.П. Экологические основы управления природно-техническими системами [Текст]: учеб. пособие /Федоров М.П., Шилин М.Б., Горбунов Н.Е., Блинов Л.Н., Бобылев Н.Г.–СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008.– 505 с.

186 Формирование акватории южной и северной частей Морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала. Реконструкция южного подходного канала Морского торгового порта Усть-Луга [Текст]: отчет / ООО «Эко-Экспресс-Сервис»; рук. Царькова Н.С.–СПб., 2008.– 160 с.–Инв. № 5485.

187 Фрумин, Г.Т. Оценка состояния водных объектов и экологическое нормирование [Текст] / Г.Т. Фрумин.–СПб., 1998.–96 с.

188 Царькова, Н.С. Технология моделирования процесса переноса взвешенных веществ водными течениями показанная на примере результатов дноуглубительных работ, проведенных в Лужской губе Финского залива [Текст] / Н.С. Царькова // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета.–2014.–№ 35.–С.142 – 150.

189 Царькова, Н.С. Результаты производственного экологического контроля и современное состояние природных вод Лужской губы [Текст] / Н.С. Царькова // Труды Экономического и Социально-гуманитарного факультетов РГГМУ. СПб 2015.- №9.- С. 241-247

190 Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб [Текст] / Н.И. Чугунова.–М.: Изд. АН СССР, 1959.–164 с.

191 Шавыкин, А.А. Оценка интегральной уязвимости акватории Баренцева моря от нефтяного загрязнения [Текст] / А.А. Шавыкин , Г.В. Ильин.–Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010.–110 с.

192 Шавыкин, А.А. Оценка уязвимости Баренцева моря от разливов нефти [Текст] / А.А. Шавыкин, Г.В. Ильин, О.П. Калинка, С.А. Иванов // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки: тез. докл., междунар. науч. конф., Мурманск, 10 – 12 марта 2010 г.–Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010.–С.225 – 226.

193 Шилин, М.Б. Геоэкологический мониторинг прибрежных природно-технических систем [Текст]: дис. докт. геогр. наук: 25.00.36 / Шилин Михаил Борисович.–СПб., 2006.–293 с.

194 Шилин, М.Б. Гидробиологическая характеристика пролива Бьеркезунд: методика проведения сопутствующего мониторинга сообществ в период строительства портовых сооружений [Текст] / М.Б. Шилин // Природная среда побережья и акватории Финского залива (район порта «Приморск»).–СПб.: Изд. НЦ РАН, 2003.–С.93 – 95.

195 Шилин, М.Б. Изучение и преподавание экологических аспектов дноуглубительных работ [Текст] / М.Б. Шилин, А.С. Аверкиев, М.А. Мамаева и др. // 50 лет развития образования и просвещения для формирования будущего океанов и прибрежных территорий: мат. междунар. конф., Санкт-Петербург, 27 – 30 апреля 2010 г.– СПб.: Изд. ООО «КРОМ», 2010.–С.348 – 351.

- 196 Шилин, М.Б. На Балтику за тюленями [Текст] / М.Б. // Катера и яхты.– 2011.–№ 3 (231).–С.118 – 121.
- 197 Шилин, М.Б. О формировании прибрежных природно-технических систем [Текст] / М.Б. Шилин // НТВ СПб ГПУ.–2006.–№ 2.– 217 – 222.
- 198 Шилин, М.Б. Оценка экологической ситуации в бассейне Кислогубской приливной электростанции [Текст] / М.Б. Шилин, М.П. Федоров, Е.Ю. Ключиков, С.В. Лукьянов, В.Б. Погребов // Гидротехническое строительство.–1998.–Т. 12.– С.25 – 30.
- 199 Шилин, М.Б. Прикладная морская экология [Текст]: учеб. пособие / М.Б. Шилин, О.В. Хаймина.–СПб., Изд. РГГМУ, 2014.–88 с.
- 200 Шилин, М.Б. Состояние орнитофауны на трассе «Северного потока» [Текст] / М.Б. Шилин, О.В. Лебедева, С.А. Коузов, Г.И. Башкина // Гидротехника.–2013.–№ 1 (30).–С.4 – 8.
- 201 Шилин, М.Б. Экологическая ситуация на новом фарватере для крупнотоннажных судов в районе беломорской нефтебазы (Кандалакшский залив) [Текст] / М.Б. Шилин, Е.Ю. Ключиков, С.В. Лукьянов, Г.А. Колбасов, Т.Г. Симдянов // Итоговая сессия Ученого Совета РГГМИ (тез. докл.).–СПб.: Изд. РГГМИ, 1997.–С.113 – 115.
- 202 Шилин, М.Б. Экологическая уязвимость береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу [Текст] / М.Б., В.Б. Погребов, С.В. Лукьянов, М.А. Мамаева, Ю.А. Леднова // Ученые записки РГГМУ.–2012.–№ 25.–С.107 – 122.
- 203 Шишкин, Б.А. Основные характеристики биоты вершины Финского залива и ее роль в формировании качества воды [Текст] / Б.А. Шишкин, В.Н. Никулина, А.А. Максимов, Н.И. Силина.–Л.: Гидрометеиздат, 1989.– 95 с.
- 204 Шкодин, Н.В. Влияние дноуглубительных работ на физиолого-биохимические показатели гидробионтов и кормовую базу рыбохозяйственных водоемов [Текст] / Н.В. Шкодин // Вестник АГТУ.– 2005.–№ 3(26).
- 205 Шуйский, В.Ф. Изоболный метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по состоянию макрозообентоса [Текст] / В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова, Д.С. Петров.–СПб., Изд. МАНЭБ, 2004.– 304 с.

206 Шурухин, А.С. Изменение рыбохозяйственного значения Лужской губы в результате строительства МТП Усть-Луга [Текст] / А.С. Шурухин, О.Н. Суслопарова, С.Ф. Титов, Ю.А. Зуев, В.А. Огородникова, А.С.Яковлев, И.С. Бамбуров, О.И. Мицкевич, О.А. Лященко, Е.С. Светашова // SEACOSTS 2010: вклад в мероприятия к 50-летию юбилею Межправительственной океанографической комиссии (МОК ЮНЕСКО) [Электронный ресурс].–Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: докл. XXIII междунар. конф. в честь столетия со дня рождения профессора Всеволода Павловича Зенковича, Санкт-Петербург, 05 – 09 окт. 2010 г.–СПб., 2010.– Режим доступа: http://2010.seacoasts.ru/reports/147/1_Shurukhin%20Change.doc

207 Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива [Текст]: сб. науч. тр. ФГНУ «ГосНИОРХ»/ Под ред. Г.М. Лаврентьева и О.Н. Суслопарова.– СПб., 2006.–Т. 331. Вып. 2.–262 с.

208 Экологические аспекты дреджинга [Текст] / Под ред. Р.Н. Брэй.–СПб., 2013.–442 с.

209 Экологические модели. Оценка современного состояния Финского залива [Текст]:ч. II. Гидродинамические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива / Под ред. И.Н.Давидана, О.П.Савчука.–СПб.: Гидрометеиздат, 1997.–С.175 – 245 с.

210 Экологические основы управления природно-техническими системами [Текст] / Под ред. М.П. Федорова.–СПб.: Изд. Изд. СПб ГПУ , 2007.–505 с.

211 Яйли, Е.А. Теория и технологии оценки и управления урбанизированными территориями на основе индикаторно-рискологического подхода [Текст]: дис. докт. геогр. наук: 25.00.36 / Яйли Ервант Аресович.–СПб, 2009.–328 с.

212 Ясониди, О.Е. Патент. Способ определения мутности [Текст]: Патентообладатель(и): ФГОУ ВПО "Новочеркасская государственная мелиоративная академия". Заявка: 2007145894/04, 10.12.2007. Дата начала отсчета срока действия патента: 10.12.2007

- 213 About Baltic Sea // AquaNIS: Baltic Sea Alien Species Database[Electronic resurs].– Information system on aquatic non-indigenous and cryptogenic species / Eds. S. Olenin, D. Daunys, E. Leppäkoski, A. Zaiko.–2007.– <http://www.corpi.ku.lt/nemo/>
- 214 Bick, A. Erstnachweis von *Marenzelleria viridis* (Polychaeta, Spionidae) für den Ostseeraum, mit einem Bestimmungsschlüssel der Spioniden der Ostsee [Text] / A. Bick, R. Burckhardt // Mitt. Zool. Mus. Berl.–1989.–Bd. 65, № 2.–S.237 – 247.
- 215 Bourne, A.G. On *Haplobranchus*, a new genus of capitobranchiate annelid. Quarterly Journal of Microscopical Science[Text]London, 1883.Series 2 23: 168-176
- 216 Bray, R.N. Dredging [Text]: a handbook for Engineers / R.N. Bray, A.D. Bates and J.M. Land .–Second Edition.– London, Sydney, Aukland: Arnold Publishing, 1997.
- 217 De Groote, J. Environmental monitoring of dredging operations in the Belgian nearshore zone [Text] / J. De Groote, G. Dumon // Terra et aqua.–1998.–№ 70.–C.21 – 25.
- 218 Lappalainen, A. Coastal Fish Communities along the Northern Coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea: Responses to salinity and Eutrophication [Text] / A. Lappalainen, A. Shurukhin, G. Alekseev, J. Rinne // Internal. Rev. Hydrobiol.– 2000.– № 85, 5 – 6.–P.687 –696.
- 219 Parsons, Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotinoides [Text] / T.R. Parsons, J.D.H Strickland // J. Mar. Res.–1963.– Vol. 21.–P.155 – 163.
- 220 Ruffin, K.K. The persistence of anthropogenic turbidity plumes in a shallow water estuary [Text] / K.K. Ruffin // Estuarine, Coast. And Shelf Sci.–1998.– Vol. 47, № 5.–P.579 –592.
- 221 Rydén, L.Environmental Science Understanding, protecting and managing the environment in the Baltic Sea Region [Text]: The Baltic University Programme / L. Rydén, Pawel Migula and Magnus Andersson.– Uppsala University, 2003.–24 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Виды работ и наблюдений

Таблица А.1 – Виды работ и наблюдений по годам

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Строительство операционной акватории пусковых перегрузочных комплексов (универсального, минеральных удобрений, наливных грузов и части угольного терминала) в северной части МТП Усть-Луга; 2008 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды.	18 проб за съемку (всего 4 съемки), 7 станций за съемку (всего 3 съемки) на определение взвешенных веществ	Организация полевых работ, участие в полевых работах, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Отбор и анализ проб донных отложений	9 проб грунта за съемку (всего 4 съёмки)	
	Гидрологические измерения	Измерение мутности и прозрачности STD-зондом с оптическим датчиком мутности (зондирований – 54)	Обработка полевых данных
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущербов водным биоресурсам	Зообентос – 60 проб, зоопланктон – 60 проб, ихтиофауна – 17 проб, фитопланктон – 60 проб, пигменты – 60 проб	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала. Формирование акватории южного района МТП Усть-Луга; 2009 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	18 за съемку (всего 4 съемки), 7 станций за съемку (всего 3 съемки) на определение взвешенных веществ	Организация полевых работ, участие в полевых работах, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Отбор и анализ проб донных отложений	9 проб грунта за съемку (всего 4 съёмки)	
	Проведение гидрологических измерений	Измерение мутности и прозрачности CTD-зондом с оптическим датчиком мутности (зондирований – 40)	Обработка полевых данных
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущербов водным биоресурсам	Зообентос – 60 проб, зоопланктон – 60 проб, ихтиофауна – 17 проб, фитопланктон – 60 проб, пигменты – 60 проб	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала. Образование акватории контейнерного терминала в МТП Усть-Луга. Дноуглубление до отметки минус 13.5 м в районе причалов № 3, 4; 2009 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	12 за съемку (всего 4 съемки), 6 станций за съемку (всего 3 съемки) на определение взвешенных веществ	Организация полевых работ, участие в полевых работах, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Отбор проб донных отложений	6 проб грунта за съемку (всего 4 съёмки)	
	Проведение гидрологических измерений	Измерение мутности и прозрачности CTD-зондом с оптическим датчиком мутности (зондирований – 65)	Обработка полевых данных
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущерба водным биоресурсам	Зообентос – 60 проб, зоопланктон – 60 проб, ихтиофауна – 17 проб, фитопланктон – 60 проб, пигменты – 60 проб	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала. Реконструкция южного подходного канала МТП Усть-Луга; 2009 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор анализ проб воды	18 за съемку (всего 4 съемки), 7 станций за съемку (всего 3 съемки) на определение взвешенных веществ	Организация полевых работ, участие в полевых работах, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований.
	Отбор проб донных отложений	9 проб грунта за съемку (всего 4 съёмки)	
	Проведение гидрологических измерений	Измерение мутности и прозрачности STD-зондом с оптическим датчиком мутности (зондирований – 40)	Обработка полевых данных

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала. Вторая очередь строительства операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга; 2009 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	21 основных станций наблюдений (61 с учетом придонного и промежуточного горизонтов) за съемку (всего 4 съемки). 44 станции при проведении дноуглубительных работ на взвешенные вещества за съемку (всего 2 съемки)	Организация полевых работ, участие в полевых работах, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований.
	Отбор проб донных отложений	3 пробы грунта за съемку (всего 4 съёмки)	
	Проведение гидрологических измерений	Измерение мутности и прозрачности CTD-зондом с оптическим датчиком мутности (зондирований – 65 за съемку (всего 4))	Обработка полевых данных
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущербов водным биоресурсам	Зообентос – 48 проб, зоопланктон – 48 проб, ихтиофауна – 32 пробы, фитопланктон – 48 проб, пигменты – 48 проб	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Объекты и сооружения Многопрофильного перегрузочного комплекса «Юг-2» (МПК «Юг-2») в МТП Усть-Луга. Причалы №24, 25, 26, 2009 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	21 проба за съемку (всего 3 съемки)	Организация полевых работ, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований, подготовка Итогового отчета
	Отбор проб донных отложений	4 пробы грунта за съемку (всего 3 съёмки)	
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущербов водным биоресурсам	Ихтиофауна – 6 съёмок	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Ремонтные дноуглубительные работы и дампинг грунта в подводные отвалы на акватории морского порта Усть-Луга в период летней навигации 2011 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	18 за съемку (всего 4 съемки), 7 станций за съемку (всего 3 съемки) на определение взвешенных веществ	Организация полевых работ, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований.
	Отбор проб донных отложений	9 пробы грунта за съемку (всего 4 съёмки)	
	Гидрометеорологические исследования	Измерение мутности и прозрачности CTD-зондом с оптическим датчиком мутности	
	Измерения уровней шума и атмосферного воздуха	Измерение на 8 станциях атмосферного воздуха. Измерение уровней шума на 6 станциях	
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущербов водным биоресурсам	Зообентос – 33, зоопланктон – 33, ихтиофауна – 33, фитопланктон – 33, пигменты – 15	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Строительство северного подходного канала Усть-Луга (Этап 4) по объекту «Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала; 2010 – 2011 гг.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	24 проб природной воды на химические показатели, на 8 станциях (за одну съемку). Всего за три съемки отбирается 72 пробы природной воды на химические показатели	Организация полевых работ, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Отбор проб донных отложений до начала работ (май 2010 г.) и по их завершению (май 2011 г.)	За одну съемку отбиралось 8 проб донного грунта на 8 станциях, за две съемки 16 проб	
	Измерения уровней шума и атмосферного воздуха	Измерение на 5 станциях атмосферного воздуха. Измерение уровней шума на 5 станциях	

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Строительство северного подходного канала Усть-Луга (Этап 4) по объекту «Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала; 2010 – 2011 гг.	Проведение гидрологических измерений	Измерение мутности и прозрачности CTD-зондом с оптическим датчиком мутности (зондирований – 54)	Обработка полевых данных
	Мониторинг водных биоресурсов	Зообентос – 29 проб, зоопланктон – 29 проб, ихтиофауна – 30 проб, фитопланктон – 30 проб, пигменты – 30 проб	Обработка полученных материалов

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала, акваторий контейнерного терминала и комплекса перегрузки сжиженных углеводородных газов; 2012 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы работ	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	13 проб за съемку (всего 4 съемки), 5 станций, из которых на двух станциях отбирается с двух горизонтов	Организация полевых работ, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Отбор проб донных отложений	8 проб грунта за съемку (всего 2 съёмки)	
	Мониторинг водных биоресурсов, расчет ущербов водным биоресурсам	Зообентос – 33 пробы, зоопланктон – 33 пробы, ихтиофауна – 33 пробы, фитопланктон – 30 проб, пигменты – 15 проб	Обработка полученных материалов; расчет ущерба ихтиофауне
	Орнитофауна	Наблюдения на трансектах	Организация полевых работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Млекопитающие	Наблюдения за тюленями	Организация полевых работ, анализ полученных результатов исследований

Продолжение таблицы А.1

Объекты и время проведения работ	Виды исследований	Объем выполняемых исследований	Личный вклад автора
Развитие МТП Усть-Луга. База обеспечивающего флота; 2014 г.	Составление программы исследований	Разработка алгоритма программы	Разработка программы локального экологического мониторинга и производственного экологического контроля
	Отбор и анализ проб воды	16 проб природной воды на химические показатели, на 2 станциях	Организация полевых работ, методическое обеспечение работ, камеральная обработка полученных результатов исследований
	Отбор и анализ проб донных отложений	За одну съемку отбиралось 2 пробы донного грунта (один раз в год)	
	Измерения уровней шума и атмосферного воздуха	Измерение на 5 станциях атмосферного воздуха. Измерение уровней шума на 5 станциях	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Общие сведения о правилах отбора, транспортировки, хранения и анализа проб морской воды

Наименование показателя	Методы анализа	Материал емкости для хранения проб	Объем пробы, л	Метод хранения и консервации	Макс. срок хранения	Примечание
Азот общий	Ф	Полиэтиленовые бутылки	0.5 – 1.0	Подкисление до pH<2 конц. H ₂ SO ₄ , хранить в холодильнике	24 часа	Подкисление не проводится, если та же проба используется для определения аммиака
Алюминий	Ф	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.2	Подкисление до pH<2, хранить в холодильнике	72 часа	—
Аммония ионы	Ф	Полиэтиленовые бутылки	0.5	Подкисление до pH<2 конц. H ₂ SO ₄ , хранить в холодильнике	48 часов	—
АПав	Э-Ф	Стекло	0.5	2 – 4 см ³ хлороформа, хранить в холодильнике	48 – 72 часа	Для исключения адсорбции на стенке сосуда добавляют 5 мг на 1дм ³ хлороформа
БПКполн	ТМ	Стекло темное	1.5	—	24 часа	Бутылки заполняются доверху без пузырьков, предохраняются от воздействия света

Продолжение таблицы Б.1

Наименование показателя	Методы анализа	Материал емкости для хранения проб	Объем пробы, л	Метод хранения и консервации	Макс. срок хранения	Примечание
Взвешенные вещества	ГМ	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	1.0	Хранить в холодильнике	7 дней	Определение проводить как можно скорее
Водородный показатель pH	ПМ	Полиэтиленовые бутылки	0.1	—	—	Определение проводить как можно скорее
Железо общее	Ф	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.2	Подкисление до pH<2, хранить в холодильнике	1 мес.	Рекомендуется выполнять определение сразу после неустойчивых показателей
Кислород растворенный	ТМ	Стекло	0.1	Фиксация кислорода при отборе проб и хранение в темноте	24 часа	Склянки заполняются водой при помощи сифона, в первую очередь при отборе проб
Нефтепродукты	ИКС	Стекло	0.5 – 2.0	4 см ³ CCl ₄ +H ₂ SO ₄ (конц.) на 0,5 дм ³ пробы, хранить в холодильнике	24 часа	Экстракцию по возможности проводить на месте отбора
Нитрат-ионы	Ф	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.2	Подкисление до pH<2 конц. H ₂ SO ₄ , хранить в холодильнике	24 часа	Не допускается применение азотной кислоты

Продолжение таблицы Б.1

Наименование показателя	Методы анализа	Материал емкости для хранения проб	Объем пробы, л	Метод хранения и консервации	Макс. срок хранения	Примечание
Сульфиды и сероводород	Э-Ф	Стекло	0.5 – 1.0	Предварительная обработка проб на месте отбора, хранить в темноте	72 часа	При наличии визуально заметных взвешенных веществ, в склянку объемом 1 дм ³ наливают анализируемую пробу с помощью сифона, добавляют 5 см ³ 20% сульфата (хлорида) и 3 см ³ 4 Н NaOH, закрывают пробкой и отстаивают 20 – 30 минут. После этого производится предварительная обработка проб
Сульфат-ионы	Т	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.2	Хранить в холодильнике	7 дней	В присутствии заметного количества минеральной или органической серы определение выполняется не позднее суток после отбора проб

Продолжение таблицы Б.1

Наименование показателя	Методы анализа	Материал емкости для хранения проб	Объем пробы, л	Метод хранения и консервации	Макс. срок хранения	Примечание
Сухой остаток	Т	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.5	Хранить в холодильнике	24 часа	—
Фосфат-ионы	Т	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.1	0.2 – 0.4 см ³ хлороформа на 0.1 дм ³ пробы. хранить в холодильнике	72 часа	—
Фосфор общий	Ф	Стекло	0.1	0.2 – 0.4 см ³ хлороформа на 0.1 дм ³ пробы. хранить в холодильнике	10 суток	—
Хлорид-ионы	ТМ	Полиэтиленовые или стеклянные бутылки	0.2	—	1 мес.	—
Фенолы	Ф	Стекло	1.0	4 г NaOH на литр воды. хранить 1 – 2 дня	1 – 2 дня	Доставка не позднее 3 суток
ХОП и ПАУ	ГЖХ ЖХ	Темное стекло	1.0	20 мл гексана для морской воды	7 дней	При температуре 4 °С

Продолжение таблицы Б.1

Наименование показателя	Методы анализа	Материал емкости для хранения проб	Объем пробы, л	Метод хранения и консервации	Макс. срок хранения	Примечание
ПХБ	ГЖХ ЖХ	Темное стекло	1 л	20 мл гексана для морской воды	7 суток	При температуре 4 °С
ХПК	Ф	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.5	Хранить в холодильнике	1 сутки	При температуре 25 °С не более 6 часов.
				Подкисление 1см³ на 1 дм³ пробы конц. H₂SO₄, хранить в холодильнике	5 суток	
Железо	ААС	Полиэтиленовые или стеклянные емкости	0.25	Подкисление до pH<2 конц. HNO₃, хранить в холодильнике	3 суток	—
Кадмий						
Марганец						
Медь						
Никель						
Свинец						
Хром общий						
Цинк						
П р и м е ч а н и е – Методы анализа обозначены буквами: Ф – фотометрический; ГМ – гравиметрический; ТМ – титриметрический; Т – турбодиметрический; АС – атомно-абсорбционный; ИКС – ИК-спектрометрический; Э-Ф – экстракционно-фотометрический; ПМ – потенциометрический; П-Э – пламенно-эмиссионный спектрометрии						

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Методы химического анализа грунтов (отложений)

Определяемый показатель	Диапазон определения		Обозначение нормативного документа	Используемое оборудование	Методика выполнения измерения
	от	до			
Бенз(а)пирен, мг/кг	0.005	2.0	МУК 4.1.1274-03	Изократическая система «Стайер»	Жидкостная хроматография
а-ГХЦГ, мг/кг	0.01	10	РД 52.18.180-2001	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
g-ГХЦГ, мг/кг	0.01	10	РД 52.18.180-2001	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
п.п ДДТ, мг/кг	0.01	10	РД 52.18.180-2001	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
п.п ДДЭ, мг/кг	0.005	10	РД 52.18.180-2001	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
(а-ГХЦГ, g-ГХЦГ) сумма, мг/кг	0.01	20	РД 52.18.180-2001	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
(п.п ДДТ, п.п ДДЭ) сумма, мг/кг	0.01	20	РД 52.18.180-2001	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
Кадмий (валовое содержание) , мг/кг	0.5	100	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-2А»	Пламенная ААС

Продолжение таблицы В.1

Определяемый показатель	Диапазон определения		Обозначение нормативного документа	Используемое оборудование	Методика выполнения измерения
	от	до			
Кобальт (подвижные формы), мг/кг	2	50	РД 52.18.289-91	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-2А»	Пламенная ААС
Марганец (валовое содержание), мг/кг	1	2000	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-2А»	Пламенная ААС
Медь (валовое содержание), мг/кг	1	500	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02 ААС	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-2А»	Пламенная ААС
Мышьяк (валовое содержание), мг/кг	0.2	20	ПНД Ф 16.1:2.2:3.17-98	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-2А»	Пламенная ААС
Нефтепродукты, мг/кг	50	100000	ПНДФ 16.1:2.2.22-98	Анализаторы нефтепродуктов «ИKN-025» и «Флюорат-02»	ИКС спектроскопия
Никель (валовое содержание), мг/кг	1	500	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-2А»	Пламенная ААС
Органическое вещество, %	0.5	15	ГОСТ 26213-91	Фотоэлектроколориметр КФК-3	Фотометрия
Потери при прокаливании (при температуре 525оС), %	0.2	99	ГОСТ 26213-91	Аналитические весы первого класса gr-202, Сушильный шкаф ПЭ-4610	Гравиметрия

Продолжение таблицы В.1

Определяемый показатель	Диапазон определения		Обозначение нормативного документа	Используемое оборудование	Методика выполнения измерения
	от	до			
ПХБ – шесть индивидуальных и сумма, мг/кг	0.03	1.0	МВИ 88-16358-25-2000	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
сумма шести ПХБ, мкг/кг индивидуальные ПХБ, мкг/кг	1.0 0.05	100 20	М-МВИ 09-97	Газовый хроматограф «Кристалл 2000М»	Газовая хроматография
Ртуть, мг/кг	0.1	5.0	ПНД Ф 16.1:2.3:3.10-98	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-Z-ЭТА»	Пламенная ААС
Свинец (валовое содержание) , мг/кг	5	500	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-Z-ЭТА»	Пламенная ААС
Хром (водорастворимые формы, мг/кг)	0.02	10.0	РД 52.18.286-91	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-Z-ЭТА»	Пламенная ААС
Цинк (валовое содержание) , мг/кг	1	500	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02	Атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-Z-ЭТА»	Пламенная ААС
Подготовка проб грунта для инструментальных методов определения	Весы лабораторные электронные AR-2140, микромельница MF10, минерализатор МС-6, прибор для очистки воды Водолей, центрифуга «Biofugeprimo»				

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Ущерб при строительстве объектов, расположенных в МТП Усть-Луга

Таблица Г.1 – Сведения об ущербах при строительстве объектов, расположенных в МТП Усть-Луга, по которым проводили наблюдения

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Строительство операционной акватории пусковых перегрузочных комплексов (универсального, минеральных удобрений, наливных грузов и части угольного терминала) в северной части МТП Усть-Луга <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с 10.09 по 31.12.2007 и с 10.06 по 31.12.2008 <i>Объем дноуглубления:</i> общий объем сброса в новый и старый отвалы составил 5252321.22 м³, в том числе многочерпаковым земснарядом (МЧЗС) – 2807971.02 м³; самоотвозным землесосом – 2444350.2 м³.	Согласно ГЭЭ <i>постоянный ущерб</i>, в связи с потерей нерестилищ салаки – 8.6 т, <i>временный</i> – 66.146 т промысловых рыб. В денежном выражении суммарный ущерб в ценах 2004 года 16 865 000 руб. (постоянный – 8772 тыс.руб, временный – 8093 тыс.руб.)	В 2007 году выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ» – <i>прогнозируемый постоянный ущерб</i> составил 0.356 т рыбы. <i>Временный ущерб</i> составил – 0.906 т рыбы. В денежном выражении в пересчете на лосося <i>постоянный ущерб</i> – 676.465 тыс.руб., <i>временный</i> – 57,089 тыс. руб.
		В 2008 году– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Временный основной ущерб</i> 30.776 т, в пересчете на лосося 4.397 т, в денежном выражении – 9068.011 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 2.701 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 2035.508 тыс.руб. (ИТОГО 11103.519 тыс.руб.)

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Формирование акватории южного района МТП Усть-Луга <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> 1 этап – 2008 год; 2 этап – 2009 год; 3 этап – 2010 год. <i>Объем дноуглубления:</i> В 2008 году общий объем сброса в новый и старый отвалы составил 1574100.00 м³, в том числе рефулером – 1000000 м³ (500855 м³ с 11.07 по 24.10; 275742 м³ с 25.10 по 20.11; 223403 м³ с 21.11 по 30.12, из них 199045 м³ использовано для	Согласно ГЭЭ <i>прогнозируемый ущерб</i> от всего объема работ составит 24.682 т. В том числе по категории <i>временный ущерб</i> – 24.508 т рыбы, по категории <i>постоянный ущерб</i> – 0.174 т. Сумма <i>компенсационного ущерба рыбным запасам</i> от гидротехнических работ составит 3425.0 тыс.руб.	В 2008 году – выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Постоянный ущерб</i> 0,106 т, в пересчете на лосося – 0.015 т, в денежном выражении – 257.790 тыс.руб. <i>Временный основной ущерб</i> 11.428 т, в пересчете на лосося 1.633 т, в денежном выражении – 3367.765 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 0.136 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 280.475 тыс.руб. (ИТОГО 3906.030 тыс.руб.)

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
образования территории базы портофлота); многочерпаковым земснарядом - 570000 м³ и грейфером - 4100 м³. <i>В 2009 году</i> общий объем сброса в подводный отвал составил 716999 м², в том числе рефулером (пески) – 194149 м³; многочерпаковым земснарядом и грейфером (илистые и глинистые грунты) – 522850 м³. В 2010 году дноуглубительные работы велись одновременно и в районе строительства второй очереди операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга. <i>Общий объем сброса</i> в подводный отвал составил 1586539 м³, в том числе рефулером – 128620 м³ (после 01.09); многочерпаковым земснарядом – 1457919 м³		<i>В 2009 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной ущерб</i> 5.066 т, в пересчете на лосося – 0.724 т, в денежном выражении – 1493.905 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 0.052 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 107.297 тыс.руб. (ИТОГО 1601.202 тыс.руб.)
		<i>В 2010 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной "временный" ущерб</i> 9.744 т, в пересчете на лосося – 1.392 т, в денежном выражении – 2928.585 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 4.022 т, в пересчете на лосося - 0,928 т, в денежном выражении в пересчете на лосося - 1952,39 тыс. руб. (ИТОГО 4880,975 тыс. руб.)

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Образование акватории контейнерного терминала в МТП Усть-Луга. Дноуглубление до отметки минус 13.5 м в районе причалов № 3 и № 4. <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с 10.06.2008 по 31.06.2009 <i>Объем дноуглубления:</i> в 2008 году общий объем сброса в новый и старый отвалы составил 1041192,63 м³, в том числе рефулером – 488800 м³; многочерпаковым земснарядом – 4174446.873 м³ и самоотвозным землесосом – 134939.127 м³, грейфером (камни) – 6.63 м³,	В заключении ГЭЭ <i>постоянный ущерб составил 2.142 т, временный – 98.972 т. дополнительный ущерб (1 – 3 очередь, и полное развитие) 34.237 т.</i>	<i>В 2008 году– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ».</i> <i>Временный основной ущерб 4.898 т, в пересчете на лосося – 0.7 т, в денежном выражении – 1443,622 тыс.руб. Временный дополнительный ущерб 4.515 т, в пересчете на лосося 1.005 т, в денежном выражении – 2066.629 тыс.руб.</i> <i>(ИТОГО 3516.251 тыс.руб.)</i>

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
в 2009 году общий объем сброса в подводный отвал составил 3710410 м³, в том числе многочерпаковым земснарядом – 1474828.12 м³ и самоотвозным землесосом – 2235581.88 м³; в 2010 году общий объем изъятых грунта составил 179655 м³. Дноуглубительные работы проводились с помощью многочерпаковых земснарядов «Балтийская» (15500 м³) и «Эст Ренд» (164155 м³).		<i>В 2009 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной ущерб</i> 23.29 т, в пересчете на лосося – 3.327 т, в денежном выражении – 6864.945 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 16.225 т, в пересчете на лосося 2.951 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 6089.105 тыс.руб. (ИТОГО 129540.050 тыс.руб.)
		<i>В 2010 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной «временный» ущерб</i> 1.361 т, в пересчете на лосося – 0.194 т, в денежном выражении – 408.150 тыс.руб. (ИТОГО 408.150 тыс.руб.)

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Формирование акватории южной и северной МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Реконструкция южного подходного канала МТП Усть-Луга. <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с апрель 2008 г.- июль 2009 г. <i>Объем дноуглубления:</i> Общий объем сброса в подводный отвал составил 7335519 м³, в том числе многочерпаковым земснарядом - 1702006 м³, самоотвозным землесосом – 5633513 м³.	В ПМООСе, 2008 год: <i>Временный основной ущерб</i> – 128.222 т за два года (2009 и 2010), в пересчете на лосося 18.317 т; в денежном выражении 35676.28 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> (весенне-нерестующим видам рыб, лососевым, осенний период) – 9.061 т (8.21 т; 0.473 т; 0.378 т), в денежном выражении 3942.18 тыс. руб.	<i>В 2009 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной ущерб</i> 44.837 т, в пересчете на лосося – 6.405 т, в денежном выражении – 13216.103 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 0.539 т, в пересчете на лосося – 0.539 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 1112.175 тыс.руб. (ИТОГО 14328.278 тыс.руб.)
	В заключении ФГУ «Севзапрыбвод» и ПМООСе, 2009 года: <i>Временный основной ущерб</i> – 109.745т за год, в пересчете на лосося 15.678 т; в денежном выражении 31673.073 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 0.378 т; в денежном выражении 763.645 тыс.руб.	

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области. Вторая очередь строительства операционной акватории для перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга. <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с 2009 по 2010 г. <i>Объем дноуглубления:</i> в 2009 году общий объем сброса в подводный отвал составил 3458192 м³, в том числе рефулером (пески) – 2869495 м³; многочерпаковым земснарядом (илы и суглинки) – 588697 м³. в 2010 году дноуглубительные работы велись одновременно и в районе строительства второй очереди операционной акватории для	В ПМООСе, 2008 год: <i>Постоянный ущерб</i> составил 0.849 т, в пересчёте на лосося 0.121 т; в денежном выражении 192.364 тыс..руб. <i>Временный ущерб</i> –1801.013 т, в пересчете на лосося 33.350 т, в денежном выражении 8509.119 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 8.182 т, в денежном выражении 3411.507 тыс.руб. (ИТОГО 13721.639 тыс.руб.).	<i>В 2009 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной ущерб</i> 19.761 т, в пересчете на лосося – 2.823 т, в денежном выражении – 5824.990 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 1.695 т, в пересчете на лосося 0.495 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 1021.386 тыс.руб. (ИТОГО 6846.376 тыс.руб.)

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
перегрузочных комплексов северной части МТП Усть-Луга. Общий объем сброса в подводный отвал составил 5534265 м ³ , в том числе рефулером на намыв – 3191083 м ³ ; 1827097 м ³ ; многочерпаковым земснарядом – 2343182 м ³ .	В ПМООСе, 2006 год: <i>Временный основной ущерб</i> – 0.174 т, в пересчете на лосося 0.025 т; в денежном выражении 192364 тыс.руб. <i>Временный ущерб</i> – 24.808 т, в пересчете на лосося 3.544 т, в денежном выражении – 4805,519 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 0.113 т, в денежном выражении 153.223 тыс.руб. (ИТОГО в ценах на конец 2006 г. 5111.965 тыс.руб.).	<i>В 2010 году</i> – выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной «временный» ущерб</i> 35,509 т, в пересчете на лосося – 5.073 т, в денежном выражении – 10672.924 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 8.474 т, в пересчете на лосося – 2.25 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 4733.27 тыс.руб. (ИТОГО 15406,628 тыс. руб.)
Ремонтные дноуглубительные работы и дампинге грунта в подводные отвалы на акватории МТП Усть-Луга в период летней навигации 2011 года <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с апреля – декабрь 2011 г. <i>Объем дноуглублениям:</i> дноуглубительные работы выполнялись грейфером и		<i>В 2011 году</i> – выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>Временный ущерб</i> – 8.13 т рыбы, в пересчете на лосося 1.161 т, в денежном выражении в пересчете на лосося – 2618.210 тыс.руб. В целом объем компенсационных затрат, от проведения ремонтных дноуглубительных работ в летнюю навигацию 2011 года, составит 2 845.508 тыс.руб., в том числе: - <i>капитальных</i> 2 618.210 тыс.руб.; - <i>эксплуатационных</i> 227.298 тыс.руб.

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
самоотвозным землесосом, с 15.06 по 20.12.2011. В ходе дноуглубительных работ было извлечено всего 310 821 м³ донного грунта, из них 20 535 м³ извлечено грейфером и 290 286 м³ – самоотвозным землесосом.		
Строительство северного подходного канала МТП Усть-Луга (Этап 4) по объекту «Формирование акватории южной и северной частей МТП Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала, Ленинградская область» <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с мая по ноябрь 2010 г.и 2011 год. <i>Объем дноуглубления:</i> в 2010 году общий объем дноуглубления составил 499849 м³.	В заключении ГЭЭ и ПМООСе, 2009 год: <i>Временный основной ущерб</i> – 100.698 т, в пересчете на лосося 14,385 т; в денежном выражении 29060,924 тыс.руб. <i>Временный дополнительный ущерб</i> – 0.378 т, в денежном выражении 763.645 тыс.руб. (ИТОГО 33197,351 тыс.руб. ежегодно или 66394,702 тыс.руб. за весь период строительства).	<i>В 2010 году</i>– выполнен расчет ущерба ФГБНУ «ГосНИОРХ». <i>Основной «временный» ущерб</i> – 4.090 т, в пересчете на лосося – 0.584 т, в денежном выражении – 1228.659 тыс.руб. (ИТОГО 1228.659 тыс.руб.)

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Дноуглубительные работы проводились с помощью самоотвозного трюмного землесоса и многочерпакового. Рефулирование на берег (350929 м³) велось с помощью самоотвозного трюмного землесоса. В подводный отвал сбрасывался грунт (148920 м³), разработанный с помощью многочерпакового земснаряда. в 2011 году дноуглубительные работы выполнялись многочерпаковым земснарядом и самоотвозным землесосом, с 18.05 по 15.12.2011. В ходе дноуглубительных работ было извлечено всего 2 206 779 м³ донного грунта, из них 1 591 506 м³ извлечено многочерпаковыми земснарядами и 615 273 м³ – самоотвозным землесосом.		<i>В 2011 году</i>– выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>В целом временный ущерб рыбным запасам</i> при производстве дноуглубительных работ составил: $3.723 + 0.729 = 4.452$ т рыбы <i>Временный ущерб:</i> <i>Прогнозируемый временный ущерб</i> рыбным запасам в переводе на лосося – $4.452:7 = 0.636$ т. <i>Объем капиталовложений</i> – 1434.265 тыс.руб. <i>Эксплуатационные затраты:</i> <i>Общий прогнозируемый ущерб</i> рыбным запасам в пересчете на лосося составил 0.636 т, при промвозврате лосося 10 % и средней массе лосося 4.5 кг, потребуется выпустить молоди лосося – $636 \text{ кг} : 4.5 \text{ кг} = 141 \text{ экз.}; (141 \text{ экз.} \times 100) : 10 = 1410 \text{ экз.}$ В целом объем компенсационных затрат, при дноуглублении, составит 1558.486 тыс.руб., в том числе: - капитальных – 1434.265 тыс.руб.; - эксплуатационных – 124.221 тыс.руб.

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
«Развитие Морского торгового порта Усть-Луга. База обеспечивающего флота в МТП Усть-Луга» <i>Сроки проведения работ по мониторингу: с 2013 по 2014 гг.</i> <i>Объем дноуглубления:</i> Безвозвратно отторгаемая часть акватории Лужской губы под гидротехнические сооружения БОФ: причал № 1 – длина 159 м, средняя ширина (по осям лицевой и шпунтовой стенки) 22.9 м, глубина – глубина 0.3 м; причал № 2 – длина 105 м, средняя ширина 17.5 м, глубина 0.6 м; причал № 3 – длина 214 м, средняя ширина 34 м, глубина 0.6 м; причал № 4 – длина 50 м, средняя ширина 31 м, глубина 1.2; причал № 5, совмещенный с молом и участок береговой территории между корневой частью мола и ранее образованной территорией – площадь 0.625 га,	В ПМООСе, 2010 год: <i>Основной ущерб</i> – 0.034 т, в пересчете на лосося 0.005 т; в денежном выражении 84.176 тыс.руб.	<i>В 2014 году</i> – выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>Постоянный ущерб</i> – 0.047 т, 137 экз., 24.660 тыс.руб. ежегодно

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
глубина – 1.4 м. Итого, общая безвозвратно отторгаемая площадь акватории под гидротехнические сооружения составила 20554.6 м². Общий объем воды при указанных глубинах составит 17170.43 м³. Работы по строительству гидротехнических сооружений велись в течение всего 2012 гг. с остановками в периоды нереста и нерестовых миграций		
Объекты и сооружения Многопрофильного перегрузочного комплекса «Юг-2» (МПК «Юг-2») в Морском торговом порту Усть-Луга. Причалы №24, 25, 26. <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с 2009 по 2010 г. <i>Объем дноуглубления:</i> Согласно материалам проекта «Многопрофильный перегрузочный комплекс «Юг-2» в Морском торговом порту Усть-Луга» общая длина	В заключении ГЭЭ и ПМООСе, 2009 год: <i>Постоянный ущерб</i> составил 0.607 т, в пересчете на лосося 0.088 т; в денежном выражении 1491.157 тыс.руб. <i>Временный ущерб</i> – 6.76 т, в пересчете на лосося 0.966 т, в денежном выражении 1694.260 тыс.руб.	<i>В 2010 году</i> – выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>Прогнозируемый постоянный ущерб</i> рыбным запасам составил 0.12 т, в пересчете на лосося 0.02 т, в денежном выражении – 345.2 тыс.руб.

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
причалов № 1 и 2 МПК «Юг-2» равна 433.1 м со средней глубиной у кордона 12.8 м. В составе разгрузочной платформы предусмотрены прикордонные подкрановые балки, канал для инженерных коммуникаций, перекрытый сборными железобетонными плитами, узлы подключения электропитания причального контейнерного перегружателя, судовые и крановые колонки. Забивка свай-оболочек в песчано-галечный грунт осуществляется методом вибропогружения, что исключает выход взвешенных частиц грунта в водную среду и ее замутнение, поскольку основная масса грунта (73 %) представлена частицами размером 0.25 – 0.05 мм.		В целом объем затрат, необходимых для компенсации прогнозируемого ущерба рыбным запасам при строительстве причалов № 1 и № 2 МПК «Юг-2», составит 348.1 тыс.руб., в том числе: - капитальные по категории «постоянный ущерб» – 345.2 тыс.руб., - эксплуатационные – 2.9 тыс.руб.

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
При осуществлении рассматриваемого проекта негативное воздействие на рыбные запасы будет иметь постоянный характер, соответственно ущерб рыбным запасам будет причинен по категории – постоянный. Постоянный ущерб будет причинен за счет безвозвратного отторжения части акватории Лужской губы под строящиеся причалы. Площадь, отторгаемая под причалы № 1 и № 2 составит 19489.5 м² (при средней ширине причалов 45 м). При средней естественной глубине вдоль причалов № 1 и № 2 – 3 м, объем воды составит 58468.5 м³.		
«Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала Ленинградской области».	В заключении ФАР – <i>временный ущерб</i> от дноуглубления и дампинга – 343.616, <i>постоянный ущерб</i> – 0.000029 т (створные знаки)	ПСТ не выполняет дноуглубительные работы

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
Второй этап реконструкции региональной системе безопасности мореплавания на внешних подходах к морскому торговому порту Усть-Луга <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> 2014 год		
«Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта «Усть-Луга», включая операционную акваторию контейнерного терминала, Ленинградская область. Акваторий контейнерного терминала и комплекса перегрузки сжиженных углеводородных газов» <i>Сроки проведения работ по мониторингу:</i> с 2011 по 2012 гг. <i>Объем дноуглубления:</i> в 2011 году дноуглубительные работы выполнялись многочерпаковым земснарядом и самоотвозным землесосом, с 18.05 по 15.12.2011	В ПМООСе, 2010 год: В целом <i>временный ущерб рыбным запасам составит:</i> • За первый год – 7.874 т рыбы, в пересчет на лосось 1.125т, в денежном выражении 2329.884 тыс.руб. • За второй год – 16.259 т рыбы, в пересчете на лосось 2,323 т, в денежном выражении – 4810.952 тыс.руб. Величина непредотвращенного ущерба составит 95.437 т, в денежном выражении 26632.23 тыс.руб	<i>В 2012 году</i> – выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>Временный ущерб</i> рыбным запасам при производстве дноуглубительных работ составил 5.859 т, в денежном выражении – 1949.93 тыс.руб.

Продолжение таблицы Г.1

Объекты	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный в ПМООСе, тыс.руб.	Размер ущерба водным биоресурсам, рассчитанный по фактически выполненным работам
В ходе дноуглубительных работ было извлечено всего 2 206 779 м³ донного грунта, из них 1 591 506 м³ извлечено многочерпаковыми земснарядами и 615 273 м³ – самоотвозным землесосом. В 2012 году дноуглубительные работы производились многочерпаковым земснарядом «Степан Демешев», одноковшовым земснарядом «WakaNamiGo», земснарядом «Рондо». Разработка донных грунтов осуществлялась фрезерным рефулерным землесосом с подачей песка на берег в количестве 267491 м³. Также на данном участке акватории Лужской губы разрабатывались грунты с вывозом в отвал – 435505 м³.		<i>В 2012 году</i> – выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>Временный ущерб рыбным запасам</i> при производстве дноуглубительных работ составил 1.952 т, в денежном выражении – 649.65 тыс.руб.
		<i>В 2011 году</i> – выполнен расчет ущерба ООО «Эко-Экспресс-Сервис». <i>Временный ущерб рыбным запасам</i> при производстве дноуглубительных работ (СУГ и Контейнер) составил 4.452 т, в пересчете на лосося – 0.636 т, в денежном выражении – 1434.265 тыс. руб. <i>В целом объем компенсационных затрат</i>, при дноуглублении, составит 1558.486 тыс.руб., в том числе: - <i>капитальных</i> – 1434.265 тыс.руб.; - <i>эксплуатационных</i> – 124.221 тыс.руб.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Правовая основа проведения мониторинга: законодательные и нормативно-методические документы

При проведении мониторинга должны учитываться следующие общие законодательные и нормативно-методические документы:

- Об охране окружающей среды: Федеральный Закон РФ от 10.01.02 № 7-ФЗ;
- О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный Закон РФ от 30.03.99 № 52-ФЗ;
- Об охране атмосферного воздуха: Федеральный Закон РФ от 04.05.99 № 96-ФЗ;
- Об отходах производства и потребления: Федеральный Закон РФ от 24.06.98 № 89-ФЗ;
- Земельный кодекс: Федеральный Закон РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ЗК РФ);
- Об особо охраняемых природных территориях: Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ;
- О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.1998 № 155-ФЗ;
- О животном мире: Федеральный закон РФ от 24.04.1995 № 52-ФЗ;
- Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ;
- Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации (утв. приказом Госкомэкологии России от 16.05.2000 № 372, зарегистрировано в Минюсте РФ от 04.07.2000 № 2302).

Обследование участка выполняются в соответствии со следующими нормативными документами:

- Инженерные изыскания для строительства. Основные положения: СНиП 11-02-96;

- Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-экологические изыскания для строительства 1997 г.: СП 11-102-97;
- Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: СанПиН 2.1.7.1287-03;
- Гигиенические требования к качеству почвы населенных мест: МУ 2.1.7.730-99.–М.: Фед. центр Госсанэпиднадзора России, 1999;
- Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009: СанПиН 2.6.1.2523-09;
- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): СП 2.6.1.2612-10;
- Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения: СП 2.6.1.1292-03;
- Ионизирующее излучение. Радиационная безопасность. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности: МУ 2.6.1.2398-08;
- Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям: СанПиН 2.1.2.1002-00;
- Методические указания по определению электромагнитного поля воздушных высоковольтных линий электропередачи и гигиенические требования к их размещению: МУ 4109-86;
- Электромагнитные поля в производственных условиях: СанПиН 2.2.4.1191-03;
- Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки: СН 2.2.4./2.1.8.562-96;
- Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях: МУК 4.3.2194-07;
- Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения: СанПиН 2.1.5.2582-10;
- Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных

веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, утв. Приказом Федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 №20, зарегистрировано в Минюсте РФ 09.02.2010 № 16326;

- Методические рекомендации по формализованной комплексной оценки качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям / Росгидромет, 1986;

- Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга: Региональный норматив, 1996;

- Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): СП 2.6.1.758-99;

- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99): СП 2.6.1.799-99.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Письма о внедрении



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
**НЕВСКО-ЛАДОЖСКОЕ
БАССЕЙНОВОЕ ВОДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
(НЕВСКО-ЛАДОЖСКОЕ БВУ)**

Средний пр. В.О., д. 26, Санкт-Петербург, 199004
телефон: (812) 323-37-36, факс: (812) 328-76-71
E-mail: water@nlbv.ru;
<http://nord-west-water.ru>
ОКПО 01032060, ОГРН 1027800556090
ИНН/КПП 7801011470/780101001

15.03.2016 № Р6-37-1383

на № _____ от _____

СПРАВКА

Настоящим удостоверяется, что программы, разработанные Царьковой Натальей Сергеевной, для объектов МТП Усть-Луга на период проведения портостроительных работ, программа по распространению пятен мутности использовались в работе Невско-Ладужского бассейнового водного управления, кроме того фактическое состояние геосистемы Лужской губы изложенное в диссертационном материале в дальнейшем поможет в принятии адекватных природоохранных мероприятий.

И.о. руководителя

А.Б. Кузнецова

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(РГГМУ)**

Малоохтинский пр., 98, Санкт-Петербург, 195196
Телефоны: Ректор (812) 444 4163, Общий отдел (812) 528 9973
Факс (812) 444 6090; e-mail: rshu@rshu.ru
ОГРН 1027804199653; ИНН/КПП 7806012117/780601001

30.11.2019 № 2027 / 2619

На № _____ от _____

В Диссертационный
Совет

СПРАВКА

Настоящим удостоверяется, что учебное пособие «Основы биологического мониторинга» (авторы – Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Потапов А.И., Соловей Н.А., Царькова Н.С., Былина Т.С., СПб.: Нестор-История, 2012, 70 с.) используется в учебном процессе в Российском государственном гидрометеорологическом университете на кафедре Прикладной экологии при подготовке магистров направления «Экология и природопользование», профили подготовки «Геоэкология» и «Экологический мониторинг» – в дисциплинах «Технологии охраны и воспроизводства природных ресурсов», «Технологии обустройства природной среды».

Ректор РГГМУ



Л.Н. Карлин

Зуева Н.В. (812)372-50-87 8-921-792-04-84





Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОГРН 1021602841391

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
Кремлевская ул., д.18, Казань, 420008
тел. (843) 2337840, (843) 2337841

СПРАВКА

Учебное пособие «Основы биологического мониторинга» (авторы Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Потапов А.И., Соловей Н.А., Царькова Н.С., Былина Т.С., СПб.: Нестор-История, 2012, 70 с.) используется в учебном процессе в Институте фундаментальной медицины и биологии на кафедре биоресурсов и аквакультуры при подготовке специалистов и магистров (направления «Зоология») бакалавров (направления «Биология») – в дисциплинах «Гидробиология», «Охрана водных экосистем» и «Биологический мониторинг».

Директор



А.П. Киясов



16.03.2013 Кузнецова Н.А.

Яковлев В.А. 8-937-777-39 20



**МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«Санкт-Петербургский государственный
университет кино и телевидения»
СПбГУКиТ**

Почтовый адрес: ул. Правды, д. 13, Санкт-Петербург,
191119

Юридический адрес: ул. Бухарестская, д. 22,
Санкт-Петербург, 192102

ИНН 7816009843 ОГРН 1027807985094

E-mail: rektorat@liki.spb.ru http:// www.gukit.ru

04.07.2012 № 801
на _____ от _____

ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

СПРАВКА

Настоящим удостоверяется, что учебное пособие "Основы биологического мониторинга" (авторы – Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Потапов А.И., Соловей Н.А., Царькова Н.С., Былина Т.С., СПб. : Нестор-История, 2012, 70 с.) используется в учебном процессе в Санкт-Петербургском государственном университете кино и телевидения (СПбГУКиТ) на кафедре химической технологии и экологии факультета фотографии и технологий дизайна при подготовке инженеров-экологов по специальности 280201 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" и бакалавров по направлениям 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов») и 280700 "Техносферная безопасность" (профиль «Охрана природной среды и ресурсосбережение» - в лекционных курсах по дисциплинам: "Общая экология", "Экологический мониторинг", "ОВОС и экологическая экспертиза", а в лекционном курсе «Экология» - для всех факультетов университета.

Проректор по учебной работе



В.Я. Герасимов

К.Б. Греков
315-64-50