

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

#### «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

#### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**На тему:** «Геоинформационная система поддержки принятия решений для оценки экологического состояния Финского залива»

Исполнитель: Кудряшов Никита Станиславович

Руководитель: кандидат военных наук Соколов Александр Геннадьевич

«К защите допускаю»

и.о. заведующего кафедрой:

кандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

«<u>44</u>» <u>06</u> 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

### «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

#### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Исполнитель: Кудряшов Никита Станиславович

**На тему:** «Геоинформационная система поддержки принятия решений для оценки экологического состояния Финского залива»

Руководитель: кандидат военных наук Соколов Александр I еннадъевич		
«К защите допускаю»		
и.о. заведующего кафедрой:		
кандидат географических наук, доцент		
Фокичева Анна Алексеевна		

<b>&lt;&lt;</b>	<b>&gt;&gt;</b>	2017 г.

Санкт-Петербург

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение** высшего образования

### РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РГГМУ)

Факультет: ИС и ГТ

Кафедра: Морские информационные системы

Направление подготовки: 17.03.01 Корабельное вооружение

Профиль: Морские информационные системы и оборудование

ЗАЛАНИЕ

на дипломное проектирование

студента Кудряшова Никиты Станиславовича

1. Тема дипломного проектирования:

Геоинформационная система поддержки принятия решений для оценки экологического состояния Финского залива.

2. Цель исследования:

Разработка структуры концепции ГИС

- 3. Перечень подлежащих разработке разделов по теме:
- 3.1. Анализ информационных характеристик экологического состояния Финского залива
- 3.2. Обоснование структуры ГИС поддержки принтия решений для оценки экологического состояния Финского залива
- 3.3. Практические рекомендации по формированию концепции ГИС поддержки принятия решений для оценки экологического состояния акватории
- 4. Основные ожидаемые результаты:
  - Анализ информационных характеристик экологического состояния Финского залива
  - Рекомендации по разработке концепции построения ГИС поддержки принятия решений
- 5. Состав технической документации проекта в соответствии с методическими указаниями: Технические данные и характеристики приборов, данные тестирования, примеры экономической целесообразности использования установки.

Задание утверждено на заседании	ı кафедры МИС «»	2017 года
Дата выдачи задания «»	2017 года	
Зав. кафедрой МИС	(А.Г. Соколов)	
Руководитель	(А.Г. Соколов)	
Студент	(Н.С.Кудряшов)	

#### введение

общие понятия гис. применение в экологии	4
1.Использование в экологии	
2. Целесообразность использования ГИС при решении проблем э	
3. Роль и место ГИС в природоохранных мероприятиях	
Анализ информационных характеристик экологи	
состояния Финского залива	•••••
2.1Центральная часть Невской губы	13
2.2Южный курортный район Невской губы	
2.3Северный курортный район Невской губы	
2.4Морской торговый порт (МТП)	
2.5Северная станция аэрации	
2.6Восточная часть Финского залива	
2.7Оценка экологического состояния акватории Финского залива	
2.8Вывод	31
Обоснование структуры ГИС	
3.1. Теоретическое обоснование структуры системы геоинформа	
мониторинга объектов и территорий	
3.2.1. Принципы комплексирования системы дистанционного мог	-
морской акватории Комплексное исследование окружающей сред	
3.2.2.Задачи информационной системы оперативной	
экологического и техногенного риска	
3.2.3. Требования к информационной измерительной системе опо оценки экологического и техногенного риска	
3.3.Обоснование перспектив развития комплексной	
геоинформационного мониторинга приморской территории	
3.4.Обобщенная геоинформационная модель акватории	
3.5Вывод.	
Практические рекомендации по формированию ког	
ГИС поддержки принятия решений для	
	стояния
акватории42	
4.1.Решение задачи поиска потенциальных источников и	нефтяного
загрязнения с использованием картографических сервисо	
4.3. Нанесение маршрута нефтяного танкерав Arc GIS	
4.4.Совмещение с данными экологического мониторинга и модел	
4.4.1. Мониторинг экологической ситуации по результатам контро	-
4.5 Вывод	51
Заключение	53
Список литературы	54

#### Вступление

ОБЩИЕ • ПОНЯТИЯ • ГИС. • ПРИМЕНЕНИЕ • В • ЭКОЛОГИИ Объем информации, существующий в современном мире, не может сравниться с тем, который был получен в прошлых веках. Темпы жизни стремительно растут, методы получения информации приобретают все более индустриальный характер. Для организованного хранения, поиска нужной информации, ее обработки и анализа требуются современные, основанные на компьютерных технологиях, средства. Информатизация коснулась сегодня всех сторон жизни общества, и трудно, пожалуй, назвать какую-либо сферу человеческой деятельности - от начального школьного образования до высокой государственной политики, - где не ощущалось бы ее мощное воздействие. Информатика дышит в затылок всем наукам, догоняя и увлекая их за собой, преобразуя, а порой и порабощая в стремлении к бесконечному компьютерному совершенству. В науках о Земле информационные технологии породилигеоинформатику и информационные географические системы (ГИС), причем слово "географические" обозначает случае данном не столько "пространственность" или "территориальность", а скорее комплексность и системность исследовательского похода. Описать историю ГИС подробно - весьма сложная задача. Хотя бы потому, что факты, очевидцы и результаты исследований часто противоречат друг другу. Кроме того, ранние годы геоинформационных систем слабо документированы и требуются значительные усилия, чтобы понять, как все происходило на самом деле. Тем не менее, историю некоторых открытий проследить можно. Идея изображать данные с помощью различных слоёв на серии базовых карт и соотносить предметы пространственно, географически, возникла задолго до появления компьютеров. Ещё во времена войны за независимость в США французский картограф Луи-АлександрБертье при создании карты битвы приЙорктауне (1781 г.) использовал прозрачные откидные накладки, на которых были представлены перемещения войск. В середине XIX века в «Атласе ко Второму докладу представителей Ирландских железных дорог» на одну базовую карту были наложены карты населения, транспортных потоков, геологического строения и рельефа. В сентябре 1854 г. врач Джон Шоу использовал карту мест летальных исходов холеры, наложенную на карту центральной части Лондона, для поиска источника эпидемии, которым оказался зараженный колодец – это один из первых примеров географического анализа. Одна из ГИС, интересных черт раннего развития шестидесятые годы, заключается в том, что первые инициативные проекты и исследования сами были географически распределены помногим точкам, причем эти работы осуществлялись независимо, часто без упоминания и даже с игнорированием себе подобных. Возникновение и бурное развитие ГИС было предопределено богатейшим опытом топографического и. особенно, тематического картографирования, успешными попытками автоматизировать картосоставительский процесс, а также революционным достижениями в области компьютерных технологий, информатики и графики. Особо следует идеи компьютерной отметить И картографирования, комплексного тематического убедительно продемонстрировавшего эффект системного использования разнохарактерных данных для извлечения новых знаний о географических объектах. Комплексность иинтегративность ДО сих пор остается важнейшим свойством ГИС. привлекающим пользователей. Географическая информационная система  $(\Gamma MC)$ программноаппаратный комплекс, способный хранить и использовать (показывать, анализировать, управлять) данные описывающие объекты в пространстве, управляемый специальным персоналом. ГИС использует особый тип информации - пространственную (географическую) и связанные с ней базы данных, эта информация может быть социальной, политической, экологической или демографической, то есть любой информацией, которая может быть отображена на карте. ГИС - является лучшим способом хранить информацию об участке суши или моря.ГИС может помочь сделать управление более эффективным, способствовать научной работе и охране территории, которая проводится во охраняемых природных территориях (ООПТ), независимо от их площади. 7 Принципы и функции ГИС Комплексность (системность) - ГИС, как следует из определения, это не только данные и не только программное обеспечение, хотя и то и другое является важной частью ГИС. ГИС комплекс программного, аппаратного, информационного обеспечения управляемый специальным персоналом.Пространственность - ГИС инструмент, работающий с любыми данными распределенными в пространстве и имеющими свою систему координат, начиная от колоний микроорганизмов и заканчивая целиком планетой Земля. ГИС также позволяет осуществлять операции c данными, не имеющими пространственной привязки, НО основная функциональность ориентирована именно на работу с пространственными данными. Связанность - наличие тесной взаимосвязи между пространственной и атрибутивной информацией. В рамках ГИС впервые эти два типа информации были тесно объединены, во многом это определило появление ГИС в виде отдельной области программного обеспечения. Часто ГИС называют системой управления базами данных (СУБД) с возможностью создания карт или системой цифровой картографии с расширенной поддержкой баз данных. Функции Визуализация - ГИС мощное средство представления данных. Это качество ГИС обычно ГИС используется первым, помощью создаются наглядные иллюстративные карты и схемы. Современные ГИС уделяют много внимания легкости и производительности именно этой своей функции изза чего часто рассматриваются лишь как средство создания карт. Эта функция ГИС унаследована от картографии, которую вполне можно считать прародительницей ГИС и которая до сих пор является основной функцией ГИС. Организация - одной из основных функций ГИС является организация и управление информацией. Современные ГИС - удобный помогающий управлять информацией пространственный принцип. Обработка и анализ - функции ГИС, превращающие ее из инструмента по работе с готовыми данными (визуализатора) в инструмент по созданию новых данных на их основе, моделирования и прогнозирования. Геоинформационные системы многообразия экологии Среди всего традиционных областей использования геоинформационных систем заметно доминирует новая её отрасль – экологическая. Использование геоинформационных систем позволяет оперативно получать информацию по запросу и отображать её накартооснове, оценивать состояние экосистемы и прогнозировать её развитие.(Берлянт, 1997) Возможности ГИС, применимые в экологии (поЛычак, Бобра, 2005): ввод, накопление, хранение и обработка цифровой картографической и экологической информации, · построение на основании полученных данных тематических карт, отражающих текущее состояние экосистемы, · исследование динамики изменения экологической обстановки в пространстве и времени, графиков, таблиц, диаграмм, · моделирование развития экологической ситуации в различных средах и исследование зависимости состояния экосистемы от метеоусловий, характеристик источников загрязнений, значений фоновых концентраций, получение комплексных оценок состояния объектов окружающей природной среды на основе разнородных данных. Экологические проблемы часто требуют незамедлительных и адекватных действий, эффективность которых напрямую связана с обработки информации. оперативностью И представления комплексном подходе, характерном для экологии, обычно приходится обобщающие на характеристики окружающей опираться чего, объемы даже минимально достаточной исходной вследствие информации, несомненно, должны быть большими. В противном случае обоснованность действий и решений вряд ли может быть достигнута. Однако простого накопления данных тоже, к сожалению, недостаточно. Эти данные должны быть легкодоступны, 8 систематизированы в соответствии с потребностями. Хорошо, если есть возможность связать разнородные данные друг с другом, сравнить, проанализировать, просто просмотреть их в удобном и наглядном виде, например, создав на их необходимую таблицу, схему, чертеж, карту, диаграмму. Группировка данных в нужном виде, их надлежащее изображение, И анализ целиком зависят OT квалификации эрудированности исследователя, выбранного им подхода интерпретации накопленной информации. На этапе обработки и анализа собранных данных существенное, но отнюдь не первое, место занимает техническая оснащенность исследователя, включающая подходящие для решения поставленной задачи аппаратные средства и программноеобеспечение. В качестве последнего во всем мире все чаще применяется современная мощная технология географических информационных систем

#### 1.Использование ГИС в экологии

С конца 70-х годов нашего столетия в мировой практике и науке стала усиленно развиваться технология по созданию систем для организации и хранения пространственных данных, получившая название "Географические информационные системы" (ГИС). Одновременно с развитием технологии развиваются и области ее применения. Учитывая их многообразие – от высококачественной картографии до планирования землеустройства, управления природными ресурсами, планирования состояния окружающей среды и т.д. можно с полной определенностью утверждать, что именно ГИС обещает стать одной из обширных наиболее сфер применения новых информационных технологий для решения задач управления.

В первую очередь, это связано с тем, что ГИС позволяет рассматривать данные по анализируемым проблемам относительно их пространственных взаимоотношений, что позволяет проводить комплексную оценку ситуации и создает основу для принятия более точных и разумных решений в процессе управления. Объекты и процессы, описываемые в ГИС, являются частью повседневной жизни, и почти каждое принимаемое решение ограничивается, связывается или бывает продиктовано тем или иным пространственным фактором. На сегодняшний день возможность использования ГИС сочетается с потребностью в них, следствием чего является быстрый рост их популярности.

Одна из сфер применения ГИС – экология.

### 2. Целесообразность использования ГИС при решении проблем экологии

Экологические проблемы часто требуют незамедлительных и адекватных действий, эффективность которых напрямую связана с оперативностью обработки и представления информации. При комплексном подходе, характерном для экологии, обычно приходится опираться на обобщающие характеристики окружающей среды, вследствие чего, объемы даже минимально достаточной исходной информации, несомненно, должны быть большими. В противном случае обоснованность действий и решений вряд ли может быть достигнута. Однако простого накопления данных

Эти тоже, сожалению, недостаточно. К данные должны бытьлегкодоступны, систематизированы в соответствии с потребностями. Хорошо, если есть возможность связать разнородные данные друг с другом, сравнить, проанализировать, просто просмотреть их в удобном и наглядном виде, например, создав на их основе необходимую таблицу, схему, чертеж, карту, диаграмму. Группировка данных в нужном виде, их надлежащее изображение, сопоставление и анализ целиком зависят от квалификации и эрудированности исследователя, выбранного им подхода интерпретации накопленной информации. На этапе обработки и анализа собранных данных существенное, но отнюдь не первое, место занимает техническая оснащенность исследователя, включающая подходящие для решения поставленной задачи аппаратные средства и программное обеспечение. В качестве последнего во всем мире все чаще применяется технология географических информационных современная мошная систем.

ГИС имеет определенные характеристики, которые с полным правом позволяют считать эту технологию основной для целей обработки и управления информацией. Средства ГИС намного превосходят возможности обычных картографических систем, хотя естественно, включают все основные функции получения высококачественных карт и планов. В самой концепции ГИС заложены всесторонние возможности сбора, интеграции и анализа любых распределенных в пространстве или привязанных конкретному данных. Если необходимо К месту визуализировать имеющуюся информацию в виде карты, графика или дополнить видоизменить базу диаграммы, создать, ИЛИ интегрировать ее с другими базами – единственно верным путем будет обращение к ГИС. В традиционном представлении возможные пределы интеграции разнородных данных искусственно ограничиваются. Близким к идеалу считают, например, возможность создания карты урожайности полей путем объединения данных о почвах, климате и растительности. ГИС позволяет пойти значительно дальше. К вышеприведенному набору данных можно добавить демографическую информацию, сведения о земельной собственности, благосостоянии и доходах населения, объемах капитальных вложений и инвестиций, зонировании территории, состоянии хлебного рынка и т.д. В результате появляется возможность напрямую эффективность запланированных илипроводящихся определить мероприятий по сохранению природы, их влияние на жизнь людей и экономику сельского хозяйства. Можно пойти еще дальше и, добавив данные о распространении заболеваний и эпидемий, установить, есть ли взаимосвязь между темпами деградации природы и здоровьем людей,

определить возможность возникновения распространения И новых заболеваний. В конечном счете, удается достаточно точно оценить социально-экономические аспекты любого процесса, сокращения площади лесных угодий или деградации почв.

#### 2. Роль и место ГИС в природоохранных мероприятиях

#### 2.1. Деградация среды обитания

ГИС с успехом используется для создания карт основных параметров окружающей среды. В дальнейшем, при получении новых данных, эти карты используются для выявления масштабов и темпов деградации флоры и фауны. При вводе данных дистанционных, в частности спутниковых, и обычных полевых наблюдений с их помощью можно осуществлять мониторинг местных и широкомасштабных антропогенных воздействий. Данные об антропогенных нагрузках целесообразно наложить на карты зонирования территории с выделенными областями, представляющими особый интерес с природоохранной точки зрения, например парками, заповедниками и заказниками. Оценку состояния и темпов деградации природной среды можно проводить и по выделенным на всех слоях карты тестовым участкам.

#### 2.2. Загрязнение

С помощью ГИС удобно моделировать влияние и распространение загрязнения от точечных и неточечных (пространственных) источников на местности, в атмосфере и по гидрологической сети. Результаты модельных расчетов можно наложить на природные карты, например карты растительности, или же на карты жилых массивов в данном районе. В результате можно оперативно оценить ближайшие и будущие последствия таких экстремальных ситуаций, как разлив нефти и других вредных веществ, а также влияние постоянно действующих точечных и площадных загрязнителей.

#### 2.3. Землевладение

ГИС широко применяются для составления и ведения разнообразных, в том числе земельных, кадастров. С их помощью удобно создавать базы данных и карты по земельной собственности, объединять их с базами данных по любым природным и социально-экономическим показателям, накладывать соответствующие карты друг на друга и создавать комплексные (например, ресурсные) карты, строить графики и разного вида

диаграммы.

#### 2.4. Охраняемые территории

Еще одна распространенная сфера применения ГИС – сбор и управление данными по охраняемым территориям, таким как заказники, заповедники и национальные парки. В пределах охраняемых районов можно проводить полноценный пространственный мониторинг растительных сообществ ценных и редких видов животных, определять влияние антропогенных вмешательств, таких как туризм, прокладка дорог или ЛЭП, планировать и реализации природоохранные мероприятия. Возможно ДΟ выполнение и многопользовательских задач, таких как регулирование выпаса скота и прогнозирование продуктивности земельных угодий. Такие задачи ГИС решает на научной основе, то есть выбираются решения, обеспечивающие минимальный уровень воздействия на дикую природу, сохранение на требуемом уровне чистоты воздуха, водных объектов и особенно почв. В часто посешаемых туристами районах.

#### 2.5. Неохраняемые территории

Региональные и местные руководящие структуры широко применяют возможности ГИС для получения оптимальных решений проблем, распределением И контролируемым использованием связанных улаживанием конфликтных земельных ресурсов, ситуаций владельцем и арендаторами земель. Полезным и зачастую необходимым сравнение текущих границ участков землепользования зонированием земель и перспективными планами их использования. ГИС обеспечивает также возможность сопоставления границ землепользования с требованиями дикой природы. Например, в ряде случаев бывает необходимым зарезервировать коридоры миграции диких животных через территории между заповедниками освоенные или национальными парками. Постоянный сбор И обновление данных 0 границах землепользования может оказать большую помощь при разработке природоохранных, в том числе административных и законодательных мер, отслеживать ИΧ исполнение, своевременно вносить изменения дополнения в имеющиеся законы и постановления на основе базовых принципов концепций. научных экологических И

#### 2.6. Восстановление среды обитания

ГИС является эффективным средством для изучения среды обитания в целом, отдельных видов растительного и животного мира в пространственном и временном аспектах. Если установлены конкретные параметры окружающей среды, необходимые ,например, для существования какого-либо вида животных, включая наличие пастбищ и

мест лля размножения, соответствующие типы И запасы кормовыхресурсов, источники воды, требования к чистоте природной среды, то ГИС поможет быстро подыскать районы с подходящей комбинацией параметров, в пределах которых условия существования или восстановления численности данного вида будут близки к оптимальным. На стадии адаптации переселенного вида к новой местности ГИС эффективна для мониторинга ближайших и отдаленных последствий предпринятых мероприятий, оценки их успешности, выявления проблем и поиска путей ПО преодолению. ИХ

#### 2.7. Научные исследования и техническая поддержка

Функциональные интегральные возможности ГИС в наиболее явном виде проявляются и благоприятствуют успешному проведению совместных междисциплинарных исследований. Они обеспечивают объединение и наложение друг на друга любых типов данных, лишь бы их можно было отобразить на карте. К подобным исследованиям относятся, например, такие: анализ взаимосвязей между здоровьем населения и разнообразными демографическими, экономическими) (природными, факторами; количественная оценка влияния параметров окружающей среды на состояние локальных и региональных экосистем и их составляющих; определение доходов землевладельцев в зависимости от преобладающих типов почв, климатических условий, удаленности от городов и др.; выявление численности и плотности ареалов распространения редких и исчезающих видов растений в зависимости от высоты местности, угла наклона И экспозиции склонов.

#### 2.8. Сборники данных и публикации

ГИС значительно упрощает процедуру публикации любых видов картографической продукции. C помощью встроенного языка программного обеспечения (например, ARC/INFO ARCMacroLanguage (AML)) можно написать программы автоматического создания любых типов печатных карт, графиков, диаграмм и таблиц. Кроме того, простые программные продукты (типаArcView GIS) позволяют просматривать и напрямую оперировать с данными, содержащимися в базе данных ГИС любому, даже малоопытному, пользователю. При помощи таких простых илегко доступных программ любой пользователь имеет возможность считывать и распечатывать карты (записанные, например, на CD-ROM в ГИС ARC/INFO). формате

#### 2.9. Экологическое образование

Поскольку бумажных ГИС создание карт помощью c значительноупрощается И удешевляется, появляется возможность получения большого количества разнообразных природных карт, возможности широту охвата И программ экологического образования. Ввиду простоты копирования и производства картографической продукции ее может использовать практически любой ученый, преподаватель или студент. Более того, стандартизация формата и компоновки базовых карт служит основой для сбора и демонстрации данных, получаемых учащимися и студентами, обмена данными между учебными заведениями и создания единой базы по регионам и в национальном масштабе. Можно подготовить специальные карты для целью c планируемыми землевладельцев c ознакомления ИΧ природоохранными мероприятиями, схемами буферных **30H** И экологических коридоров, которые создаются в данном районе и могут затронуть ИΧ земельные участки.

#### 2.10. Экотуризм

Возможность быстрого создания привлекательных, красочных и, в то же время, качественных профессионально составленных карт делает ГИС идеальным средством создания рекламных и обзорных материалов для публики в быстро развивающуюся сферу экотуризма. Характерной чертой так называемых "экотуристов" является глубокая заинтересованность в подробной информации о природных особенностях данной местности или страны, о происходящих в природе процессах, связанных с экологией в широком смысле. Среди этой достаточно многочисленной группы людей большой популярностью пользуются созданные помощью ГИС научно-образовательные отображающие распространение растительных сообществ, отдельных видов животных и птиц, области эндемиков и т.д. Подобная информация может оказаться полезной для целей экологического образования или для туристских агентств, для получения дополнительных средств из фондов проектов и национальных программ, поощряющих развитие путешествий экскурсий. И

#### 2.11. Мониторинг

По мере расширения и углубления природоохранных мероприятий одной из основных сфер применения ГИС становится слежение за последствиями предпринимаемых действий на локальном и региональном уровнях. Источниками обновляемой информации могут быть результаты наземных съемок или дистанционных наблюдений с воздушного

транспорта и из космоса. Использование ГИС эффективно и для мониторинга условий жизнедеятельности местных и привнесенных видов, выявления причинно-следственных цепочек и взаимосвязей, оценки благоприятных и неблагоприятных последствий предпринимаемых природоохранных мероприятий на экосистему в целом и отдельные ее компоненты, принятия оперативных решений по их корректировке в зависимости от меняющихся внешних условий.

Анализ информационных характеристик экологического состояния Финского залива

В 2014 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 48 станциях в течение всего года. На акватории Невской губы к востоку от Комплекса Защитных Сооружений (КЗС) от наводнений до устья реки Нева работы проводились на 23 станциях: ежемесячно на 1 станции на акватории морского торгового порта (МТП) и на 1 ст. в устье р. Нева;с мая по октябрь на 16 станциях в открытой части Невской губы от устья Невы на востоке до КЗС, на 4 станциях в южной и северной курортных зонах Невской губы и на 1 станции в районе пос. Ольгино в зоне Северной станции аэрации (рис. 4.1).В восточной части Финского залива за пределами КЗС наблюдения в июне, августе и октябре проводили в Мелководной зоне (МЗ) на 6 станциях, в глубоководном районе восточной части залива (5 ст.), вЛужской иКопорской губах (4 ст.), а также на 7 ст. в Выборгском заливе и 1 станции в порту Выборга. Наблюдения осуществлялись с использованием арендованного экспедиционного судна «Мираж», в зимний период со льда, на курортных стан-циях с берега. Отбор проб воды и химический анализ проводились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243–92) за исключением биохимического потребления кислорода (БПК5), проводившегося в соответствии с «Методикой выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после пяти дней инкубации (БПКполн) в поверхностных, пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных водах» (РД 52.24.420-2006). Содержание нефтяных углеводородов определялось ИК —фотометри-ческим методом; фенола методом хроматографии; СПАВ для Невской губы экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов газохроматографическим методом; металлов методом атомноабсорбционной спектрометрии фильтрованных проб воды. Химические анализы выполнялись в Аналитической лаборатории, аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной вгосударственном рее- 70стре с номером РОСС RU.0007.510422. В Невской губе и в курортной зоне мелководного рай- она Восточной части Финского залива расчет ИЗВ производили с учетом БПК5. Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

#### 2.1. Центральная часть Невской губы

Общая гидрохимия. В 2014 г. на акватории Невской губы наблюдения проводились в течение всего года. Отбор проб осуществлялся с поверхностного, промежуточного (6–7 м) и придонного горизонтов (глубина станций 3,5–15 м). За весь период наблюдений было отобрано 228 проб с 17 станций. Содержание растворенного кислорода в пробах изменялось в диапазоне от 6,96 мгО2 /дм3 до 14,03 мгО2 /дм3. Среднее значение в Невской губе в поверхностном и придонном слоях составляло 10,33 мгО2 /дм3 соответственно.Минималь-ное растворенного кислорода было отмечено в июне в пробах из придонного слоя; максимальное — в декабрьских пробах из поверхностного слоя. Величина водородного показателярН составляла от 6,83 до 8,32 (июль, поверхность), в среднем — 7,44. Значения показателя щелочности в Невской губе варьировали в интервале от 0,464 (октябрь, придонный слой) до 0,992ммоль/дм3 (февраль, поверхность.). В водах Невской губы величина биохимического потребления кислорода (БПК5), определяющая содержаниелекгоокисляемых органических соединений, в течение всего года изменялась в диапазоне от 0,6 до 7,2 мгО2 /дм3. Среднее значение во всем столбе воды составило 1,71 мгО2 /дм3. Из 206 проб БПК5 только 15 выше норматива (3,0 мгО2 /дм3 ). Абсолютный максимум БПК5 был отмечен на ст. №12 в районе Лисьего Носа на севере Невской губы.

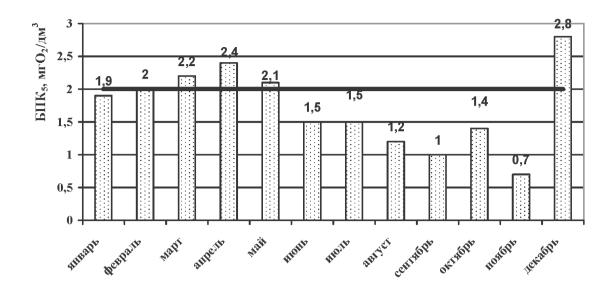


Рисунок 2.2.5. Внутригодовая динамика БПК5 на акватории центральной части Невской губы в 2015 г. для столба воды поверхность - дно.

Из 228 отобранных в Невской губе проб в 178 содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм3). Остальные значения изменялись в интервале от 5 до 64 мкг/дм3. Среднегодовая концентрация составила 2,88 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего значения (3,86 мкг/дм3). Значения содержания общего фосфора варьировали в диапазоне от значений ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм3 — 80 проб из 228) до 79 мкг/дм3. В среднем концентрация общего фосфора за наблюдений составила 7,16 мкг/дм3 прошлогоднего уровня в 1,3 раза (9,01 мкг/дм3). В шести из 228 проб содержание аммонийного азота было на уровне аналитического нуля (менее 10 мкг/дм3). В остальных изменялось в диапазоне от 10 мкг/дм3 до 870 мкг/дм3, среднегодовое значение составило 76,78 мкг/дм3, что выше прошлогоднего (60,63 мкг/дм3). Мак-Рис. 4.1. Схемарасположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2014 г. 71 симальная величина была отмечена в октябре на поверхностности в районе Лисьего Носа в северной части Невской губы. В течение года концентрация нитратного азота в водах Невской губы изменялась от 58 до 690 мкг/дм3. Из 228 проб в 12 было отмечено высокое загрязнение (более 400 мкг/дм3 ). Средняя концентрация нитратов в течение всего года во всем столбе воды составляла 215,85 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего значения — 238,46 мкг/дм3. Содержание кремнекислоты в 2014 г. в Невской губе варьировало в интервале от 20 мкг/дм3 до абсолютного максимума 1070 мкг/дм3, отмеченного в феврале на поверхности в районе Ломоносова. Среднеезначение содержания кремнекислоты во всем столбе воды составляло 190,16 мкг/дм3, что в 1,4 раза ниже прошлогоднего значения — 273,00 мкг/дм3. Органические загрязняющие вещества. В период с января по октябрь 2014 г. было отобрано 218 проб концентрации нефтяных определения углеводородов. Многолетняя пробахсодер-Рис. 4.2. изменчивость средней И максимальной концентрации нефтяных углеводородов в восточной части Финского залива в 2000-2014 гг. 72жание нефтяных углеводородов было ниже уровня чувствительности метода химического анализа (DL=0,04 мг/дм3). Максимальное значение концентрации нефтяных углеводородов было зарегистрировано в февральских пробах на поверхности воды в районе Петродворца и составило 0,35 мкг/дм3 (7 ПДК). Несмотря на Невскойгубы не высокое максимальное значение воды хронически загрязненными нефтяными углеводородами. Среднее значение концентрации нефтяных углеводородов во всем столбе воды по всем станциям наблюдений составило 0,004 мкг/дм3. Максимальное значение только в Невской губе было сопоставимо с ПДК, а в остальных районах залива было очень невысоким. Средние значения по всем районам контроля в 2014 г. демонстрировали минимальные уровни загрязнения НУ, су-щественно ниже значений предыдущего десятилетия. определения концентрации СПАВ в 2014 г. было отобрано 183 пробы воды; в 69 из них содержание было ниже уровня аналитического нуля (DL=0,01 мкг/дм3). В оставшихся пробахконцентрация СПАВ изменялась в диапазоне от 0,01 до 0,07 мкг/дм3, отмеченного в придонном слое в июльских пробах в районе Ломоносова в южной части Невской губы. Среднее значение во всем столбе воды составило 0,009 мкг/дм3, что немного больше значений прошлого года. В 2014 г. из 168 проб только в четырех содержание фенола было выше уровня определения (DL=0,5 ). Максимальное значение содержания фенола зарегистрировано в майских пробах в придонном слое — 0,8 мкг/дм3. Во пробах содержание хлорорганических всех исследованных воды пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения. Металлы. В период с января по октябрь 2014 г. только одной пробе из 218 концентрации меди была ниже уровня определения (DL=0,5 мкг/дм3). В остальных пробах значения изменялись в диапазоне от 1 до 10 мкг/дм3, отмеченного в придонном слое в февральских пробах в северной части Невской губы. Среднее значение во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 2,38 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего значения. В целом тенденция снижения меди в водах Невской губе продолжается. Ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм3) содержание свинца было в 124случаях из 218 отобранных проб. В остальных концентрация свинца во всем столбе воды изменялась в диапазоне 2-4,6 мкг/дм3. В 2014 г. среднее значение концентрации свинца составило 0,97 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего значения в 2,2 раза (2,17 мкг/дм3 ). Из 219 проб, отобранных для определения концентрации цинка в 2014 г., в 147 пробах зарегистрирована концентрация цинка ниже уровня ПДК (10 мкг/дм3). В остальных случаях она изменялась в интервале 11-62 мкг/дм3 (более 6 ПДК, отмечен в придонном слое в северной части Невской губы в февральских пробах). В среднем концентрация цинка во всем столбе воды составила 9,7 мкг/дм3 , что ниже 2013 г. — 11,9 мкг/дм3. Содержание никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилось практически на уровне определения DL=5 мкг/дм3. Только в 36 пробах концентрация кобальта была выше уровня определения (DL=2 мкг/дм3); среднее значение составило 0,33 мкг/дм3. В 93 пробах из 218 концентрация хрома была ниже уровня определения (DL=1 мкг/дм), а 3 в остальных случаях изменялась в интервале 1,0-3,2 мкг/дм3, максимум отмечен в июньских

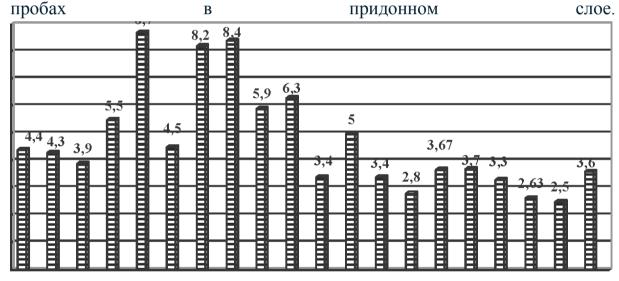


Рисунок 2.2.6. Динамика средних за год относительных концентраций меди в единицах ПДК на акватории центральной части Невской губы для столба воды поверхность - дно.

#### Южный курортный район Невской губы

Общая гидрохимия. В 2014 г. мониторинг Южного курортного района Невской губы обеспечивался наблюдениями на 3 станциях, на которых производился отбор проб в период с мая по октябрь на глубинах от 0 до 1 м. Всего было отобрано 19 проб. За весь период наблюдений содержание растворенного кислорода в пробах изменялось в диапазоне от 5,19 до13,52

мгО2 /дм3; среднее значение во всем столбе воды 10,23 мгО2 /дм3, что сопоставимо с концентрацией кислорода в центральной части Невской губы. Величина водородного показателя в южном курортном 73 районе за весь период наблюдений варьировала 6,65-9,67, в среднем 7,71. Среднее значение щелочности за весь период наблюдений во всем столбе воды 1.06ммоль/дм3 составило достигая максимального значения 1,52ммоль/дм3 в летних пробах с поверхности. В 2014 г. в водах Южного курортного района величина биохимического потребления кислорода БПК5, характеризующая содержаниелегкоокисляемых соединений, была зарегистрирована в интервале 1,4-5,2мгО /дм . В 2 3 7 пробах из 19 было ПДК (3.0мгО отмечено превышение  $/_{\rm JM}$ 

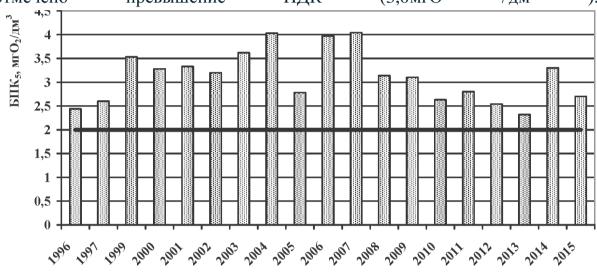


Рисунок 2.2.4. Межгодовая динамика содержаниялегкоокисляемых органических соединений в водах южного курортного района Невской губы для столба воды поверхность - дно (прямая линия - нормативное значение.

Содержание аммонийного азота в 2014 г. изменялось в пределах от 12 до максимального значения 850 мкг/дм3, отмеченного на поверхности в июльских пробах. Среднее значение за весь период наблюдений по всем станциям во всем столбе воды составляло 232,83 мкг/дм3. Во всех пробах концентрация олонтидтин азота МонжОН курортном В фиксировалась выше уровня определения (DL=2,5 мкг/дм3) и изменялась в диапазоне 1,1-66 мкг/дм3, максимум отмечен на поверхности в июльских пробах. Среднее значение общего азота в водах Южного курортного района за весь период наблюдений во всем столбе воды составляет 885,5 мкг/дм3, достигая максимальных значений (1470 мкг/дм3) в июльских пробах, что немного выше прошлогодних значений. За весь период наблюдений значение концентрации кремнекислоты изменялось интервале 27 370 мкг/дм3 Среднее ДО

значениесоставляет 150,66 мкг/дм3, что ниже среднего значения концентрации кремнекислоты в Центральной части Невской губы (190,16 мкг/дм3) и практически равно значению прошлого года (150,33 мкг/дм3 ). Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. в водах Южного курортного района только в двух пробах из 19 содержание нефтяных углеводородов превышало уровеньопреде-ления (DL=0,04 мг/дм3). В 10 19 отобранных проб концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=0,01 мкг/дм3), в остальных изменялась в интервале 12-28 мкг/дм3. Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения. Металлы. В 2014 г. во всех пробах Южного курортного района концентрация меди была зарегистрирована выше уровня определения и изменялась в диапазоне от 1,9 до 5,2 мкг/дм3 . Среднее значение во всем столбе воды составило 3,05 мкг/дм3, что выше прошлогоднего значения (2,7 мкг/дм3) и выше среднего значения центральной части Невской губы (2,39 мкг/дм3, более 2 ПДК).

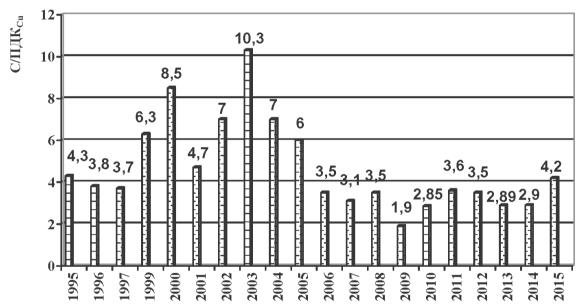


Рисунок 2.2.7. Динамика средних за год относительных концентраций меди в единицах ПДК на акватории южного курортного района Невской губы для столба воды поверхность - дно.

Концентрация цинка в шести пробах из 19 превышала ПДК (10 мкг/дм3), достигая максимального значения 20 мкг/дм3 в октябре на поверхности воды. Среднее значение за весь период наблюдений во всем столбе воды составляло 9,02 мкг/дм3, что выше прошлогоднего среднего значения по району — 7,79 мкг/дм3. Концентрация никеля во всех пробах была ниже уровня определения (5 мкг/дм3). Только в 3 пробах из 19 содержание кобальта зафиксировано выше уровня определения; средняя

концентрациякобальта в Южном курортном районе во всем столбе воды составила 0,33 мкг/дм3. В 14 пробах значения содержания хрома зафиксированы выше уровня определения; среднее значение составило 1,11 мкг/дм3. За весь период наблюдений превышение ПДК по содержанию хрома, кобальта и никеля в Южном курортном районе зарегистрировано не было.

#### Северный курортный район Невской губы

Общая гидрохимия. В Северном курортном районе Невской губы 6 проб отобрано на одной станции в период с мая по октябрь на глубинах 0 и 2,8 м. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне от 8,06 до 13,33 мгО2 /дм3; среднее значение 11,06 мгО2 /дм3, что практически равно среднему содержанию растворенного кислорода в Центральнойчасти Невской губы — 10,58 мг/мгО2 /дм3; максимальное значение было отмечено в октябре. Величина водородного показателярН изменялась от 6,99 до 9,38, при среднем значении за 74 весь период наблюдений 8,07. В водах Северного курортного района в 2014 г. величина биохимического потребления кислорода БПК5 варьировала в интервале 2-3,1 мгО2 /дм3; среднее значение составляла 2,5 мгО2 /дм3, что выше показателя в Центральной части Невской губы, но ниже прошлогоднего показателя 3,06 мгО2 /дм3. Из 6 проб в четырех значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм3), в остальных — 6,4 и 12,0 мкг/дм3 ; среднегодовая концентрация составила 3,07 мкг/дм3, что значительно ниже прошлогоднего значения 14,61 мкг/дм3. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 5-19 мкг/дм3, а в одной пробе было ниже уровня определения. В среднем концентрация общего фосфора за наблюдений составила 9,85 мкг/дм3. Содержание весь период аммонийного азота изменялось от значений ниже чувствительности метода определения (10 мкг/дм3) до максимального значения 420 мкг/дм3, отмеченного на поверхности в майских пробах. Среднее значение за весь период наблюдений во всем столбе воды составило 117,6 мкг/дм3. Концентрация нитритного азота в Северном курортном районе изменялась в диапазоне от 0,6 до максимума 32,0 мкг/дм3 (поверхность, май); среднее — 11,9 мкг/дм3. Среднее значение содержания общего азота по всем пробам зафиксировано на уровне 736,7 мкг/дм3 при максимальном значении 1050 мкг/дм3 в мае. Содержание кремнекислоты в 2014 г. в водах Северного курортного района варьировало в интервале от 21,0 до 250,0 мкг/дм3, отмеченного в октябре на поверхности. Среднее значение содержания кремнекислоты составило 114,2 мкг/дм3, что

прошлогоднего (107.67)мкг/дм3 немного выше ). Органические загрязняющие вещества. Только в одной из 6 отобранных проб содержание нефтяных углеводородов достигало уровень определения (DL=0,04 мг/дм3 ). В трех пробах в течение периода наблюдений концентрацияСПАВ изменялась в диапазоне 11–14 мкг/дм3, в остальных пробах была ниже DL=10 мкг/дм3. Содержание фенола лишь в одной пробе достигло уровня определения DL=0,5 мкг/дм3. Содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ во всех исследованных ниже предела чувствительности метода определения. Металлы. Во всех 6 пробах концентрация меди была выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм3) и изменялась в диапазоне 2,2-4,2 мкг/дм3 отмеченного в поверхностном слое в октябре. Среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,25 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего значения 4,41 мкг/дм3. В 3 пробах из 6 содержание свинца достигало уровня определения (DL=2 мкг/дм3

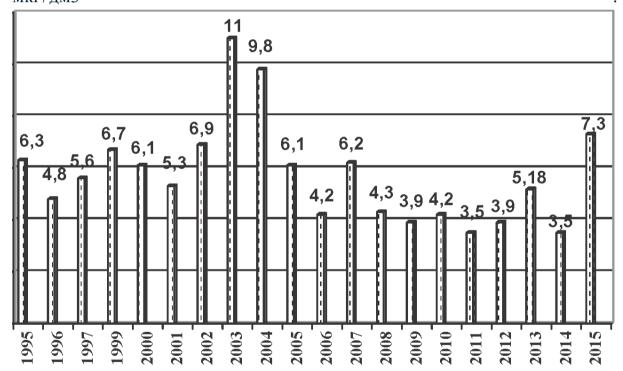


Рисунок 2.2.8. Динамика средних за год относительных концентраций меди в единицах ПДК на акватории северного курортного района Невской губы для столба воды поверхность - дно. Содержание цинка 11 мкг/дм3 (1,1 ПДК) было зафиксировано в одной майской пробе. Содержание никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилось практически на уровне определения 5 мкг/дм3. Содержание кобальта и хрома во всех пробах было ниже уровня определения концентрации DL=2 и 1 мкг/дм3 соответственно. За весь период наблюдений превышение ПДК по содержанию хрома,

кобальта и никеля в Северном курортном районе зарегистрировано небыло.

Морской торговый порт (МТП)

Общая гидрохимия. В 2014 г. пробы в районе Санкт-Петербургского Морского Торгового Порта (МТП) отбирались на одной станции в течение всего года в поверхностном и придонном слое. За весь период наблюдений было отобрано 23 пробы. Содержание растворенного кислорода в водах МТП за весь период наблюдений изменялось в диапазоне от 7,91 до 13,52 мгО2 /дм3; среднее значение 11,05 мгО2 /дм3, что немного выше прошлогоднего показателя 10,79 мгО2 /дм3. Максимальное значение было отмечено в январе на поверхности. Величина водородного показателярН изменялась от 7,07 до 7,76, при среднем значении за 75 весь 7,48. В МΤП 2014 наблюдений водах В Γ. величина биохимического потребления кислорода БПК5 варьировала в интервале от 0,8 до 3,3 мгО2 /дм3 (1,1 ПДК); среднее значение 1,6 мгО2 /дм3 (в 2013 г. 1,9 мгО2 /дм3 ). В 10 из 23 проб значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм3), а в остальных достигало 14 мкг/дм3; в среднем составило 4,3 мкг/дм, что значительно ниже прошлогоднего значения 9,8 3 мкг/дм .Содер- Зжание общего фосфора варьировало от значений ниже предела определения (2 пробы) до 19,0 мкг/дм . ВЗ среднем концентрация общего фосфора за весь период наблюдений составила 9,56 мкг/дм3. Содержание аммонийного азота изменялось в пределах от 20,0 до 490,0 мкг/дм3, отмеченного на поверхности в ноябре. Среднее значение за период наблюдений во всем столбе воды составило 167,1 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего значения (191,70 мкг/дм3). Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне 0,6-78,0 мкг/дм3, среднее значение — 13,14 мкг/дм3. Среднее значение содержания общего азота по всем пробам в водах МТП зафиксировано на уровне 793,04 мкг/дм3, при максимальном значении 1140 мкг/дм3, отмеченном в придонном слое в ноябре. Силикаты были в интервале 75-760 мкг/дм (февраль, 3 придонный слой). Среднее значение содержания 367 мкг/дм3 что кремнекислоты составило среднего прошлогоднего — 532 мкг/дм3. Органические загрязняющие вещества. В 5 из 23 отобранных проб значения нефтяных углеводородов были выше уровня определения (DL=0,04 мг/дм3) и достигали 0,06 мкг/дм3, зафиксированного в феврале в придонном слое. В 12 пробах в течение периоданаблюде-ний концентрация СПАВ изменялась в диапазоне 1-36 мкг/дм3, в остальных пробах была ниже уровня определения. В 5 пробах

содержание фенолабыло выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм3), достигая в декабре максимального значения 0,8 мкг/дм3. Во всехисследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения. Металлы. На станции Морского торгового порта в 2014 г. во всех пробах была отмечена концентрация меди выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм3).

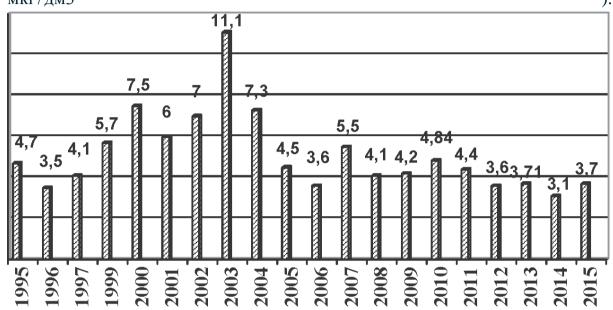


Рисунок 2.2.9. Динамика средних за год относительных концентраций меди в единицах ПДК на акватории морского торгового порта Санкт-Петербурга для столба воды поверхность - дно.

Значения меди изменялись в диапазоне 1,7-4,1 мкг/дм3, отмеченного в декабре; среднее (3,08 мкг/дм3 поверхностном слое В прошлогоднего (3,37 мкг/дм3). В 10 из 23 отобранных в водах МТП проб содержание свинца было ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм3). В остальных случаях значение концентрации свинца во всем столбе воды изменялось в диапазоне от 2 до 6,4 мкг/дм3; средняя 2,04 мкг/дм3. Максимальное значение содержания цинка (25 мкг/дм3, 2,5 ПДК) было зафиксировано в августе; среднее составило 11,62 мкг/дм3. Концентрация никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилась практически на уровне определения концентрации — 5 мкг/дм3. Содержание кобальта во всех пробах находилось ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм3), а хрома — в половине проб (DL=1 мкг/дм3 ). За весь период наблюдений наибольшее содержание кадмия (0,38 мкг/дм3), общего хрома (2,2 мкг/дм3), кобальта (2 мкг/дм3) не ПДК. превышало установленных пресных вод ДЛЯ

Общая гидрохимия. В 2014 г. в районе Северной станции аэрации (ССА) у пос.Ольгино отобрано 14 проб воды на одной станции в феврале и ежемесячно с мая по октябрь в поверхностном и придонном слоях. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 8,45–13,32 мгО2 /дм3; среднее значение 10,14 мгО2 /дм3, что немного выше прошлогоднего показателя (9,99 мгО2 /дм3 ). Величина водородного показателярН изменялась от 7,16 до 7,72, при среднем значении за весь наблюдений **7,42**. Величина биохимического потребления кислорода БПК5 варьировала в интервале 1,5-4,8 мгО2 /дм3, средняя 2,57 мгО2 /дм3 (0,86 ПДК). В трех пробах содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения 76 (DL=5,0 мкг/дм3); остальные значения были в интервале 7,7–47 мкг/дм3; среднегодовая составила 15,62 мкг/дм3 . Значения общего фосфора варьировали в диапазоне 5,7-59 мкг/дм3; в среднем 25,70 мкг/дм3. В целом значения содержания фосфатного фосфора и общего фосфора в водах ССА выше, чем в других районах губы. Содержание аммонийного азота изменялось от 58 до 890 мкг/дм3 (тах отмечен на поверхности в ноябре); среднее составило 424,93 мкг/дм3 . Концентрация нитритного азота была в диапазоне 3,7–110 мкг/дм3 (придонный слой в июле); средняя 40,99 мкг/дм3. Среднее содержание общего азота по всем пробам в районе Северной станции аэрации зафиксировано на уровне 1370 мкг/дм3 при максимальном значении 2230 мкг/дм3 (придонный слой феврале). В целом содержание азотосодержащих веществ существенно превышало среднюю концентрацию по Невской губе. Концентрация кремнекислоты в 2014 г. в водах ССА варьировала в интервале 70-830 мкг/дм3, а средняя составила  $292~{
m mkr/дm3}$  , что ниже прошлогоднего содержания силикатов — 374мкг/дм3. Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. в районе ССА только в 2 из 14 отобранных проб концентрация нефтяных углеводородов достигала предела обнаружения (DL=0,04 мг/дм3). Содержание СПАВ было выше уровня определения в 10 пробах и изменялось в диапазоне 10-31 мкг/дм3. В 3 пробах содержание фенола было выше уровняопределения (DL=0,5 мкг/дм3) и достигало 0,9 мкг/дм3 в октябре. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения. Металлы. В водах района ССА концентрация меди изменялась в диапазоне 1,7-7,1 мкг/дм3 ;тах отмечен в придонном слоев августе; среднее значение во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,4 мкг/дм3 , что немного выше прошлогоднего (2,3 мкг/дм3 ). В 9 пробах из 14 отобранных содержание свинца было ниже DL=2 мкг/дм3 ; в остальных достигало 2,9 мкг/дм3 ; среднее составило 0,8 мкг/дм3 . Концентрация цинка была в пределах 2,6—52 мкг/дм3 ; средняя 18,0 мкг/дм3 (1,8 ПДК). Содержание никеля было ниже DL=5 мкг/дм3 . Содержание кобальта превысило DL=2 мкг/дм3 лишь в 3 пробах и достигало 2,4 мкг/дм3 . В половине проб содержание хрома превышало DL=1 мкг/дм3 , но максимум составил всего 1,1 мкг/дм3 . За весь период наблюдений наибольшее содержание кадмия (0,39 мкг/дм3 ), общего хрома (1,1 мкг/дм3 ), кобальта (2,4 мкг/дм3 ) не превышало установленных для пресных вод ПДК.

#### Восточная часть Финского залива.

Курортный район мелководной зоны В 2014 г. в восточной части Финского залива съемки были выполнены в мелководном районе (ст. 19, 20, 21, 22, 24 и 26), в курортном районе мелководной зоны (ст. 19а и 20а), глубоководном районе (ст.1, 2, 3, 4, А), вЛужской губе (ст. 6л и 18л) иКопорской губе (ст. 3к и 6к) с мая по октябрь (рис. 4.3). Общая гидрохимия. В 2014 г. пробы в Курортном районе мелководной зоны (КРМЗ) отбирались на двух станциях ежемесячно, с мая по октябрь в поверхностном слое. За весь период наблюдений было отобрано 12 проб. Содержание растворенного кислорода за весь период наблюдений изменялось в диапазоне 8,95–11,75 мгО2 /дм3; среднее 10,70 мгО2 /дм3 (2013 г. — 10,46). Величина водородного показателярН изменялась от 7,12 до 8,53, при среднем значении за весь период наблюдений 7,53. В водах Курортного района мелководной зоны в 2014 г. величина биохимического потребления кислорода БПК5 варьировала в интервале от 1,2 до 4,0 мгО2 /дм3, среднее значение составило 2,2 мгО2 /дм3. В 7 из 12 отобранных проб содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм3); остальные 77 значения достигали 20 мкг/дм3; среднегодовая — 5,1 мкг/дм3. Значения общего фосфора варьировали в диапазоне 7,0-26,0 мкг/дм3; в среднем 11,6 мкг/дм3. Содержание аммонийного азота в 2014 г. изменялось в пределах от 11,0 до 180,0 мкг/дм3, отмеченного на поверхности в мае. Среднее значение за весь период наблюдений по всем станциям во всем столбе воды составило 52,2 мкг/дм3. Концентрация нитритного азота изменялась от 1,4 до 15,0 мкг/дм3 , тах в октябре; средняя составила 7,9 мкг/дм3. Среднее значение содержания общего азота по всем пробамзафиксировано на уровне 791,7 мкг/дм3; диапазон 320,0-1290,0 мкг/дм3; кремнекислоты

(силикатов) — 437 мкг/дм3 и 55–2460 мкг/дм3 соответственно. Органические загрязняющиевещества. Только в 2 из 12 отобранных проб концентрация нефтяных углеводородов достигала предела обнаружения DL=0,04 мг/дм3. В 10 пробах концентрация СПАВ превышала уровень определения (DL=10 мкг/дм ) и 3 достигала 30 мкг/дм3 . Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа. Металлы. На двух станциях Курортного района мелководной зоны в 2014 г.концен-трация меди ниже уровня определения (DL=0,5 мкг/дм3) была в одной пробе и достигала 5,9 мкг/дм3 в октябре. Среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,28 мкг/дм3, что немного выше среднего прошлогоднего значения (3,07 мкг/дм3). В 10 из 12 проб содержание свинца было ниже DL=2 мкг/дм3, в остальных — 2 и 5,7 мкг/дм3; среднее 0,64 мкг/дм3.

Наибольшая концентрация цинка (19 мкг/дм3, 1,9 ПДК) была зафиксирована в мае; среднегодовая 6,9 мкг/дм3. Содержание никеля и кобальта было ниже уровня определения 5 и 2 мкг/дм3 соответственно. При определении концентрации хрома в 75% проб зарегистрированы значения ниже уровня определения (DL=1 мкг/дм3). За весь период наблюдений наибольшее содержание кадмия (0,3 мкг/дм3) и общего хрома (2,0 мкг/дм3) не превышало установленных для пресных вод ПДК. Рис. 4.3. Станции мониторинга морской среды в восточной части Финского залива в 2014 г. 78 4.9. Мелководный район Восточной части Финского залива Общая гидрохимия. В 2014 г. съемка в Мелководном районе Восточной части Финского залива проводилась на 6 станциях в июнеавгусте и октябре на глубинах от 7 до 23 м. За весь период наблюдений было отобрано 73 пробы. Содержание растворенного кислорода за весь период наблюдений во всем столбе воды изменялось в диапазоне от 4,69 мгО2 /дм3 в октябре в придонном слое до 11,03 мгО2 /дм3. Среднее значение составляло 8,63 мгО2 /дм3, что немного ниже прошлогоднего показателя (9,10 мгО2 /дм3 ). Величина водородного показателярН изменялась от 6,73 до 7,82 при среднем значении 7,36. В 27 пробах из 45 отобранныхзна-чение фосфатного фосфора было ниже определения (DL=5,0 мкг/дм3), а максимальное составило 22 мкг/дм3; в среднем 4,7 мкг/дм3. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 5,0-25,0 мкг/дм3; в среднем 8,2 мкг/дм3; аммонийного азота — от 0 (7 проб) до 67 мкг/дм3 (октябрь), среднее32,73 мкг/дм3; нитритного азота — 0.6-15.0/5.2 мкг/дм3 соответственно. Среднее

содержание общего азота по всем пробам зафиксировано на уровне 486 мкг/дм3 при минимальном значении 270,0 мкг/дм3 и максимальном 790 мкг/дм3. Содержание кремнекислоты в 2014 г. в водах Курортного района мелководной зоны варьировало в интервале 13-750 мкг/дм3, отмеченного в июне; среднее значение концентрации силикатов за весь период наблюдений во всем столбе воды составляет 187 мкг/дм3. Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. во всех отобранных пробах в Мелководном районе Восточной части Финского залива концентрация нефтяных углеводородов была ниже уровня определения (DL=0,04 мг/дм3). В 17 пробах из 36 проанализированных концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=10 мкг/дм3), а в остальных достигала 45 мкг/дм3. Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения. Металлы. Во всех пробах, кроме одной, концентрация меди была выше уровняопреде-ления (DL=0,5) мкг/дм3 ); максимальная (8,2 мкг/дм3 ) была отмечена в августе в придонном слое. Среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 2,9 мкг/дм3, что ниже прошлогоднего (3,79 мкг/дм3). Из 36 отобранных проб содержание свинца в 26 случаях было ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм3). В остальных случаях оно достигало 2,6 мкг/дм3; среднее составило 0,58 мкг/дм3. Максимальное значение содержания цинка 14,9 мкг/дм3 (1,4 ПДК) было зафиксировано в июле в поверхностном слое, а среднее составило 4,7 мкг/дм3. Максимальное содержание кобальта достигало 7,6 мкг/дм3 и было отмечено в июле в придонном слое. В 33 пробах из 36 концентрация хрома превышала предел обнаружения (DL=1 мкг/дм3) и достигала 4,6 мкг/дм3, средняя 2,49 мкг/дм3. Содержание никеля во всех пробах было менее DL=5 мкг/дм3. Растворенная ртуть зафиксирована в 4 пробах из 24 в концентрации 0.07 и 0.08 мкг/дм3 (0.8 ПДК).

#### 2.7 Оценка экологического состояния акватории Финского залива

Для визуализации оценки состояния поверхностных и придонных вод ввосточной части акватории Финского залива был сформирован ряд ГИС-проектов и построены тематические карты по разработанной ранее

системе запросов (рис. 3).

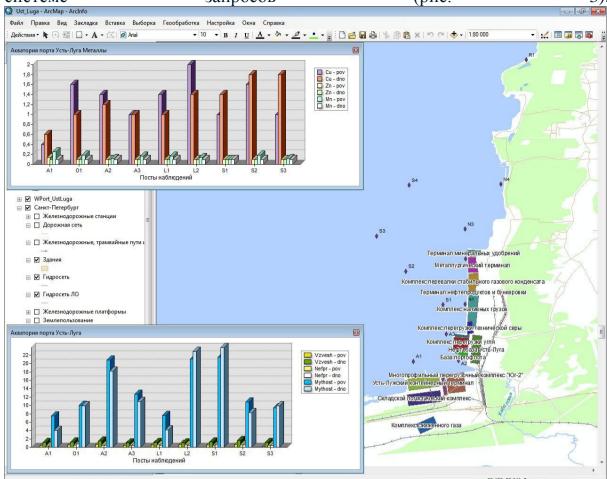


Рис. 3. Пространственный анализ качества воды вЛужской губе.

Как видно из диаграмм, представленных на рис. 3, во всех постах наблюдений в акватории порта Усть-Луга превышено содержание меди. В пункте А3 содержание меди находится на верхней границе нормы. В постах А2, L2 и S2 превышена концентрация меди как в водах поверхностного, так и придонного горизонтов. Максимальное превышение концентрации меди зафиксировано в пункте L2 в водах поверхностного горизонта (в 2 раза). Содержание в воде цинка и марганца находится в норме.

Во всех постах наблюдения (рис. 3) сильно превышена мутность воды, а в некоторых точках наблюдается превышение концентрации взвешенных частиц. Максимальное превышение мутности воды наблюдается в точке S1 в придонных водах (в 23,8 раз). Во всех постах наблюдений превышение взвешенных веществ отмечается только в придонных водах, а в поверхностных находится в норме.

Мутность вызывают взвешенные и коллоидные частицы, рассеивающие свет. Это могут быть как органические, так и неорганические вещества или те и другие одновременно. Причиной повышенной мутности обычно являются глинистые или известковые взвеси, а также образующиеся приконтакте с воздухом нерастворимые окислы железа и других металлов. Подобная картина наблюдается и в районе отвалов грунта вЛужской губе

и вблизи маяка Толбухин. Как видно из представленных данных (рис. 4), превышение уровня ПДК наблюдалосьдля: Фосфатов (7); Меди (17);

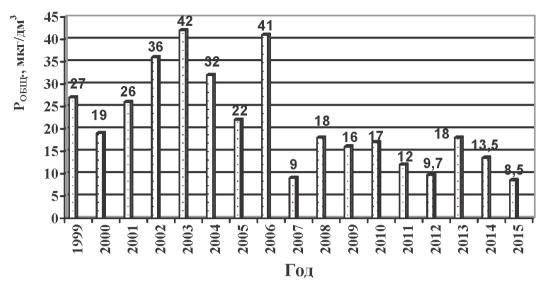
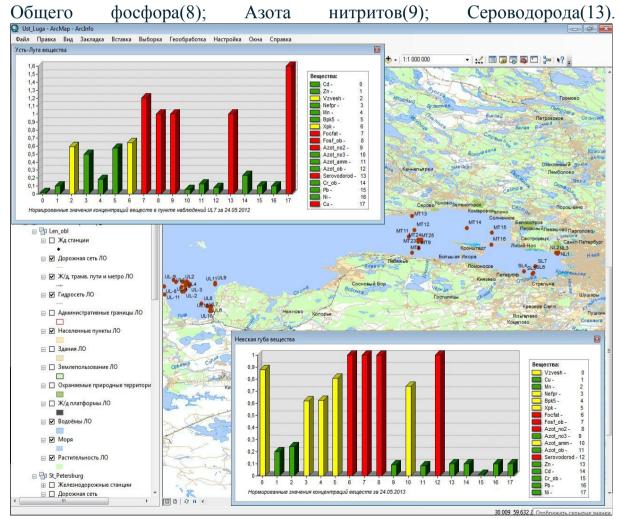


Рисунок 2.2.2. Динамика средних за год концентраций фосфора общего (растворенного) на всей акватории Невской губы.



**Рис. 4.** Нормированные значения концентраций загрязняющих веществ. Сероводород находится на верхней границе нормы. Наличие сероводорода в воде исключает присутствие в ней кислорода и, следовательно,

возможность существования организмов, нуждающихся для дыхания в кислороде, что ведет к их вымиранию.

Временной анализ изменения концентраций загрязняющих веществ приведен на примере оценки качества воды в Невской губе. Как видно из представленных на рис. 5 данных, превышение концентрации меди наблюдается в августе месяце 2013г. Содержание марганца находится в пределах нормы. Также в пределах нормы находится содержание взвешенных частиц и нефтепродуктов. Общая картина по перечню показателей показывает достаточно благополучную экологическую

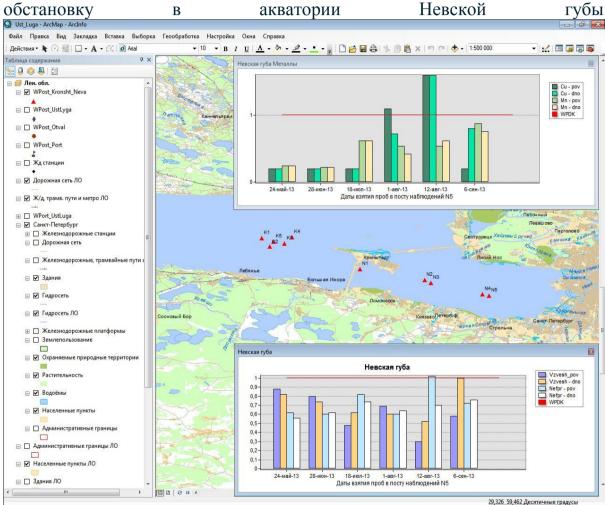


Рис. 5. Временной анализ качества воды в Невской губе.

#### Вывод

Основными проблемами экологии Финского залива являются загрязнение воды в результате сброса промышленных, бытовых, сельскохозяйственных сточных вод, загрязнение прибрежных территорий и возросшая интенсивность судоходства, а также достаточно новой и малоизученной проблемой можно назвать дноуглубительные работы.

Восточная часть залива является активно развивающимся районом со значительным объемом перевозок грузов различных категорий и предоставления туристических и иных услуг.

В 2014 году прошёл «Год Финского залива», по итогам которого было сделано следующее заключение: современный уровень биоразнообразия экосистемы в целом находится в нормальном состоянии, но имеются отдельные проблемные точки. В частности, зоны дноуглубления перед строящимися терминалами в портах Усть-Луга и Бронка.

При проведении дноуглубительных работ в воду поступает большое количество взвеси, оказывающей губительное влияние на состояние гидробионтов (рыбы, планктон). Взвесь препятствует проникновению солнечных лучей, водные растения не могут вырабатывать кислород и гибнут, а следом за ними уходит или гибнет и вся морская фауна. Особенно сильно достается "плавням" – болотистым тростниковым залива. Для Невской губы плавни служат зарослям по берегам естественным водным фильтром, а для всего региона — "легкими", фабрикой кислорода. Мелкая глинистая взвесь, оседая на икре и личинках, убивает их, происходит заиливание дна, а рыбы и птицы покидают внезапно ставшие голодными места. Взвесь также впитывает такие вещества как нефтепродукты и тяжелые металлы, что сказывается на увеличении содержания вредных веществ в складках дна Финского залива, которых за последние годы накопилось достаточно много, особенно в глубоких ямах, вырытых во времена намывов 1970-х и 1980-х и ставших "мертвыми зонами". В них оседает большая часть отходов, грязи и мусора, Невой. выносимых

3.2 обоснование Теоретическое структуры системы геоинформационного мониторинга объектов территорий Принципы комплексирования системы дистанционного мониторинга морской акватории

Комплексное исследование окружающей среды охватывает широкий современных методов. В настоящее время экологических задач в морских акваториях и прибрежных зонах нашли фотографические, широкое применение телевизионные, спектральные, лидарные, тепловые, радиолокационные и другие виды производятся наземных, наблюдения, которые c судовых, аэрокосмических И носителей других глобальных региональных Наряду использованием И систем мониторинга акваторий и прибрежных зон при решении экологических проблем большое значение придается системам объектового мониторинга. Пространственно-временные масштабы действия систем объектового мониторинга (зона ответственности) существенно меньше региональных, они имеют большее значение, когда необходима оперативная информация об экологической обстановке при аварийных ситуациях в процессах загрузки и транспортировки нефтепродуктов экологически опасных веществ, а также, когда необходимо оперативная оценка гидродинамической обстановки в припортовых и портовых системы акваториях. При создании комплексной дистанционного экологического мониторинга акватории должны быть проанализированы особенности акватории, выделены основные задачи, решаемые объектовой системой мониторинга, оценены Объектовая система дистанционного экологического мониторинга акватории должна решать следующие задачи: - Дистанционное обнаружение загрязняющих выбросов (разливов нефти) на водную поверхность. -Определение (радиофизическими, физикохимическими и т. п. средствами и методами) типа, состава, координат и размеров загрязнений. - Контроль динамики загрязнений (развитие, перемещение и т. п.). - Прогнозирование развития чрезвычайной ситуации с использованием данных о ледовой обстановке, гидрологических и метеорологических условий на основе математического моделирования и проигрывания ситуаций. - Объединение данных от различных технических Состав средств комплексной системы дистанционного экологического мониторинга акватории представлен на рисунке 2.9.

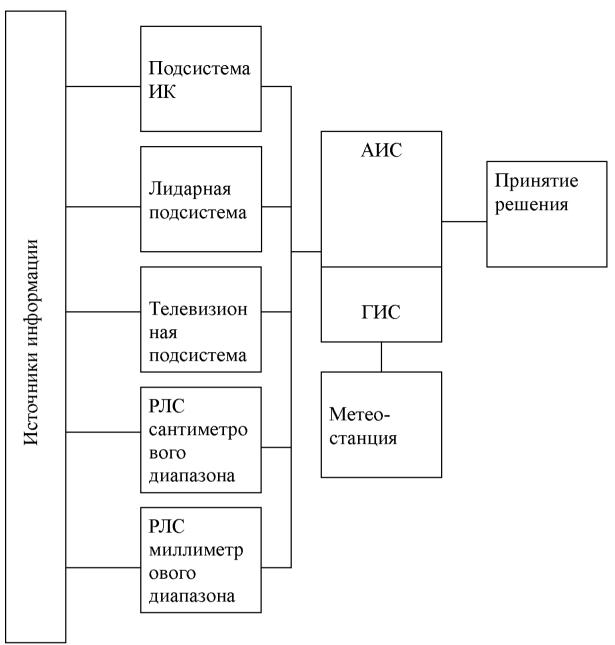


Рисунок 2.9 - Структурная схема комплексной системы дистанционного экологического мониторинга акватории

Дистанционные методы зондирования с точки зрения оперативности и осуществления контроля больших акваторий представляют наибольший К интерес. ним относятся пассивные методы зондирования (радиотеплолокационные и телевизионные) и активные радиолокационные Представляют интерес зондирования. методы активного зондирования водной поверхности, так как они работают при любых условиях. К метеорологических подсистемам таким относятся: Собственными информационными подсистемами, составляющими комплексную систему экологического мониторинга, являютсядистанционные: радиолокационная, лидарная, оптическая (телевизионная) и инфракрасная. Каждая подсистема обладает своим локальным процессором, который управляет подсистемой обрабатываетполучаемые Принятые OTнее сигналы. сигналы

формат.Подсистема преобразуются цифровой ИК Источники подсистема Телевизионная информацииЛидарная подсистема сантиметрового диапазона волн РЛС миллиметрового диапазона АИС ГИС Принятие решения Метеостанция Данные с отдельных подсистем поступают на автоматизированную информационную систему (АИС), центральный процессор которой осуществляет совместную обработку данных, поступающих от различных подсистем. При этом анализируются: радиолокационные сигналы и изображения, полученные с различных ракурсов на участок акватории; оптические изображения от сети телекамер; тепловые портреты акватории OT сети инфракрасных полученные телекамер; портретыакватории лазерными локаторами; результаты физико-химических проб воды; метеорологические условия. Данные привязываются к географическим координатам в электрон- ной геоинформационной системе. Обнаружение и контроль загрязнений производится сиспользованием как автоматических средств, так и с помощью оператора, анализирующего наблюдаемые на мониторах радиолокационные изображения участков 30НЫ ответственности. Необходимость привлечения человека, наряду c использованием высокоэффективных технических средств, обусловлена важностью задачи и высокой ответственностью за принимаемые решения. По результатам совместного анализа указанных данных принимается решение о наличии или отсутствии загрязнений на контролируемом участке акватории, о количестве и качественном составе загрязняющих веществ. Заключения транслируются службам предотвращения и ликвидации загрязнений, а также передаются обратно на первичные информационные подсистемы экологического мониторинга. Каждая подсистема имеет свой критерий обнаружения и его пороговое значение НО при сравнении с которым мы можем говорить о наличии загрязнений на поверхности воды. При этом различают три возможных варианта решения: Н>1Н0- загрязнение есть; H<2H0 – загрязнения нет; 2 H0< H<1H0 – неопределенное состояние, где 1 коэффициенты, определяющие весовые пороги неопределенности. Они выбираются эмпирическии как правило задаются ЛПР. Неопределенное состояние - промежуточная область, когда нельзя точно определить наличие или отсутствие загрязнений на поверхности, поскольку полученное значение приблизительно равно НО. В этом случае ответственность по принятию решения ложится на лицо принимающее решения.

### 3.2.2 Задачи информационной системы оперативной оценки экологического и техногенного риска

С тех пор, как стали случаться аварии с танкерами и нефтяными морскими платформами, загрязнения прибрежной зоны стало проблемой для прибрежных государств. Поэтому большую значимость приобрели раннее обнаружение и устранение нефтяных разливов. В настоящее

времянефтяныеслики обнаруживаются средствами авиации, после чего специальные суда направляются на указанное место, и начинается их работа по ликвидации разлива. Но авиация не может находиться над необходимые разливом постоянно, поэтому перемещения ликвидаторов производятся только при оптической загрязнения. В дневное время достаточно света, чтобы видеть плавающую на морской поверхности нефть. Но в сумерках и в тумане невозможно оптимизировать позицию судна относительно нефтяного восстановительные работы должны прекращаться. Именно на обеспечение круглосуточных восстановительных работ нацелена разработка береговой обнаружения нефтяных сликов. судовой системы назначением информационной системы является постоянный и/ или периодический контроль морской акватории портов или ограниченных акваторий. Каждая система должна иметь обязательный набор функций. без которого невозможно решать задачи экологического мониторинга.К таким универсальным функциям, прежде всего, относятся: – панорамный обзор акватории в реальном времени с максимальной разрешающей способностью, – быстрый поиск «новых» загрязнений и сопровождение старых, - измерение их параметров, определение степени опасности аномалий для окружающей среды, – создание пополнение и гибкая данных, – возможность быстрой настройка баз принимающими решения ПО локализации И **УТИЛИЗАЦИИ** загрязнений.Вышеперечисленные функции необходимы для решения, как задач своевременного обнаружения аномалий, так и для задач постоянного мониторинга, выполняемого региональными федеральными службами. 226 Основное содержание наблюдения морской поверхностью состоит в обнаружении аномалий (разливов, нефти, несанкционированного сброса с судов и т.д.), установление географических координат источников, определение ИХ параметров разливов (площади, направления движения И т.д.).

3.2.3 Требования информационной К измерительной системе оперативной оценки экологического И техногенного Развитие цифровой техники и других областей высоких технологий решительным образом повлиял на развитие средств дистанционного обнаружения и измерения параметров морской поверхности, в том числе, И техногенных обнаружение природных аномалий. твердотельных малогабаритных РЛС,лидаров, инфракрасных средств обнаружения позволяет создавать территориально-распределенных систем экологического мониторинга. Основные требования, предъявляемые к таким системам, сводятся к следующему: - наличие универсальных мониторинга, ошибка обнаружения И определения функций местоположения аномалий должна быть минимальной,

должнаобеспечивать определение основных параметров аномалий (тип вещества, его местоположение, размеры), - определить скорость направление распространения вещества, - система должна состоять из минимально возможного числа, как постов наблюдения, так и аппаратуры, - затраты на изготовление, развертывание и эксплуатацию такой системы должны быть минимальными, Необходимое число станций экологического дистанционного мониторинга определяется площадью береговым рельефом и финансовыми возможностями служб, которыми они принадлежат. В идеальном случае развертывается одна стационарная станция, зона действия которой контролирует всю акваторию. Могут иметь место так же мобильные станции, установленные на морских катерах, которые в необходимых случаях могут быть быстро развернуты в нужных районах, в том числе и вне зоны действия стационарного поста. Комплексное исследование окружающей среды охватывает современных методов. В настоящее диапазон время экологических задач в морских акваториях и прибрежных зонах нашли фотографические, применение телевизионные, спектральные, лидарные, тепловые, радиолокационные и другие виды наблюдения, 227 которые производятся c наземных, судовых, носителей. Наряду аэрокосмических И других c использованием глобальных и региональных систем мониторинга акваторий и прибрежных зон при решении экологических проблем большое значение придается системам объектового мониторинга. Пространственно-временные масштабы лействия систем объектового мониторинга ответственности) существенно меньше региональных, но они имеют большее значение, когда необходима оперативная информация об экологической обстановке при аварийных ситуациях в процессах загрузки и транспортировки нефтепродуктов и других экологически опасных когда веществ, также, необходимо оперативная гидродинамической обстановки в припортовых и портовых акваториях. Зона ответственности – это участок акватории и прибрежной зоны, имеющий определенные границы, в пределах которых производится мониторинг окружающей среды. В портовых акваториях границы зоны ответственности составляют около 10 км с центром на терминале. К системам, удовлетворяющим перечисленным требованиям, можно отнести радиолокационные станции сантиметрового и миллиметрового диапазонов инфракрасные телевизионные системы, дистанционной измерительным звеном системы является сантиметрового или миллиметрового диапазона волн со средствами расширения возможностей стандартного корабельного навигационного радара. Информация извлекается из отражений от моря, которые обычно подавляются на радиолокационных изображениях. Система работать с судна, прибрежной платформы или с береговой мачты. На каждом обороте антенны, за время около секунды, оцифровывается и загружается в компьютер радиолокационное изображение выбранного оператором участка морской поверхности. Может быть отобрана серия

изображений, полученных оборотов за несколько антенны, дляпоследующего наложения при компенсации возможных перемещений судна. Для выполнения поставленных требований мониторинга система должна состоять РЛС сантиметрового и миллиметрового диапазонов.Использование РЛС сантиметрового диапазона электромагнитных волн ( – от до 10 см) обусловлено сохранением их работоспособности при интенсивных осадках. Потери при распространении сигнала для них на трассе с ливневым дождем не превышает 10 дБ на дальностях порядка 10 вполне приемлемо с практической точки миллиметрового диапазона волн ( -от 0,8 до 8 мм) характеризуются более высокой (на 10дБ и более) радиолокационной контрастностью (отношение интенсивности отражения 228 чистой и грязной воды) по сравнению с РЛС сантиметрового диапазона, что значительно повышает эффективность экологического мониторинга акваторий. Однако их работоспособность зависит от метеоусловий. В отсутствие интенсивных осадков РЛС миллиметрового диапазона предпочтительнее РЛС см-диапазона для заданной зоны ответственности. Таким образом, комбинация из РЛС двух диапазонов позволяет осуществить непрерывный контроль акватории в любых погодных условиях. Радиолокаторы, входящие в состав РЛП, должны располагаться в прибрежной зоне, прилегающей к акватории. Наземное расположение радиолокаторов обусловливает малые углы облучения водной поверхности относительно горизонта, что приводит к снижению радиолокационного контраста. Повышение радиолокационного контраста может быть осуществлено путем увеличения энергопотенциала счет увеличения средней радиолокатора за мощности передатчика до 20, 30 Вт. Мощность отражения от водной поверхности и радиолокационный контраст загрязнений возрастают с увеличением угла скольжения. Поэтому с целью повышения эффективности экологического мониторинга акватории, антенны радиолокаторов следует устанавливать на максимально возможной высоте, используя возвышенности и специальные мачты или вышки. Радиолокационный сенсор обеспечивает проведение непрерывного надзора, обработку временных серий изображений водной поверхности. Сенсор может быть задействован там, где другие методы непрерывного надзора чрезвычайно дороги. реальны, или Временная радиолокационных изображений (РЛИ) фиксированной области особенно получении динамических характеристик полезна при (перемещений и изменений формы пятна), например, для обеспечения сопровождения нефтяногослика при мониторинге морской поверхности. Последовательности изображений содержат также ценную информацию о временных статистических свойствах морской поверхности. информация способствует вероятности обнаружения повышению небольших целей при наличии помех otзагрязненной морской поверхности.

3.3 Обоснование перспектив развития комплексной системы геоинформационного мониторинга приморской территории

### 3.3.1Основные принципы создания автоматизированной системы дистанционного мониторинга водной среды

В основе современной системы экологического мониторинга должен преимущественно лежать принцип прогнозирования (своевременного 229 предупреждения) нежелательной ситуации, а не реагирование на уже сложившуюся ситуацию. Нужно также учитывать тот факт, что негативное воздействие нефтяного загрязнения на водную среду носит комплексный характер, а степень воздействия вредных веществ на гидробионтов имеет широтную, температурную и другие зависимости. При этом нужно учесть, что морские экспедиционные работы в настоящее время стоят очень дорого по сравнению с эксплуатацией стационарных станций наблюдения. Прокладка кабелей, по которым информация с донных или плавучих станций могла бы передаваться на береговой пост контроля, также является очень дорогой. Однако для мониторинга нефтяных загрязнений необходимо проведение непрерывных наблюдений во времени, исходя из продуманного распределения измерительных средств в пространстве, поэтому информационная система о состоянии водной среды должна быть дистанционной, распределенной, многосенсорной и автоматизированной. Основными принципами работы такой системы должны оперативность и автоматизация обработки данных. Оперативность подразумевает, что данные на центральный пост должны поступать в времени. Использование реальном масштабе ДЛЯ пелей дистанционных датчиков с центральным береговым постом, например, гидроакустической связи неэффективно из-за ее малой пропускной способности и большой потребляемой мощности. Поэтому для целей связи необходимо использовать радиоканал или спутниковую связь. Для этого требуются поверхностные трансляционные буи, которые должны быть устойчивы к штормам, дрейфующим льдам и возможным столкновениям с судами. Оперативность работы информационной системы дистанционного мониторинга водной среды подразумевает также сокращение временных рамок принятия решения по классификации наблюдаемого объекта. Поэтому необходимо автоматизировать не только процесс сбора данных, но и алгоритмы классификации объекта наблюдения, чтобы привлечь человека-оператора только объектам действительно К угрожающим экологическому состоянию наблюдаемой территории и еще на этапе автоматизированной обработки данных отсеять объекты, не угрожающие экологическому состоянию зоны ответственности. Для автоматизации алгоритмов обработки сигналов и классификации объектов нужно использовать методы интеграции данных на различных уровнях – на уровне сигналов, на уровне пикселей, на уровне параметров, на уровне Структурная схема автоматизированной информационной системы 230 дистанционного мониторинга водной среды изображена на

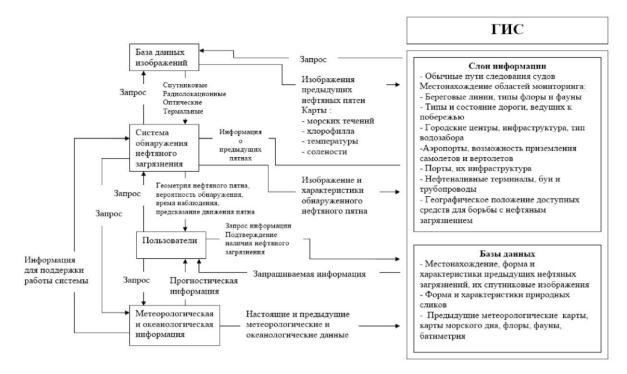


Рисунок 2.10 - Схема автоматизированной системы дистанционного мониторинга водной среды

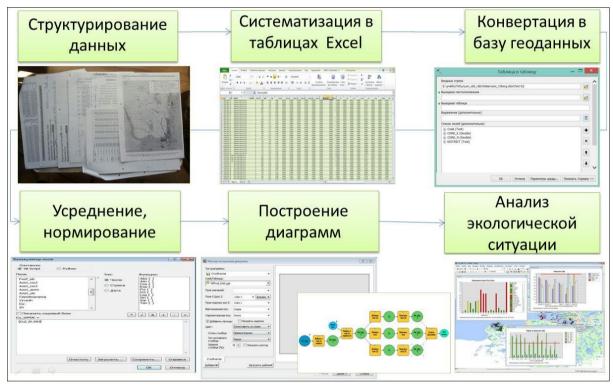
Она позволит решить следующие задачи: - Создать информационную базу водной экосистемы. - Систематизировать экологическую информацию, используя структуру информационной базы. - Оперативно оценить причины развития экологических кризисов в водной среде, сузить зону их оперативного поиска, разработать научно обоснованные природоохранные Оперативно мероприятия. оценить возможные экологической катастрофы. - Оценить остроту экологической ситуации в водоеме. - Разработать прогноз возможных экологических изменений в водной среде. В автоматизированной системе вся вторичная обработка должна производиться в цифровом виде с помощью компьютеров. Все материалы, получаемые от отдельных подсистем должны представляться в виде, пригодном для использования в составе пространственных баз данных геоинформационных систем (ГИС). При обработке и объединении сигналов должны применяться методы автоматизации тематической автоматизации дешифрирования, обработки, которые, однако, рассматриваются как методы получения окончательного результата. Окончательные решения принимает человек.

### Обобщенная геоинформационная модель акватории

Обобщенная геоинформационная модель акватории [3] базируется на

единой топографической основе, базах данных, являющихся хранителемвсей информации об анализируемых объектах, имеющих общую организацию и структуру; на наборе программных модулей для получения оценок по ранее разработанным алгоритмам.

Для создания информационной основы системы оценки была разработана технология систематизации данных в таблицах Microsoft Excel с последующей конвертацией в базугеоданных ArcGIS (рис. 1). Каждый результат сопровождается кодом поста наблюдения и датой проведения измерения. По данным о местах отбора проб создан пространственный слой постов наблюдения.



**Рис. 1.** Технология систематизации и анализа данных в ГИС.

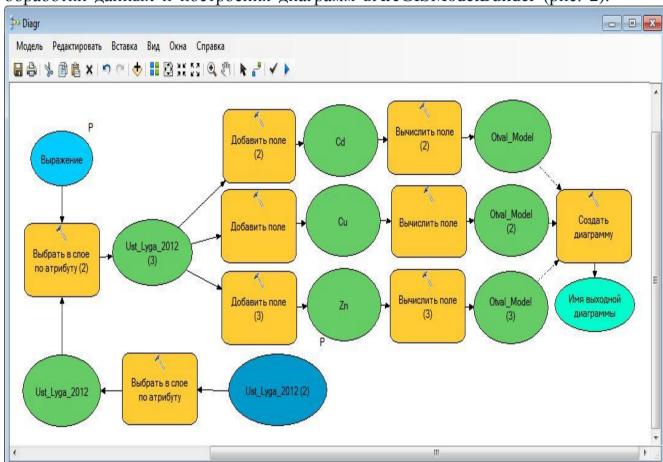
Нормативная база представляет собой справочник основных загрязнителей со значениями ПДК для двух категорий водопользования:рыбохозяйственной и хозяйственно-питьевой, включает значения классов опасности веществ и лимитирующих признаков вредности.

Связь результатов контроля с географическим положением (привязка к постам наблюдения) позволяет проводить их пространственный анализ. НаличиевременнОй составляющей в результатах контроля дает возможность реализовать запросы по определению динамики и получению усредненных (среднесезонных, среднегодовых) характеристик [4, 5, 8]. Нормативная база служит для получения нормированных оценок с целью анализа качества воды. Таким образом, в среде ГИС реализована система запросов для получения оценок по заданному перечню параметров в соответствии с функционалом нормирования величин, в зависимости от их нормативной функции [6]:

 $Oi*=Fun\{C*i, Date, Stream, PDKi\}, i \in N,$  гдеCi —значение концентрации, Date —датаизмерения, Stream — участокакватории  $\Phi 3$ , PDKi —значение  $\Pi \not \perp L$  Количествоизмеряемых параметров.

В результате анализа формируются слои оценок в составе геоинформационной модели.

Для автоматизации процесса получения оценок были разработаны модели обработки данных и построения диаграмм вArcGISModelBuilder (рис. 2).



**Puc. 2.** Модель построения диаграмм экологической оценки, созданная в приложенииArcGISModelBuilder.

ModelBuilder ЭТО приложение, используемое ДЛЯ создания, редактирования и управления рабочими процессами, которые соединены друг другом В последовательности применяемых инструментовгеообработки. Model Builder рассматривать ОНЖОМ как программирования визуальный язык ДЛЯ построения моделей алгоритмов рабочих потоков.

В результате работы моделей, в соответствии с поставленным запросом, осуществляется построение диаграмм, позволяющих проанализировать тенденции концентраций ингредиентов и показателей качества воды в пространстве и во времени, рассчитать среднегодовые, среднесезонные оценки, нормированные характеристики.

#### Вывод

В ходе выполнения работы была раскрыта структура и обоснована ГИС поддержки принятия решений, проведен экологических данных и оценка экологической обстановки Финского залива. Это все лишь некоторые функции ГИС которые способствуют более четко и быстро отображать экологическую ситуацию: Хранение и обработка цифровой картографической и экологической информации, построение на основании полученных данных тематических карт, отражающих текущее состояние экосистемы, · исследование динамики экологической обстановки в пространстве изменения построение графиков, таблиц, диаграмм, • моделирование развития экологической ситуации в различных средах и исследование зависимости экосистемы от метеоусловий, характеристик источников загрязнений, значений фоновых концентраций, получение комплексных оценок состояния объектов окружающей природной среды на основе Экологические проблемы разнородных данных. часто требуют и адекватных действий, эффективность незамедлительных которых напрямую связана с оперативностью обработки И представления информации.

Практические рекомендации по формированию концепции ГИС поддержки принятиярешений.

Возьмем гипотетическое условие — авария нефтяного судна. Зная примерное место разлива и время, было найдено судно — виновник аварии, благодаря возможностям сервисаMarineTraffic. Стали известны данные судна, его размеры, тоннаж, осадка и т. д. Благодаря полученным данным построена модель разлива нефти и нанесена на карту, наряду с

маршрутом, в приложении Arc Map. Это позволит посчитать границы разлива, провести анализ экологической проблемы и приступить к картографический еёрешению. Ключевые слова: сервис, мониторинг, Marine Traffic, растровое изображение, ArcMap, ArcGIS for Desktop 10.2.2 Интерактивные ГИС-карты базируются на уникальной технологии геоинформационных систем (ГИС) и интегрированы с базами данных по наземным объектам различных видов. Основное их назначение — предоставление картографической дополняется иными географически информации, которая зачастую привязанными данными. Поэтому они могут оказаться полезными при поиске того или иного пункта на местности, а также для получения сведений о климатических условиях в этом пункте, национальных и религиозных особенностях, расписании движения транспорта, информации о расположении на предполагаемом маршруте заправочных станций, ресторанов, отелей и т. п. Особую важность такие карты приобретают при решении экологических задач, в том числе оценке уровня загрязнения приразливах нефти и поиске источника аварии.

идентификационная АИС—автоматическая Автоматическая система. идентификационная система, сокращенно АИС (от англ. АИС AutomaticIdentificationSystem) система, позволяющая идентифицировать и отследить движение судна в режиме реального времени с точностью до 10 метров. Использование АИС позволяет установить местонахождение судов для повышения уровня безопасности в море, избежать столкновения судов. АИС передает данные о судне с помощью волн ОВЧ (Очень высоких частот) УКВ коротковолнового) диапазона. Если по-простому, АИС — это передатчик, установленный на судне, который транслирует в радиоэфир определенные данные: статическуюинформацию — которая не изменяется во время плавания, и динамическую — которая обновляется в реальном времени. Динамические данные АИС получает от подключенных к нему приборов (в частности, от GPS). Ни спутниковая, ни мобильная связь в АИС не используется, только радиочастоты, поэтому прием и передача данных АИС совершенно бесплатна (только сам прибор и его первоначальная установка, разумеется, оплачивается судовладельцем). Marine Traffic судна на картеонлайн. Основным предназначением сайта marinetraffic.com является отслеживание позиций, и информации судов в реальном времени. Система основана на АИС. Приемные станции АИС полностью покрывают диапазон в 40 морских миль (около 75 км) и периодически получают информацию от некоторых более удаленных судов. общемслучае, данные на карте обновляются в реальном времени. Однако, позиции некоторых судов могут обновляться с задержкой, например, когда судно вышло за пределы приема сигнала. Также, некоторые позиции могут отображаться с задержкой до одного часа, что не является большой погрешностью, если судно в океане (учитывая небольшие скорости судов огромные расстояния). Агс Мар основное приложение И картографической платформыArcGISforDesktop. Приложение применяется для отображения и исследования наборовгеоданных, с его помощью можно задавать условные обозначения, готовить карту к печати и публикации. Arc Map также является приложением, используемым для создания и редактирования наборов данных. Так же представляет географическую информацию как набор слоёв и прочих элементов карты. На карте обычно присутствуют фреймы данных, включающие слои карты для данного экстента, масштабная линейка, стрелка севера, заголовок, поясняющий текст, легенда и т. д.

4.2. Решение задачи поиска потенциальных источников нефтяного загрязнения с использованием картографических сервисов

# 4.2.1 Получение маршрута движения нефтяного танкера в MarineTraffic.

Для начала открываем ресурс MarineTraffic.com и находим судно, которое будем использовать в нашей модели, в данном случае это нефтяной танкер EBRU. (Рисунок 2). Это нефтехимический танкер с тоннажем 3510 тонн плавающий в акватории Финского залива, отличный пример для рассмотрения. (Рисунок 1)

IMO: 9280184

MMSI: **273335780** 

Позывной: **UBOK3** Флаг: **Russia [RU]** AIS Type: **Tanker**  Валовая вместимость: 2435

Дедвейт: 3510 t

Наибольшая длина судна х Наибольшая ширина:

92.86m × 14.1m

Год постройки: **2004** Статус: **Активно** 

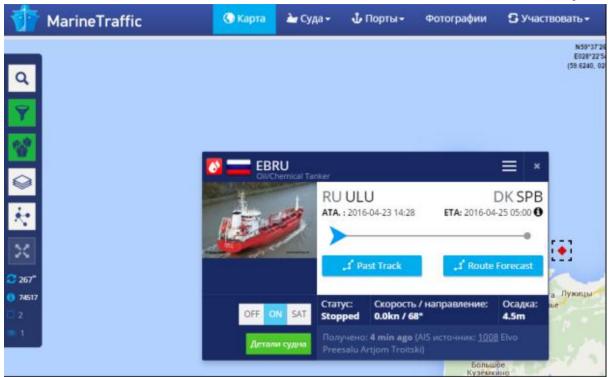


Рис. 2. Местоположение судна Далее выбираем временной промежуток, с 23 по 25 апреля 2016 года, и просматриваем маршруты судна. Выбрав тот, что нас устраивает, маршрут порт Усть-Луга -> Большой порт Санкт-Петербург, делаем скриншот. (Рисунок 3) Рис. 3.

Маршрут судна

### 4.2.2 Нанесение маршрута в ArcGIS

Переходим информации нанесению маршрута И судна средеArcGISArcInfo 10.2.2. Для начала запускаемArcMap и открываем проектMarine\_Traffic.mxd, содержащий ТОП OCHOBV системе координат Pulkovo 1942 GKZone 6N. После чего добавляем изображение маршрута верхним слоем. Так как система координат вMarineTraffic и выбранная нами разные, при нанесении скриншота получается довольно криво, и в итоге приходится подгонять изображение подто что нам нужно 4). Используя пространственную привязку, подгоняю изображение по нескольким ключевым точкам, например Кронштадт и Большой порт Санкт-Петербург.

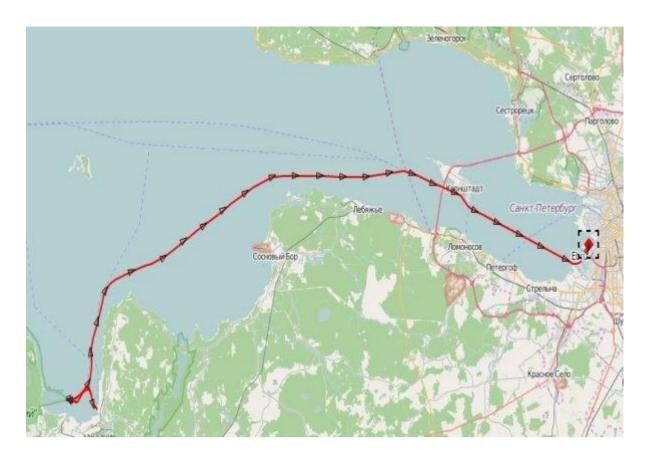


Рис. 4. Привязка растра маршрута в ВагсМар После подгона изображения я оцифровываю маршрут, для большей наглядности и чтобы после убрать скриншот (Рисунок 5). Маршрут судна представляет собой линейный класс пространственных объектов Marshrut, находящийся в базегеоданных Лен. обл..К маршруту я добавляю ключевые точки мониторинга АИС (слой March\_Point) с описанием. В описание входят: имя судна — «Name»; скорость в узлах — «Speed(Kn)»; дата маршрута — «Date»; тип судна — «Туре»; время нахождения судна в данной точке — «Тime»; ІМО и ММЅІ коды

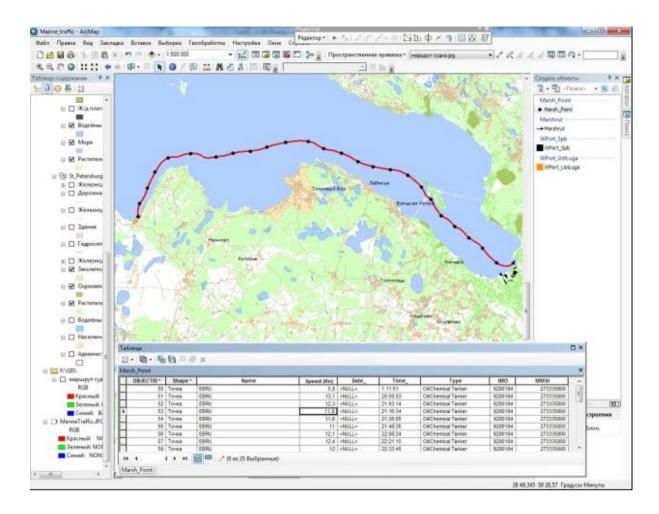


Рис. 5. Оцифровка маршрута в ArcMap Таким образом, на карту можно нанести маршруты всех судов, проходящих в акватории Финского залива. Это необходимо для определения потенциальных нарушителей в случае аварийного разлива нефти.

## 4.3. Совмещение с данными экологического мониторинга и моделирования.

# 4.3.1. Мониторинг экологической ситуации по результатам контроля.

Данные оценки качества воды в акватории финского залива собраны по результатам мониторингапроводимых ФБУ «Балтийская дирекция по обеспечению надзора на море». Данные были представлены в форме протоколов в форматеword, таблицехсеl и др. Необходимо было конвертировать эти данные в базугеоданных ArcGIS. Данные из различных источников сначала были перенесены в таблицу Excel. Координаты постов наблюдений были получены в формате: градусы, минуты, секунды. Для занесения в базу необходимо было их перевести в десятичные градусы, что было сделано с помощью онлайнкалькулятора. Систематизированные в Excel данные по постам наблюдения показаны на рисунке 6.

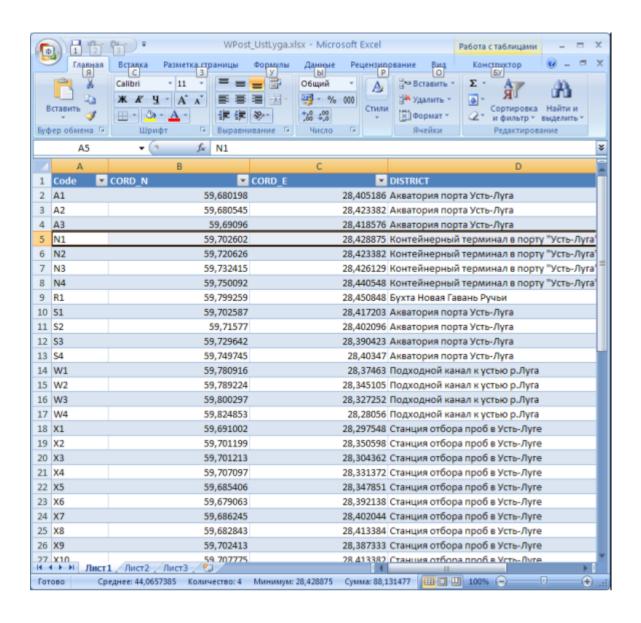


Рис. 6. Данные постов наблюдения По данным из таблицы Excel был создан слой постов наблюдения мониторинга «Большого порта Санкт-Петербурга». Результаты контроля качества воды так же были собраны в таблицу Excel. Для каждой точки были введены данные мониторинга за разные промежутки времени.

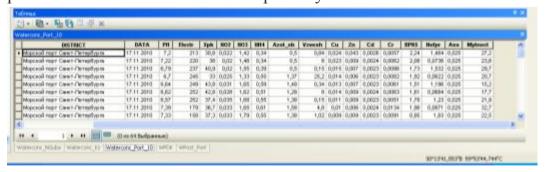


Рис. 7. Результаты контроля Для оценки уровня загрязнения значенийконцентраций нефтепродуктов и взвешенных веществ были

поделены на ПДК (Предельно Допустимую Концентрацию) и нормированные характеристики были представлены в виде диаграмм. Диаграмма концентрации нефтепродуктов представлена на рисунке 8.

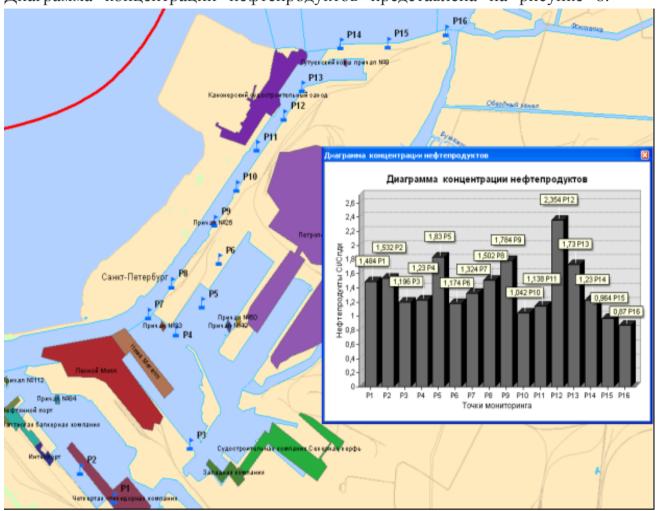


Рис. 8. Диаграмма концентрации нефтепродуктов Диаграмма концентрации взвешенных веществ представлена на рисунке 9.

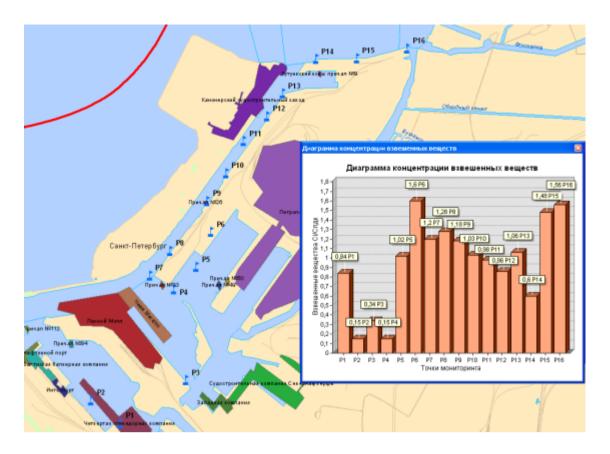


Рис. 9. Диаграмма концентрации взвешенных веществ Из диаграмм видно, что наибольший уровень загрязнения по нефтепродуктам находится в районе причала № 9 и по взвешенным в причале № 26. Общий уровень загрязнения превышает ПДК в среднем в 2 раза, что говорит о необходимости обеспечения контроля возможных источников загрязнения, то есть нефтехимических судов разгружающих груз в Большом порту Санкт-Петербурге.

# 4.3.2. Моделирование аварийных разливов нефти. Одним из способов прогнозирования экологической ситуации является математическое моделирование аварийных разливов нефти.

Рассмотрим гипотетическую модель разлива нефти. Для этого выбрав одну из ключевых точек в акватории, мы принимаем её за место аварии, и накладываем на неё модель растекания нефти. (Рисунок 10.)

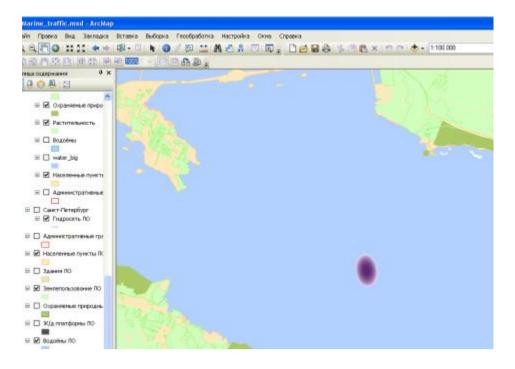


Рис. 10. Модель разлива нефти в результате аварии После этого на карту наносятся маршруты судов, проходящих в акватории незадолго до возникновения аварии (Рисунок 11).

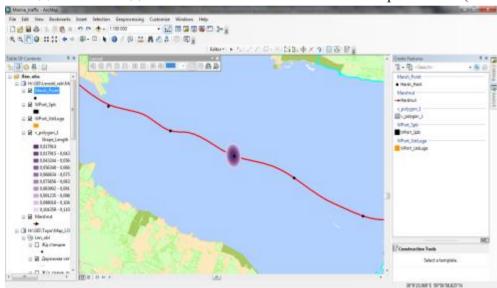


Рис. 11. Наложение модели на маршрут Совмещение модели разлива и маршрутов судов позволит определить источник загрязнения.

#### Вывод

В целом, проведенный анализ позволяет сделать выводы о негативном влиянии проведения дноуглубительных работ, а также

складированиягрунта в подводные отвалы, проводимые в акватории Финского залива.

Подводные представляют собой искусственную. отвалы грунта сформированную человеком экосистему, характеризующуюся высокой степенью изменчивости всех основных компонентов. Воздействия подводных отвалов грунта распространяются как на морскую, так и на прибрежной 30НЫ Финского залива. Увеличение биогенной нагрузки вызывает «цветение» воды, которое приводит к снижению её прозрачности. Песок заносит водные и прибрежные заросли, вызывая уменьшение площадей и продуктивности этих зарослей. Высокая антропогенная нагрузка приводит к уничтожению редких и охраняемых видов прибрежных и водных растений и к широкому распространению сорных видов. Активизируется процесс заболачивания.

минимизации негативных путей последствий организация системы постоянногоконтроля за перемещением донных грунтов и состоянием природной среды [7]. Наглядное представление получаемых данных и результатов их анализа достигается путем создания интегральной экологической чувствительности объединяющих данные о гидрологических и геологических условиях, характеристики загрязненности гидрохимические воды И грунта, состояниебиоты прибрежной И растительности.

#### Вывод.

Приведенные практические рекомендации были рассмотрены на примере смоделированной экологической катастрофы - разлив нефти .Были рассмотрены картографические сервисы и их применение для решения экологических задач. Произведен анализ данных экологической ситуации в акватории Большого порта Санкт-Петербург, показавший значительное загрязнение нефтепродуктами и необходимость Разработан виновников загрязнения. подход получения выявления нефтяных маршрутов движения танкеров при помощи сервисаMarineTraffic и представления их как векторное изображение в приложении Arc Map платформы Arc GIS for Desktop 10.2.2. Стали известны данные судна, его размеры, тоннаж, осадка и т. д. Благодаря полученным данным была построена модель разлива нефти и нанесена на карту, наряду с маршрутом, в приложении Агс Мар. Это позволит посчитать границы разлива, провести анализ экологической проблемы и приступить к её решению.

#### Заключение.

В ходе выполнения работы был произведен Анализ информационных экологического состояния Финского залива. Выполнено теоретическое обоснование методов измерений параметров техногенных и природных аномалий на морской поверхности. В процессе исследований рассмотрены физические основы применения миллиметровых волн, влияние гидрометеоров и предложены основные математические модели, применимые для получения прогнозных оценок и оценок точности измерений. Показано, что для дистанционных методов зондирования природной среды необходимо проводить измерения отраженной или радиации одновременно собственной В нескольких спектральных диапазонах, т.е. использовать многоспектральный метод исследования. Теоретически обоснована геоинформационной структура системы поддержки решений. Сформулированы принятия принципы дистанционного мониторинга комплексирования системы морской акватории, типовые задачи и требования к информационно-измерительной Обоснованы перспективы развития комплексной геоинформационной системы поддержки принятия решений. Также был разработан ряд практических рекомендаций на примере смоделированного разлива нефти. Конкретизирована актуальность работы, что дает нам право утверждать, что у ГИС в области экологии и природопользования огромные перспективы в развитии и использовании, и ,на фоне всемирной экологической обстановке, обязательно будут появляться новые проекты которые заинтересуют как и государственную власть, так и частных предпринимателей.

### Литература

- 1. Оценка экологической безопасности портостроительства в Финском заливе по состоянию прибрежных биологических сообществ / Д.А.Голубев, С.В. Лукьянов, М.Б.Шилин, О.В.Волнина // «Безопасность жизнедеятельности» 2011, № 2 // Научно-практич. и учебно-методич. журнал, с. 25-31.
- 2. Алексеев В.В., Куракина Н.И. ГИС оперативного анализа и пространственного моделирования загрязнения акватории Финского залива // Сб. материаловXIV Международного экологического форума «День Балтийского моря», Санкт-Петербург, 20-22 марта 2013г. С. 136-138
- 3. Габидинова А.Р., Куракина Н.И. Информационная среда
- 4. мониторинга и пространственного моделирования загрязнения водных акваторий на базе ГИС технологий // Известия СПбГЭТУ

- «ЛЭТИ». СПб. 2013. № 5.С. 92 98.
- 5. Куракина Н.И., Молнар М. О повышении качества питьевого водоснабжения в Северо-Западном регионе России. Метеорология \_\_\_\_\_\_ и гидрология. 2014. №8. С. 44-54.
- 6. Куракина Н.И., Микушина В.Н. Моделирование экологического состояния водного объекта на базе ГИС// «Известия ЛЭТИ». СПб. 2007. № 1. С. 45 48.
- 7. Куракина Н.И.,Микушина В.Н. Методика ведения мониторинга водных объектов на базе геоинформационных технологий// «Известия ЛЭТИ». СПб. 2010. № 9. С. 85 88.
- 8. Сборник Рекомендаций Хельсинской комиссии: Справочнометодическое пособие/ СПб.: Диалог, 2008. – 712 с.
- 9. Kurakina N.I. River Pollutants Monitored with GIS. Analyzing the Environmental Impact of Water Bodies in Russia // GIS and Science: GIS Best Practices series.Redlands.Esri. 2008. P.39-42

Наумов А.П. о некоторых характеристиках статистической радиомодели атмосферы Земли/Препринт НИРФИ No120, Горький.-1978.

- 9.Шишкин А.Д. Дистанционные средства и методы локации для исследования морской поверхности. Учебник СПб., изд. РГГМУ, 2010.-280 с.
- 10. Гершензон В.Е. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания: Учеб. Пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/ В.Е. Гершензон, Е.В. Смирнова, В.В. Элиас// Под ред. В.Е. Гершензона.-
- М.: Изд. Центр «Академия».-2003.-288 с.
- 11. Боев А. Г. Оценка количества разлитой нефти на акватории каспийского промысла "Нефтяные камни" по данным многочастотного радиолокационного зондирования / А. Г. Боев, А. Я. Матвеев// Радиофизика и радиоастрономия. 2005, т. 10, No2 С. 178-188.
- 12. Seakem Oceanography Remote Sensing Chronic Oil Discharges, Environment Canada Report EE-108, 1988, 46 p.
- 13.Rogne T.J., Smith A.M. TenyoMaru Oil Spill Remote Sensing Data Analysis/ Marine Spill Response Corporation, Washington, D.C., MSRC TechnicalRaport Series 92-003, 1992, 97p
- 14. Seakem Oceanography Remote Sensing Chronic Oil Discharges, Environment Canada Report EE-108, 1988, 46 p.
- 15. Rogne T.J., Smith A.M. TenyoMaru Oil Spill Remote Sensing Data Analysis.- Marine Spill Response Corporation, Washington, D.C., MSRC TechnicalRaport Series 92-003, 1992, 97p.
- 16. Salisbury J.W., D'Aria D.M., Sabins F.F. Thermal Infrared Remote

Sensing of Crude Oil Slicks.- Remote Sensing in the Environment, 1993, vol.45, pp.225-231.

17. Hover G.L. Testing of Infrared Sensors for U.S. Coast Guard Oil Spill Response Applications .- in Proceedings of the Second Thematic Conf on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, Needs, Solutions and Applications, ERIM Conferences, Ann Arbor, Michigan, 1994, pp.I- 47-58.

19. Brown C.E., Fingas M.F., Goodman R.H. Airborne Oil Slick Thickness Measurement.- in Proceedings of the Fifth Int. Conf on Remote Sensing for 20.Marine and Coastal Environments, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 2000, pp.I-219-224..