

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра комплексного управления прибрежными зонами

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

На тему Разработка аппаратного комплекса для мониторинга акватории портов

Исполнитель Соловаров Роман Алексеевич

Руководитель кандидат географических наук, доцент

Плинка Николай Леонидович

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат географических наук, доцент,

Плинка Николай Леонидович

« 10 » 06 2018 г.

Санкт-Петербург

2018

Содержание

Введение.....	3
1 Экологический мониторинг акватории портов.....	5
1.1 Определение экологического мониторинга.....	5
1.2 Структуры, предоставляющие услуги в сфере экологического мониторинга портовых зон.....	6
1.3 Оценка ФГУП «РосМорПорт» как перспективного заказчика.....	14
2 Составление и теоретическое описание комплекса для решения проблем портового мониторинга.....	19
2.1 Описание технических средств, применимых к портовому мониторингу и предъявляемые к ним требования.....	19
2.2 Сравнительный анализ технических средств мониторинга параметров забортной воды с целью подбора оптимальной схемы совместного использования.....	22
2.3 Формирование технических требований к комплексу портового мониторинга.....	35
3 Принцип работы и устройство системы попутных измерений.....	40
3.1 Теоретическая модель применения выбранного оборудования на судне... ..	40
3.2 Преимущества автономных систем попутного судового измерения.....	49
3.3 Применения ТНПА в качестве вспомогательного оборудования для судового комплекса портового мониторинга.....	65
Заключение.....	67
Список источников.....	69
Перечень приложений.....	71

Введение

Прибрежные и портовые зоны представляют собою комплекс различных гидротехнических сооружений, являющимся ключевым звеном в современных торгово-транспортных отношениях практически любой из стран задействованной в мировой экономики и странах, имеющих выход к мировому океану, что приводит ежегодному росту загруженности портовых зон.

Защита и обеспечение нормального функционирования морской и прибрежной экономики и населения и является одной из задач комплексного управления прибрежными зонами. Воздействие портовых комплексов на экосистему прибрежной зоны на стадии эксплуатации порта – сложный комплексный набор взаимосвязанных, на разных этапах, процессов, мониторинг которого является неотъемлемой составляющей контроля экологического состояния прибрежных зон.

Мониторинг портовых зон является необходимой мерой по контролю состояния портовых зон, так как влияние антропогенных факторов отражается не только на портовой и прилегающей вблизи порта территориях. В зону воздействия портовых зон так же входят воды, населённые пункты, аграрные объекты, граничащие с портовыми и прибрежными зонами.

Наиболее доступным и технологичным инструментом для мониторинга в условиях порта, получения данных и их оценки является мониторинг с применением океанографического оборудования, на базе малогабаритного катера с малым водоизмещением. Данное судно, выполняющее функции мониторинга, представляет перспективную платформу для установки комплекса измерительного оборудования.

Объектом исследования – экологический мониторинг акватории портовых и прибрежных зон, с целью оценки качества и состояния водных ресурсов.

Предметом исследования – разработка аппаратного комплекса для экологического мониторинга акватории портов для базирования на катер малого водоизмещения.

Целью исследования является подбор подходящего оборудования, описание и принцип его работы во время проведения мониторинговых работ в условиях портовых зон.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Определить задачи экологического мониторинга для данного исследования
2. Ознакомиться со структурами, предоставляющими услуги в сфере экологического мониторинга портовых зон
3. Оценить выбранную структуру как перспективного заказчика технологий для экологического портового мониторинга
4. Составить и описать теоретическую модель комплекса, пригодную для решения проблем портового мониторинга
5. Ознакомиться с рядом требований, предъявляемых к морским измерительным приборам
6. Провести сравнительный анализ технических средств, пригодных для мониторинга параметров забортной воды, с целью подбора оптимальной схемы совместного использования
7. Сформировать технические требования к комплексу портового мониторинга
8. Описать принцип работы и устройство системы попутных измерений
9. Подготовить техническое описание комплекса
10. Рассмотреть возможность применения ТНПА в качестве вспомогательного оборудования для судового комплекса портового мониторинга

Глава 1 Экологический мониторинг акватории портов

1.1 Определение задач экологического мониторинга

Экологический мониторинг или мониторинг окружающей среды (от латинского *monitor* - кто напоминает или же предупреждает) – это информационная система для решения множества задач долгосрочных наблюдений, включающих в себя оценку и прогноз состояния природной среды [1]. Основная цель экологического мониторинга - предупреждение ситуаций критического характера, вредоносных или опасных для жизнедеятельности людей, безопасного существования других живых существ, их таксонов, природных и антропогенных объектов.

Сама же система мониторинга не включает в себя деятельность по управлению качеством окружающей среды, а представляет из себя инструмент для получения необходимой информации, на основании которой и принимаются экологически значимые решения.

Системы экологического мониторинга накапливают, систематизируют и анализируют полученную информацию: информация состояния окружающей среды; причины наблюдаемых и вероятных изменений состояния (то есть об источниках и факторах воздействия); допустимость изменений и нагрузок на среду в целом; существующие резервы биосферы.

Основные процедуры системы мониторинга:

- Выделение и дальнейшее обследование объекта(ов) наблюдений;
- Оценка состояния объекта или объектов наблюдений;
- Прогнозирование изменчивости состояния объекта(ов) наблюдений;
- Представление информации в удобной и репрезентативной для дальнейшего использования форме, а также доведения её до конечного потребителя.

1.2 Структуры, предоставляющие услуги в сфере экологического мониторинга портовых зон

На данный момент среди предприятий, которые способны предоставлять широкие услуги в сфере мониторинга экологического состояния водных ресурсов, а также способных охватывать большое количество портовых зон и прибрежных территорий существенно выделяется ФГУП «РосМорПорт».

ФГУП «РосМорПорт», чья деятельность осуществляется в строжайшем соответствии с требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации, а также международными нормами, актами, и правилами в области защиты окружающей среды и водных ресурсов.

Данное предприятие располагает в своих активах достаточно квалифицированным персоналом. Сотрудники предприятия прошли обучение по следующим программам высшего профессионального образования - «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и соответственно «Инженерная защита окружающей среды», в иных случаях сотрудники прошли курсы повышения своей квалификации, также имеющим опыт работы в области охраны окружающей среды для решения задач, комплексного характера, по выполнению или оказанием предприятием и его филиалами всех необходимых природоохранных мероприятий в рамках текущей хозяйственной деятельности, во время проведения работ, связанных с развитием модернизацией портовых инфраструктур морских и речных портов, а также выполнения производственного контроля за соблюдением требований в области охраны окружающей среды.

Контроль за выбросами в атмосферу

Для осуществления своих основных видов деятельности, ФГУП «РосМорПорт» имеет в своём распоряжении необходимые транспортные средства, в том числе стационарные объекты портовой инфраструктуры, при

эксплуатации которых образуются выбросы от различных источников, являющихся элементами портовой инфраструктуры и представляющие собой загрязняющие вещества, которые в дальнейшем попадают в атмосферу.

Следуя требованиям законодательства Российской Федерации об охране атмосферного воздуха, организацией в установленном в законодательстве порядке и на основании, разработанных по проектам, нормативов, были получены разрешения на выброс нормированного объёма загрязняющих веществ в атмосферу. Разрешения для ФГУП «РосМорПорт», были выданы в Росприроднадзоре.

Уполномоченные работники предприятия на основании планов – графиков производственного контроля осуществляют постоянный контроль за регулярными объемами выбросов загрязняющих веществ со своих объектов в атмосферу, проводят регулярные измерения и изыскания, анализы и лабораторные измерения уровня выбросов, в том числе с вовлечением специализирующихся на данной тематике исследований, организаций.



Рисунок 1.1 Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [11]

Мониторинг и надзор за водными ресурсами

Также, в результате проведения постоянной хозяйственной деятельности, ФГУП «РосМорПорт» эксплуатирует 60 поверхностных водных объектов, которые используются по прямому и непосредственному назначению, в рамках спектра деятельности предприятия. Следуя требованиям водного законодательства, действующим на территории Российской

Федерации ФГУП и её субъектах, «РосМорПорт» эксплуатирует водные объекты, в соответствии с полученными в установленном порядке лицензиями на водопользование, а также предоставленными решения о предоставлении водных объектов в пользование и заключенными договорами водопользования.

Предприятием также реализуется комплекс мер по контролю экологического состояния и изменчивости используемых водных ресурсов, который включает в себя:

- мониторинг состояния водной среды, определение источников и факторов промышленных воздействий субъектов предприятия на водные объекты, находящихся в непосредственном взаимодействии с предприятием;
- предоставление оценки фактического состояния водных объектов и ресурсов, а также прогноз динамики их изменения;
- максимально близкое к строгому соблюдению установленных Росприроднадзором условий по эксплуатации водных объектов, а также находящихся на их территории ресурсов;
- проведение, самостоятельная или подрядная организация работ, выполняемых предприятием или подрядчиком, для предотвращения несанкционированного сброса отходов в водные объекты, с целью минимизации неконтролируемых загрязнений, которые могут привести к критическим или чрезвычайным последствиям.

В соответствии природоохранным законодательством, предприятие и его филиалы предоставляют в установленном порядке полную отчетность о выполнении водоохранных мероприятий, реализуемых предприятием и его филиалами, в территориальные органы Росводресурсов, за которыми закреплён тот или иной филиал предприятия.

Мониторинг и охрана земельных участков

Для осуществления цели по предотвращению образования неконтролируемых очагов загрязнений и засорений территорий, которые

могут образовываться на территории ФГУП «Росморпорт» в процессе своей деятельности, предприятие осуществляет необходимый перечень работы:

- по оборудованию и обустройству площадей перевалочных пунктов хранения отходов, вывозу отходов, по заранее составленному производственному графику, с территории предприятия или филиалов, на места их дальнейшего захоронения, а также возможной вторичной переработки, в соответствии с поставленными природоохранными органами и законодательством требованиями;
- по проведению систематической уборки и мониторинга состояния используемых территорий, а также обязательному вывозу с них мусора и отходов;
- по обязательному контролю, задачей которого является удостовериться в том, что арендаторами имущества предприятия в морских портах, а также филиалах, соблюдаются требования по содержанию вверенных им в распоряжение территорий в надлежащем состоянии.

Утилизация и переработка отходов

В свою очередь, предприятие, в установленном порядке организует мероприятия, чьей основной направленностью является снижение уровня влияния любых отходов, образующихся в процессе деятельности предприятия и его филиалов, на общее состояние окружающей среды. Также предприятием ведется обязательный постоянный учёт и усиленный контроль мониторинга, объемов образующихся отходов, контроль за местами временные хранения отходов и графиком их вывоза с территории, вверенной предприятию или филиалу. Предприятием, в установленных нормах, заключает договоры с предприятиями, имеющими лицензионное подтверждение своей деятельности, а именно, по работе с различными типами отходов и загрязнителей, а также размещению и хранению отходов.

Управлением Российского технического надзора по соответствующим территориальным округам, утверждены нормы по размещению отходов с филиалов предприятия.

Отходы, которые образуются на предприятии и их филиалах, представляют из себя отходы 1-5 классов опасности. Общее количество отходов 1 класса опасности, которыми могут быть отработанные ртутные лампы, 2 класс опасности, те же отработанные аккумуляторы и отработанные масла, составляет не более 0,5% от общего количества отходов предприятия и подконтрольных филиалах. В обязательном порядке, в филиалах предприятия ведётся организованный и отдельный сбор токсичных, твердых бытовых отходов, с дальнейшей их безопасной утилизацией.

Отходы 1 и 2 классов опасности передаются в распоряжение специализированных организаций для их дальнейшей дезактивации и утилизации. Отходы с 3 по 5 классы опасности то же передаются специализирующимся на них предприятиям, а также специализирующимся на отходах подобного рода организациям, занимающихся обезвреживанием и дальнейшей утилизацией, лишь за исключением Дальневосточного бассейнового и Северо-Западного филиалов, на территории которых утилизация отходов 3 и 4 классов опасности производится собственными силами филиалов, а именно в инсинераторных установках, в соответствии с лицензией на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности от 19.04.2016 серия 077 № 216, выданной Департаментом Росприроднадзора по Центральному федеральному округу.

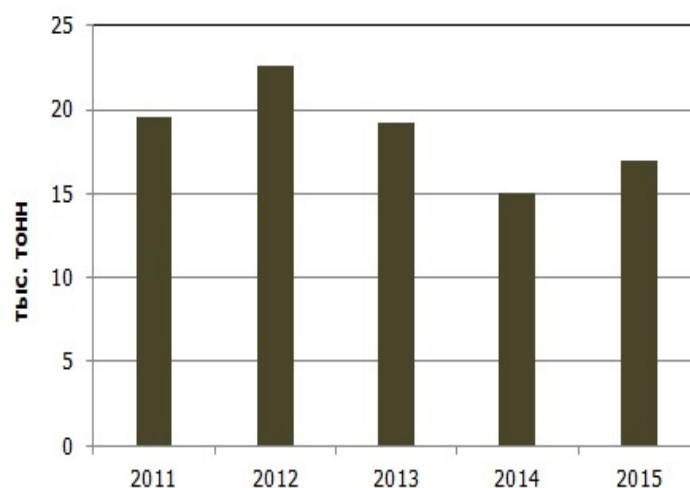


Рисунок 1.2 Динамика образования отходов в ходе производственной деятельности ФГУП «Росморпорт» [12]

Дноуглубительные работы и сопутствующая охрана деятельности окружающей среды

Каждый год, ФГУП «Росморпорт» с применением единиц собственного парка технических средств, также с привлечением подрядов организаций, специализирующихся на проведении дноуглубительных работ, направленных на поддержание необходимого для навигации, глубин судоходных акваторий, каналов, а также находящихся под водой гидротехнических сооружений морских портов. Во время проведения данных работ также ведётся сопутствующее строительство, модернизация или реконструкция гидротехнических сооружений.

Данный перечень работ производится предприятием в соответствии с проектами дноуглубительных работ, согласованных в установленном порядке уполномоченными органами Росприроднадзора. Проектная документация на производство дноуглубительных работ в обязательном порядке проходит рассмотрение государственной экологической экспертизы и государственной экспертизы, исходя из требований природоохранным и градостроительным законодательством Российской Федерации.

Исходя из своей экологической политики, предприятие несёт ответственность по вопросам защиты водных ресурсов, в том числе и биологических. Поэтому все виды работ по углублению дна проводятся

разрешены только в определённые периоды времени, а именно, а именно в период не затрагивающий массовый нерест рыб или иных, чувствительных к любым изменениям биологических процессов.

В целях проведения мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биоресурсов и среды их обитания ФГУП «Росморпорт» израсходовало в 2013-2015 гг. свыше 62 млн руб. для искусственного воспроизводства и выпуска в водные объекты более 41 млн экземпляров молоди рыб. С того времени и по настоящий момент предприятием рассматриваются другие варианты осуществления компенсирующих мер, альтернативные искусственному воспроизводству водных биоресурсов. Например, путем рыбохозяйственной мелиорации водных объектов, реконструкции, расширения и создания новых хозяйств, чьей целью будет искусственное воспроизводство рыбной молоди.



Рисунок 1.3 Подготовка (а) и транспортировка (б) фауны в благоприятный для неё район

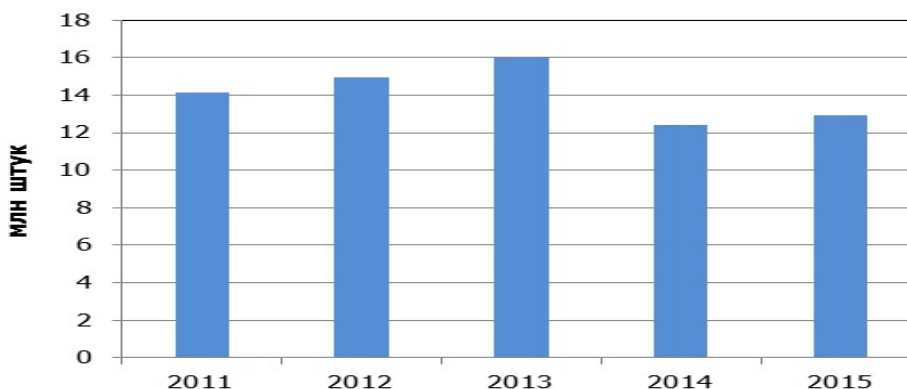


Рисунок 1.4 Динамика ежегодного количества выращенной и выпущенной по заказу ФГУП «Росморпорт» в водоемы молоди рыб [13]

Охранные меры по защите окружающей среды во время работ по строительству/реконструкции

Развитие объектов инфраструктуры прибрежных и портовых секторов является приоритетной задачей ФГУП «Росморпорт». Каждый год предприятие реализует различного рода проекты по строительству новых, реконструкции или модернизации ныне имеющихся объектов инфраструктуры портов и флот, в соответствии федеральным целевым программам, в том числе собственным программам капитальных вложений.

Предприятие, выступая в роли заказчика и застройщика, по вопросам строящихся, реконструируемых и модернизируемых объектов капитального строительства, способствует выполнению поставленных требований природоохранного законодательства Российской Федерации, относящихся к проектированию, а также с обязательным последующим выполнением своих обязательств по строительно-монтажным работам.

Изначально, в проектной документации, закладываются одни из самых высоких требований по экологической безопасности объектов, с индивидуальным подходом к окружающей среде и влиянием внесённых в неё изменений на людей. Все типы и виды проектной документации в обязательном порядке проходят общественные слушания, направляются на государственную экологическую и государственную экспертизы проектных решений на предмет их соответствия природоохранному и градостроительному законодательству [2].

Доля финансовых расходов ФГУП «Росморпорт» для реализации мероприятий, связанных с охраной окружающей среды

Общее количество суммарных расходов ФГУП «Росморпорт» на выполнение комплекса мероприятий по охране окружающей среды, в том числе платежи за негативное воздействие на окружающую среду, в 2015 году составили 182,4 млн руб.

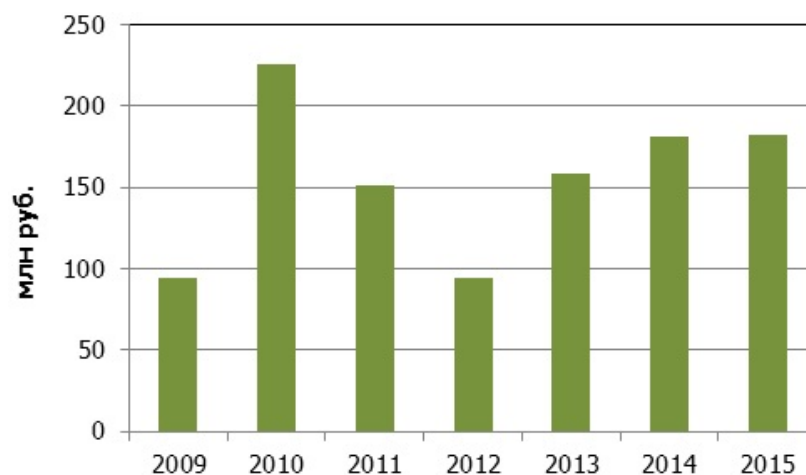


Рисунок 1.5 Расходы ФГУП «Росморпорт» на мероприятия по охране окружающей среды [14]

1.3 ФГУП «РосМорПорт» как перспективный заказчик

Федеральное унитарное государственное предприятие «РосМорПорт» на сегодняшний день является одним из самых активных участников на рынке предоставления услуг по портовому обеспечению в различных сферах данного сектора, а также способствует сопутствующему новым, укреплению и развитию старых, а также образованию новых типов инфраструктуры портовых и прибрежных зон. Значимый вклад по участию и влиянию ФГУП «РосМорПорт» распространяется на следующие сферы:

- Охрана окружающей среды при строительстве/реконструкции». ФГУП «РосМорПорт» является постоянным участником федеральных целевыми программам и также реализует собственные программы капитальных вложений. Также данной организацией реализуются разного рода проекты строительства новых, реконструкции уже имеющихся объектов или же модернизации уже существующих объектов портов, флота, а также сопутствующей им инфраструктур.
- Охрана окружающей среды при производстве дноуглубительных работ. Данный тип работ осуществляется силами предприятия на основании собственных проектов дноуглубительных работ, которые согласованы при совместном участии с уполномоченными органами

Росприроднадзора в рамках установленных ими порядков и сроков. Как уже было сказано, ФГУП «Росморпорт», при использовании собственных технических средств, преимущественно собственного и с привлечением наёмного технического парка, а также с привлечением специализированных организаций подрядчиков, осуществляют дноуглубительные работы, направленные на поддержание необходимого уровня глубин навигационных акваторий, каналов и иных подводных гидротехнических сооружений морских портов, а также со строительством новых подводных гидротехнических сооружений.

- Утилизация отходов. ФГУП «Росморпорт» организует мероприятия, которые направлены на снижение уровня сопутствующих отходов, образующихся в результате деятельности собственных и подконтрольных предприятию филиалов, что оказывает положительное влияние на состояние окружающей среды. Предприятие ведет постоянный учет объемов образования отходов, контроль за местами временного и постоянного хранения отходов и контролирует периодичность их вывоза.
- Охрана земельных участков. Также в целях упреждения загрязнения и образования засоренности территорий, которые использует ФГУП «Росморпорт» в ходе осуществления своей деятельности, предприятие осуществляет необходимые мероприятия по:
 - оборудованию мест временного хранения отходов, также своевременному вывозу отходов с территорий предприятия, для дальнейшей перевозки на места захоронения, с возможностью вторичной переработки при участии специализированных организаций, имеющих лицензирование, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства;
 - проведению систематических мер по уборке и благоустройству закреплённых за предприятием территорий, а также вывозу с них отходов всех видов отходов;

- осуществлению мер контроля за соблюдением арендаторами имущества предприятия в морских портах и прибрежных зонах, а также всех или ряда требований, по содержанию в надлежащем состоянии используемых арендаторами территорий.

- Охрана водных ресурсов. Реализуемые ФГУП «Росморпорт» комплексные мероприятия по экологическому контролю используемых водных ресурсов:

- наблюдение и усиленный контроль за состоянием водной среды, источниками и факторами, оказываемого предприятием, промышленного воздействия;

- оценка фактического состояния водных ресурсов и объектов при постоянном динамическом прогнозе для постоянной оценки изменчивости их состояния;

- обязательное соблюдение установленных условий по использованию водных объектов;

- выполняемых предприятием работ, с целью исключения несанкционированного сброса отходов в водные объекты.

- Охрана атмосферного воздуха. Уполномоченные работники ФГУП «РосМорПорт», осуществляют постоянный систематический контроль за объемами выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, по средством проводимых ими измерений, анализов и лабораторных исследований уровня выбросов, также с привлечением специализированных организаций.

Так же во внимание можно принять следующие виды деятельности предприятия, относящийся к портовой деятельности:

- Ремонт и техническое обслуживание судов и лодок
- Передача электроэнергии и технологическое присоединение к распределительным электросетям
- Забор, очистка и распределение воды
- Строительство водных сооружений

- Деятельность морского пассажирского транспорта
- Деятельность морского грузового транспорта
- Производство, передача и распределение пара и горячей воды; кондиционирование воздуха
- Деятельность прочего сухопутного пассажирского транспорта
- Деятельность в области архитектуры
- Деятельность в области инженерных изысканий, инженерно-технического проектирования, управления проектами строительства, выполнения строительного контроля и авторского надзора, предоставление технических консультаций в этих областях
- Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие
- Работы гидрографические изыскательские
- Деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, мониторинга состояния окружающей среды, ее загрязнения
- Предоставление услуг по проведению оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств
- Деятельность систем обеспечения безопасности
- Деятельность по расследованию
- Деятельность по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях

Учитывая всё вышеперечисленное, можно сделать заключение, что ФГУП «РосМорПорт» представляет собой структуру, затрагивающую каждый аспект портовой и морских отраслей, а также сопутствующих им инфраструктур, состоящих из разветвлённых сетей и взаимосвязанных между собой [3].

Так как в данной исследовании затрагивается проблема экологического мониторинга состояния портовых вод, являющихся водным ресурсом, который так или иначе входит в зону интересов ФГУП «РосМорПорт». Учитывая описанные выше основной род деятельности рассматриваемой организации и её сопутствующие типы деятельности, коих насчитывается

почти два десятка, можно сделать вывод, что только для одного лишь контроля состояния водных ресурсов требуется мониторинговый аппарат, способный обеспечить достаточно точную и оперативную оценку экологического состояния портовых зон. Исходя из этого можно сделать вывод, что оптимальным решением проблемы оперативного мониторинга может являться комплекс технических средств, применимых для анализа забортных вод, обладать высокой скоростью обработки, простым в обращении и не требовать высоких материальных затрат, при незначительном техническом контроле.

ФГУП «РосМорПорт» соблюдает общепринятые экологические нормы и акты, закреплённые в мировом и, в частности, Российском природном законодательстве, выделяет значительные материальные средства и привлекает подрядные и также сторонние организации для решения данного рода проблем. Ознакомившись с данной информацией, сделан вывод - ФГУП «РосМорПорт» является крупным предприятием занятым в области оказания широкого спектра услуг, связанных с портовой, прибрежной, морской и флотской типами деятельности, а также сопровождающие их рабочий процесс инфраструктуры. Также не стоит забывать об экологической политике предприятия. Итоговый вывод - ФГУП «РосМорПорт» можно считать потенциальным заказчиком технических средств для экологического мониторинга портовых и прибрежных зон, так как средства данного типа более чем укладываются в экологическую политику предприятия, предприятие обладает достаточным уровнем материально-технического оснащения для эксплуатации, содержания и сопутствующей диагностики подобного рода технических средств.

Глава 2 Составление и теоретическое описание комплекса для решения проблем портового мониторинга

2.1 Описание технических средств, применимых к портовому мониторингу и предъявляемые к ним требования

Различные нормативные документы в области обеспечения единообразия измерений подчиняются относительно жестким требованиям к измерительным приборам (далее - СИ), используемым в эко-анализе:

1. Прежде всего, СИ, используемый для защиты окружающей среды, должен пройти испытания для подтверждения типа измерительных приборов (PR 50.2.009-94, «ICG. Процедура тестирования и утверждения типа измерительных приборов»). После получения положительного результата испытаний такие измерительные приборы включены в установленный порядок в Государственный регистр измерительных приборов (PR 50.2.011-94 «GSI., Порядок ведения Государственного регистра измерительных приборов»). Следует иметь в виду, что сертификат СИ установленного типа выдается на определенный период (не более 5 лет), и по истечении этого периода его необходимо продлить. Информация о СИ, включенная в Государственный реестр, публикуется в справочных и информационных публикациях Государственного стандарта России или в ведомственных публикациях (например, «Перечень технических мер контроля за промышленными выбросами в атмосферу, допущенных к применению Государственного комитета для экологии России "). Отдельные федеральные органы исполнительной власти в пределах своей компетенции могут устанавливать дополнительные требования к СИ, применяемые в конкретной сфере деятельности.
2. При эксплуатации СИ необходимо соблюдать объем применения, установленный в техническом паспорте СИ: это, зависит от долговечности прибора или датчика и юридической силы результатов, полученных с его помощью.

3. Нормативные документы устанавливают нижний предел для обнаружения загрязняющего вещества в объектах окружающей среды - обычно от 0,1 МПа (для почвы) до 0,8 МПК (для атмосферного воздуха). При выборе СИ этот фактор также должен учитываться.
4. Особое внимание следует уделить соблюдению стандартов погрешности измерений (ГОСТ 27384-87 «Вода: нормы погрешности определения состава и свойств», ГОСТ 17.2.4.02-81 «Сохранение природы, атмосфера: общие требования к методам определения загрязнители "и т. д.). Бывают случаи, когда в технической документации для газоанализатора, прошедшей государственные испытания и включенной в Государственный регистр СИ, для более низкого диапазона измерений концентрации монооксида углерода была указана ошибка, превышающая установленный стандарт.
5. Для СИ универсального назначения (спектрофотометры, полярографические графы, хроматографы и т. Д.) Очень важно, чтобы СИ был снабжен сертифицированными методами измерения (далее именуемым «MVI»).
6. Для удобства хранения и обработки результатов измерений устройство должно быть оснащено выходом, обеспечивающим его интерфейс с компьютером.
7. Основываясь на принципе минимизации затрат на эксплуатацию устройства, необходимо обратить внимание на то, что измерительный прибор должен быть проверен не только на заводе, но и в регионе, где он будет действительно установлен. Часто случается, что в региональных центрах стандартизации и метрологии не верят никакие средства измерения не из-за отсутствия методов проверки, а из-за отсутствия, например, образцовых цветных фильтров.
8. Важным требованием является низкая стоимость работы устройства (количество потребляемой мощности, потребление реагентов, газов, расходных материалов и т. Д.).

9. Инструменты, предназначенные для массового анализа, не должны требовать очень высокой квалификации исполнителя.
10. Для импортных устройств требование - наличие технической документации на русском языке (Закон «О защите прав потребителей»), а также русскоязычное программное обеспечение для СИ.
11. Ремонт устройства не должен быть очень дорогостоящим.
12. Кроме того, следует иметь в виду, что в соответствии с Законом Российской Федерации «О лицензировании» область обращения с измерительными приборами (производство, ремонт, продажа, аренда СИ) подлежит обязательное лицензирование в Государственном стандарте России и (частично) в Росгидромет.
13. Отдельные требования предъявляются к измерительным приборам, имеющим в своем составе источники ионизирующего излучения. Такие СИ подлежат обязательной регистрации в территориальных органах Министерства внутренних дел и Министерства здравоохранения России по месту нахождения измерительного прибора, а эксплуатация такого СИ без получения соответствующей лицензии Госатомнадзора России запрещена.

Применимыми для портового мониторинга, исходя из поставленных задач, можно считать использование батометров, ручные профилографы для прибрежных зон, термосоленографы для измерения параметров воды на ходу судна, а также ТНПА – телеуправляемые необитаемые аппараты.

В связи с тем, что судно имеет небольшие размеры и отсутствуют помещения для хранения какого-либо груза, размещение на его палубе кассетных пробоотборников, батометров, ручные профилографы для прибрежных зон, а также ТНПА, является нежелательным.

Так же, применение батометров является нежелательным из-за дополнительных временных затрат на получение данных измерений с одной точки из всего района мониторинга. Так же конструкция выбранного судна не

предусматривает установку лебёдки со стрелой или иных подъёмных приспособлений.

Применение пробоотборников возможно, но их использование целесообразно только как вспомогательного изыскательного оборудования. Измерение с одними лишь пробоотборниками займёт куда больше времени, ведь для получения данных с одной точки маршрута необходим анализ полученных проб, что не всегда можно сделать на месте. Так же данное судно не предусматривает наличие лабораторных стендов для анализа проб.

Профилограф компактен, но спектр данных, которые можно получить при его использовании мал для проведения полноценного экологического мониторинга.

Термосоленограф точно измеряет температуру и электропроводность поверхностной воды с движущегося судна. Данные записываются в памяти и передаются на ПК через последовательный порт. Термосоленограф устанавливается вблизи от водозаборного отверстия судна, датчики подсоединяются кабелем к блоку управления – трансформатор переменного тока. Использование данного типа оборудование подходит для установки на заданный тип судна, но оно так же обладает необходимым измерительным оборудованием для проведения экологического портового мониторинга.

2.2 Сравнительный анализ технических средств мониторинга параметров заборной воды с целью подбора оптимальной схемы совместного использования

CastAway CTD - ручной профилограф для прибрежной зоны

The CastAway - CTD с программным обеспечением для профилирования и анализа CastAway-CTD от YSI — это созданный для оперативного получения точных профилей электропроводности, температуры и глубины.

Сочетание уникальной шестиэлектродной ячейки электропроводности и технологий Bluetooth и GPS делает прибор одновременно и удобным в использовании, и точным. Размером с ладонь, CastAway-CTD можно просто

опускать одной рукой. Каждое измерение привязывается по времени и координатам через встроенный GPS - приемник. Широта и долгота места записываются перед и после каждого измерения. Профили электропроводности, температуры, солености и скорости звука можно просмотреть на цветном LCD экране прямо в море. [6] “Сырые данные” можно скачать в любое время через Bluetooth на ПК для дальнейшего анализа. Крепкий корпус, не восприимчивый к коррозии, питание от батарей АА, отсутствие необходимых специальных устройств делают CastAway-CTD удобным для измерений. Все, что требуется оператору для управления CastAway-CTD, включая скачивание и просмотр данных, помещается в небольшом контейнере.



Рисунок 2.6 Ручной профилограф CastAway CTD

Таблица 2.1 Технические характеристики ручной профилограф для прибрежной зоны CastAway CTD

Память	15 Мб (более 750 измерений)
Частота измерений	5 Гц
Питание	2 щелочных батареи типоразмера “АА”, 40 часов непрерывной работы
Связь	<ul style="list-style-type: none"> • Bluetooth 2 класса, диапазон работы до 10 м • GPS

Формат данных	ASCII (CSV), Nupack, Matlab
Диапазон использования	<ul style="list-style-type: none"> • Диапазон глубин от 0 до 100 м • Диапазон температур от -5 до 40 °С • Температура хранения от -10 до 50 °С
Инерционность термистора	Менее чем 200 мс
Режим работы	<ul style="list-style-type: none"> • Профилирование (вверх/вниз) • Точные измерения
ПО	<ul style="list-style-type: none"> • Windows XP/ Vista/ 7 • Linux <p>Поддержка различных языковых пакетов</p> <p>Визуализация рабочих процессов, фильтрация, экспорт/импорт</p>
Вес	<ul style="list-style-type: none"> • В воздухе – 0,45 кг • В воде – 0,03 кг

Приоритеты использования:

- Океанология шельфа;
- Гидрология;
- Аквакультура;

Применим для:

- Обнаружения клина соленых вод;
- Гидрографии;
- Профилей скорости звука;
- Верификации данных;
- Исследований эстуариев;

Таблица 2.2 Значение выводных данных профилографа CastAway-CTD

Выводные параметры CastAway-CTD				
	Диапазон	Разрешение	Погрешность	Измеряемая или вычисляемая
Электропроводность	0 - 100,000 мкС/см	1 мкС/см	± 0.25% ± 5 мкС/см	Измеряемая
Температура	-5° - 45° С	0.01° С	± 0.05° С	Измеряемая
Давление	0 - 100 дцБ	0.01 дцБ	± 0.25% ПШ	Измеряемая
Соленость	До 40 епс	0.01 (PSS-78)	± 0.1 епс	PSS-78 ⁴
Скорость звука	1400 - 1730 м/с	0.01 м/с	± 0.15 м/с	Chen-Millero
Плотность ¹	0 - 1035 кг/м ³	0.004 кг/м ³	± 0.02 кг/м ³	EOS80 ⁵
Глубина	0 - 100 м	0.01 м	± 0.25% ПШ	EOS80 ⁵
Удельная электропроводность ²	0 - 250,000 мкС/см	1 мкС/см	± 0.25% ± 5 мкС/см	EOS80 ⁵
GPS			10 м	

SBE21 - термосоленограф для непрерывного измерения параметров на ходу судна

Термосоленограф SBE 21 SEACAT точно измеряет температуру и электропроводность поверхностной воды с движущегося судна. Данные записываются в памяти и передаются на ПК через последовательный порт. SBE 21 устанавливается вблизи от водозаборного отверстия судна, датчики подсоединяются кабелем к блоку управления – трансформатор переменного тока. Блок управления обеспечивает питание датчиков и передачу данных, а также управляет интерфейсом NMEA 0183 для получения информации о местоположении судна. Для противостояния коррозии все соприкасающиеся с водой детали выполнены только из пластика и титана, а ячейка электропроводности из стекла и платины.

Предусмотрены клапана для управления циркуляцией воды и промывки системы пресной водой. Блок датчиков легко снимается для плановой чистки и калибровки.



Рисунок 2.7 Термосоленограф SBE21

Датчики

Следующие датчики крепятся внутри водяной рубашки:

- Стеклоплатиновая ячейка электропроводности с уникальной геометрией внутреннего поля, свободна от влияния токопроводящих масс. Эта особенность особенно важна в применении ее в термосоленографе, где ячейка должна работать в замкнутом пространстве внутри водяной рубашки. Ячейка с внутренним полем позволяет, кроме того, применять ингибиторы биологического обрастания. Такой же датчик электропроводности и стабильная электроника используются в большом количестве SBE16 (на заякоренных буйках) и зондах SBE 19plus V2 (для профилирования), применяемых во всем мире.
- Датчик температуры, установленный в SBE 21 стабилен во времени и не восприимчив к значительным перепадам температур. Такой же датчик температуры и стабильная электроника используются более чем в тысяче SBE16 (на заякоренных буйках) и зондах SBE 19plus V2 (для профилирования), применяемых во всем мире. [8]

Дополнительные датчики

В SBE 21 имеются корпусные разъемы для подключения дополнительных датчиков:

- Интерфейс RS-232 позволяет подключать дополнительный дистанционный датчик температуры SBE 38. Этот датчик крепится как можно ближе к месту забора воды и тем самым измеряет температуру воды в момент ее отбора, уменьшая погрешности, связанные с прохождением пробы воды по трубопроводу.
- Четыре входных А/Ц канала для напряжений 0-5 В являются стандартно поставляемыми, позволяющими пользователю подключить дополнительные датчики (напр. растворенного кислорода, рН, мутности и т.д.) к термосоленографу. Эти каналы могут быть сконфигурированы либо как 4 асимметричных (стандартно) или как два дифференциальных (опционально) входа.

Режимы работы

SBE 21 использует одну из программируемых схем работы:

- Непрерывно с частотой 4 Гц. Данные осредняются, записываются в память, передаются на ПК в реальном времени с устанавливаемой частотой от 3 до 600 секунд при частоте измерений 4 Гц (4 раза в секунду).
- Точечные измерения. Данные не осредняются, а единичные измерения проводятся, записываются в память и передаются на ПК с устанавливаемой частотой от 3 до 600 секунд.
- Когда память заполняется, вывод данных в реальном времени и регистрация на диск продолжается, а запись во внутреннюю память останавливается.

Установка

Нижняя или задняя панель из ПВХ может быть просверлена для крепления прямо на судне. Крепления к клапанам морской воды (для нормального использования) и соединения для пресной воды (для промывки)

сделаны из ПВХ труб с 1" стандартной американской резьбой. В поставку входит сопрягающийся с этими трубами крепежный набор, который можно легко приспособить к подводящим трубам иных размеров. Для установки ниже ватерлинии предусмотрены трубы из нержавеющей стали.

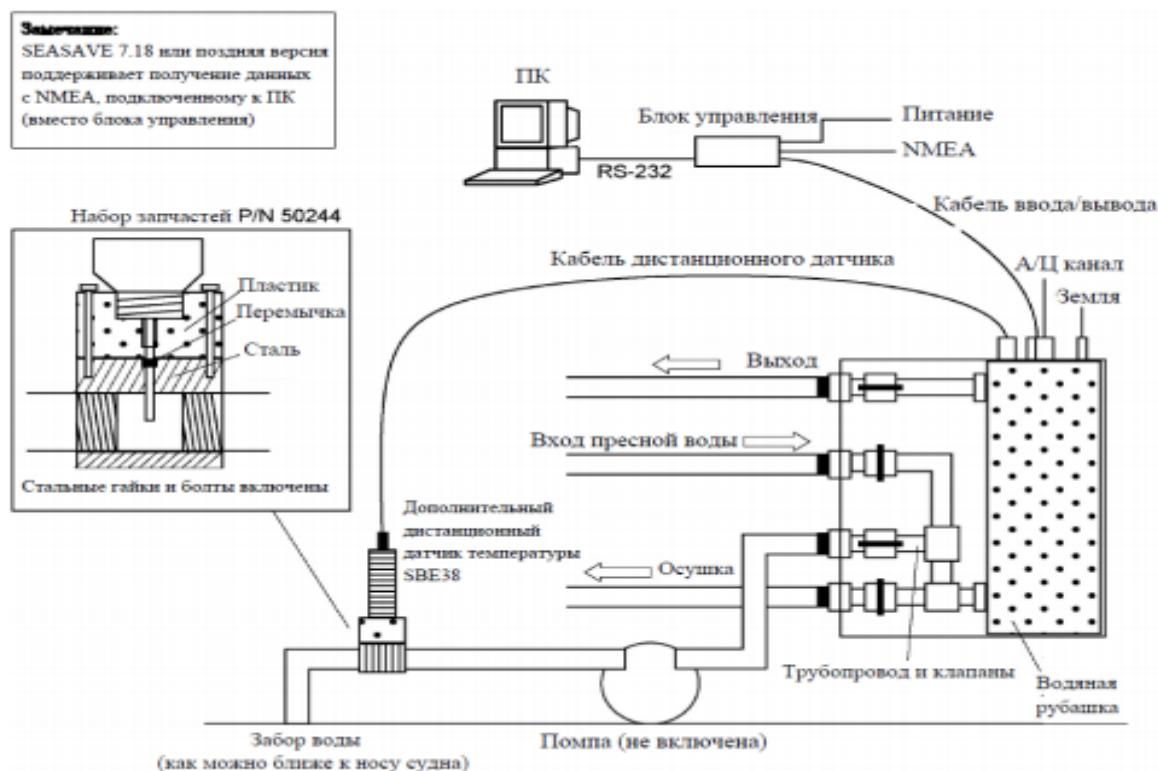


Рисунок 2.8 Схематичное описание принципа работы термосоленографа SBE21

Память и формат данных

SBE 21 имеет 64 Мб внутренней памяти. Каждый замер температуры и электропроводности занимает 6 байт. Дистанционный датчик температуры SBE 38 добавляет еще 3 байта, каждый из дополнительных А/Ц каналов – еще по 2 байта в памяти. Заголовок измерения перезаписывается через каждые 10000 замеров и содержит информацию об интервалах измерений, времени и т. д.

Блок управления

Блок управления предоставляет постоянный ток для SBE 21, канал связи с ПК через RS-232, а также управляет интерфейсом NMEA 0183 для получения данных о местоположении. Каждое измерение передается через блок управления, где к общему потоку данных добавляется также другая информация. Вместе с блоком управления поставляется 10 м кабель для соединения с SBE 21, кабель питания, 1.5 м кабель соединения с ПК.

Таблица 2.3 Технические характеристики термосолонографа SBE21

	Диапазон измерений	Погрешность	Разрешение
Электропроводность, См/м	0 – 7	±0,001	±0,0001
Температура основная, °С	-5 – +35	±0,01	±0,001
Температура дистанционная, °С	-5 – +35	±0,01	±0,0003

Интервал замера: 3 секунды или более с шагом в 1 секунду;

Объем водяной рубашки: ~ 5 литров;

Рекомендуемая скорость потока: ~ 1 литр в секунду;

Предел давления внутри водяной рубашки: 34.5 дбар;

Габариты: 551 x 483 x 229 мм;

Вес при транспортировке: 41 кг;

Субкомпактная розетка SBE-32SC

Имея 12 гнезд, допускает установку батометров объемом 1.7 или 2.5 л. При использовании профилографов SBE 19 SEACAT и палубного блока SBE 33 или блока автономного управления батометрами (AFM) эта модель образует компактную, но полностью функциональную систему, хорошо подходящую для работы с небольших судов.

Палубный блок SBE 33

Обеспечивает подачу питания и управление пробоотборником SBE 32 в реальном времени. При использовании с другими зондами, (только не с SBE

911plus), этот блок обеспечивает также линию телеметрии и питание для конкретного зонда CTD и вспомогательного оборудования. Два дополнительных интерфейса могут быть добавлены к данному блоку SBE 33: это, во-первых, интерфейс NMEA 0183 для присоединения данных местоположения из приемника GPS к данным от CTD зонда, и, во-вторых, канал АЦП для подключения поверхностного датчика солнечной радиации (PAR).

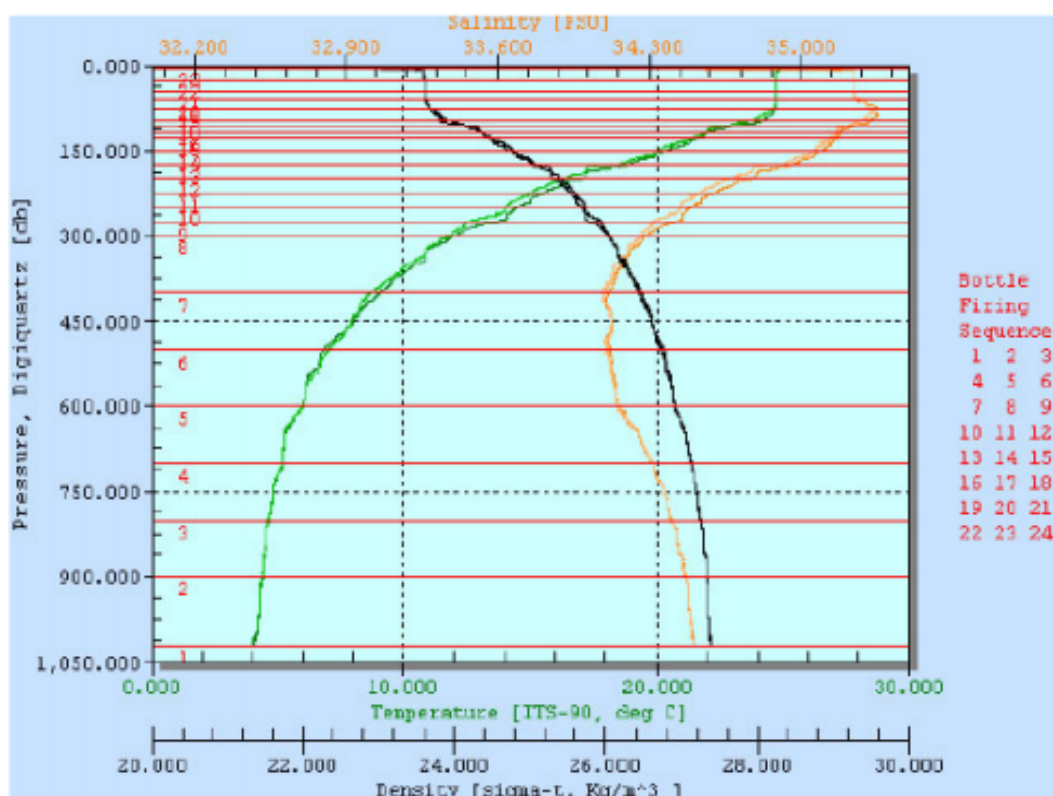


Рисунок 2.9 Построение вертикальных профилей давления по данным полученным с SBE-32SC [7]

Программное обеспечение SEASOFT

Обеспечивает сбор данных в реальном времени и одновременное управление с клавиатуры закрытием батометров. На типичной диаграмме данных CTD (см. рис. выше) видно, как SEASOFT автоматически маркирует на графике номера батометров, ведет учет сработавших батометров, и создает файл данных батометров во время сбора данных в реальном времени от зондов STD SBE 19plus V2, SBE25 и др.

Блок автономного управления (AFM)

Отвечает за работу пробоотборника SBE 32 Carousel, активизируя срабатывание батометров: по программируемым пользователем временным интервалам, или при использовании с зондами SBE 19/19plus/19plusV2 или 25 (только), блок AFM отслеживает давление по данным CTD и активизирует закрытие батометров на программируемых пользователем глубинах.

Модуль автономного управления батометрами SBE 17PLUS V2 SEARAM

Данный модуль обеспечивает совместную работу с SBE 32 и зондом SBE 9plus CTD без соединительного морского кабеля. Питание как для CTD, так и для SBE 32 поступает от внутренней батареи модуля SEARAM. Используя данные давления из зонда SBE 9plus CTD и запрограммированную таблицу давлений для закрытия батометров, модуль SEARAM посылает команды в SBE 32 на срабатывание батометров во время фазы подъема прибора. Настройка модуля и его проверка, равно как и выгрузка зарегистрированных данных выполняется без открывания корпуса с помощью команды из ПО.

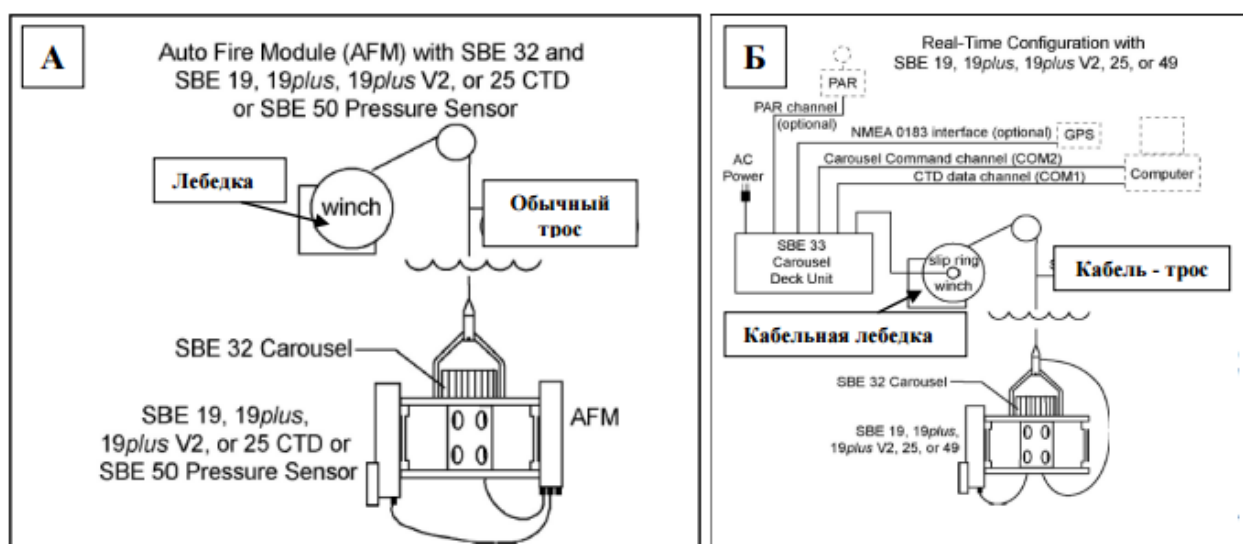


Рисунок 2.10 Пример управления SBE 32 вместе с вертикальным CTD зондом автономно (А) и в режиме телеметрии (Б)

Таблица 2.4 Технические характеристики SBE 32/C/CS

SBE 32	12, 24 или 36 батометров по 1.2 / 1.7 / 2.5 / 5 / 8 / 10 / 12 / 20 / 30 литров;
SBE 32C	12 батометров по 1.2 / 1.7 / 2.5 / 5 / 8 литров;
SBE 32SC	12 батометров по 1.2 / 1.7 / 2.5 литров;
Допустимые глубины работы	6800 м (опционально 7000 или 10000 м);
Материал корпуса	Алюминий, титан, нержавеющая сталь, пластик, ПВХ;

Проведя сравнительный анализ по изученной информации, относительно рассмотренных измерительных океанологических приборах, их технических характеристиках, методиках и принципах использования того или иного прибора, в зависимости от условий, в которых осуществляется эксплуатация рассмотренных технических средств и эксплуатационного ресурса, можно сделать следующий ряд выводов.

Далее приведено краткое описание перечисленных в данном разделе технических измерительных средств, их характеристик, их назначения и вынесения решения об актуальности применения того или иного прибора для решения задач мониторинга портовых зон, так как портовая инфраструктура сама по себе не является безотходным предприятием и так же нуждается в контроле состояния водных ресурсов, находящихся на территории портовой зоны. Учитывая данную задачу, стоит учитывать следующие факторы - портовые зоны являются местом активного судового движения, с отлаженной логистикой, отвечающей за движение на её территории водного транспорта и обслуживающих портовую инфраструктуру и суда, технические средства. Так же стоит учитывать логистические особенности в зависимости от площадей и сложности устройства той или иной портовой зоны.

Беря в расчёт данные критерии, сделаны выводы, на основании которых можно сказать, что оборудование не должно иметь стационарное размещение в акватории порта, так при работе с теми же зондами, базирующимися на

судне, до момента их погружения на точке взятия измерений, появляется вероятность вмешательства в процесс работы портовых структур, что повлечёт за собой дополнительные коррективы, рабочий график порта, который и без того сильно привязан к погодным условиям, из-за чего очень подвержен отрицательным, по временным рамкам затратам, связанных с простоем того или иного судна.

Оборудование должно обладать возможностью измерения основных физических параметров забортной воды такие как – температура, солёность и электропроводность. Так же проводить непосредственный химический анализа во время проведения изыскательных работ во время непосредственного пребывания судна на территории изысканий, что позволит определять химические элементы, относящиеся к тому или иному классу загрязняющих веществ и оценить их влияние на окружающую среду. Одним из пунктов для измерения является возможность определения уровня замутнённости и светопропускания водной среды, а также возможность определения в воде присутствия в ней сине-зелёной водоросли, чьё появление в любом водоёме приводит к негативным последствиям, вплоть до уменьшения популяции флоры и фауны района, на который попал данный вид водоросли.

Ручной профилограф CastAway CTD

Для прибрежной зоны, обладает компактными размерами и малой массой, приемлемыми вычислительными мощностями, что не менее важно, хорошими прочностными характеристиками при ударных нагрузках и статических нагрузках при погружении на глубину. Но так как рассматривается комплекс судового базирования и что не менее важно, данное устройство выполняет не весь перечень измерений, можно рекомендовать его лишь как вспомогательный элемент системы, но не в роли основной его части.

Розетка SBE-32SC

Несмотря на то, что в поставленных условиях не рассматривается применение батометров и схожих с ними техническими средствами, данная

модель обладает таким преимуществом, как получение данных в реальном времени с возможностью фиксации координат места взятия проб, с последующим составлением подробного описания пройденного маршрута и описанием полученных данных с каждой точки погружения. [5]

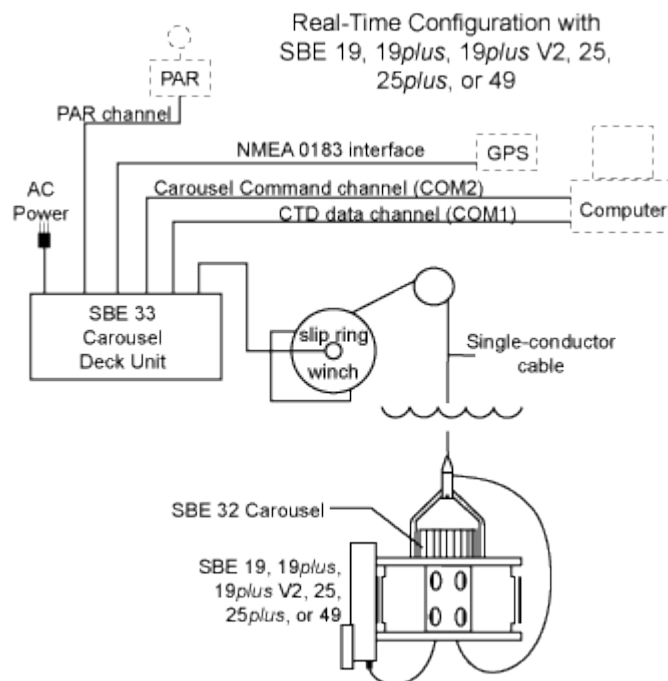


Рисунок 2.11 Режим работы комплекса с различными версиями SBE

Плюсом данного комплекса является наличие технической возможности по передаче исходных данных по измерениям с привязкой к координатной сетке, непосредственно на персональный компьютер для непосредственной оценки полученных значений и получения практических выводов.

Термосоленограф для попутного измерения параметров воды SBE-21

Данный тип измерительно прибора предназначен для непосредственного размещения на судне, посредством прямой установки на внутренней части корпуса судна по средством проделывания отверстий для крепления на нижней или верхней панели корпуса самого прибора, а подключение клапанов морской воды идёт к ПВХ разъёмам прибора, то же самое с каналом для промывки, то есть для пресной воды. Данный прибор может производить измерения параметров температуры и электропроводности поверхностных вод, с последующей передачей данных на ПК по последовательному порту, сам блок управления датчиков управляет интерфейсом, отвечает также за

получение информации о местоположении судна. Исходя из перечисленного можно сказать, что данное устройство по своему типу отвечает поставленным требованиям и методика его эксплуатации отвечает поставленным требованиям. Это объясняется тем, что судну не придётся задерживаться в течении долгого времени как в случае с приборами забортного размещения, в случае с которыми требуется ожидания окончания процедуры измерения требуемых параметров, лишь после чего будет возвращено на палубу судна оборудование и судно перейдёт на следующий участок для измерений. В случае с SBE-21 достаточно вмонтировать в корпус судна проводящую трубку для забора забортной воды и подвести её к датчикам, после чего судно сможет выйти на заданный маршрут и по мере его прохождения получить необходимые данные, не затрачивая время на промежуточные остановки. В итоге имеется довольно компактная и отвечающим своим требованиям измерительная аппаратура, являющаяся бортовой попутной системой измерений, но применение которой возможно в купе с дополнительным оборудованием, которое способно проводить измерения параметров из выше озвученных требований.

2.3 Формирование технических требований к комплексу портового мониторинга

Исходя из вышеперечисленного, оборудование, которое должно базироваться на выбранном типе судна, а именно судно, которое должно обладать соответствующими характеристиками манёвренности и волноустойчивости. Это обусловлено тем, что основной его предполагаемой сферой применения является порт и прибрежные зоны, в которых нередко встречается волнение от 2 до 4 баллов при умеренных погодных условиях. Так же не стоит забывать о наличии преград на пути следования судна, в роли которых может выступать судно, чей маршрут может пересечься с маршрутом следования «судна-измерителя», в следствии чего может потребоваться быстрая смена курса с минимальным радиусом разворота.

То есть судно, представляющее из себя одно или двухмоторное водное транспортное средство, аналогичное по типу с малыми моторными прогулочными катерами, с примерными габаритами – по длине не более 8 метров и по ширине более 3 метров, площадь же палубы должна позволить разместить комплекс попутного измерения, для которого предварительно требуется не более 2.

Измерительный комплекс, исходя из поставленных требований должен представлять из себя автономное средство попутного сбора данных и анализа забортной воды, то есть проводить анализ физических, химических параметров забортной воды, а также возможность обнаружения в воде сине-зелёной водоросли.

Все датчики, установленные в комплексе, должны выполнять измерения непрерывно и быть подключены к одному приёмному устройству, а именно персональному компьютеру. В данной компоновке можно рассматривать использование как настольного персонального компьютера, как и стационарного компьютера с форм-фактором материнской платы типов Mini-ATX и Micro-ATX. Главным же критерием к подборке ПК должно являться наличие соответствующих интерфейсов подключения, которые необходимы для соединения ПК с датчиками комплекса и получения от них данных. Так же данная система должны быть в состоянии фиксировать своё место положение и привязывать к нему полученные данные измерений, так же стоит отметить то, что комплекс должен включать в себя возможность потоковой передачи данных на берег или по окончании общего цикла обработки измерительных приборов, то есть, когда будет готов обработанный пакет данных и сформирован для отправки на берег.

После составления перечня технических требований для комплекса попутного сбора данных о состоянии забортной воды для реализации задач экологического мониторинга портовых и прибрежных акваторий, было проведено сравнение данного перечня требований с уже имеющейся системой попутных судовых измерений.

Сама технология уже очень зрелая в направлении надежности, долговременной стабильности или работоспособности. Поэтому критические пути являются подходящими датчиками или анализаторами, которые работают без присмотра в течение длительных периодов времени; особенно датчиков для химических/биологических параметров в рамках целей морской стратегии.

Датчики в FerryBox имеют разные преимущества по сравнению с датчиками *in situ* в других системах наблюдения, таких как буи, сваи или планеры:

- Датчики находятся в контролируемых условиях
- Потребление энергии и механические размеры не являются критическими.
- Техническое обслуживание дешевле и проще, чем на морских установках.

Кроме того, FerryBox, установленные внутри кораблей, обеспечивают идеальную среду для более сложных датчиков, в конечном итоге с более высоким потреблением энергии и уязвимостью к экстремальным условиям. В данном случае комплексные (механические, биохимические, оптические) системы будут функционировать более надежно, чем в условиях *in situ*. Поскольку несколько систем FerryBox уже предоставляют полностью автоматизированные устройства для очистки и противообрастания, проблемой биообрастания, которая часто предотвращает надежные, гарантированные качеством измерения в течение более длительных периодов времени, можно пренебречь.

Несмотря на эти преимущества, количество датчиков, используемых сегодня в системах FerryBox, ограничено и часто ограничено физическими параметрами.

Некоторые из причин:

- Датчик/прибор работает, но иногда требует взаимодействия с человеком и, следовательно, не работает полностью без присмотра.

- Датчик/прибор необходимо слишком много для калибровки, проверки и обслуживания до и после его развертывания
- Плохая стабильность датчика/инструмента.

Автоматизированные пакеты инструментов на кораблях с возможностями, которые называются «FerryBox», уже используются уже много лет, начиная с простого «Continuous Plankton Recorder (CPR)» с его единственной целью собирать образцы планктона во время регулярных круизов судна до самых последние сложные «FerryBoxes» комплексом различных датчиков и биогеохимических анализаторов.

Для автоматизированного наблюдения за океаном вскоре стало ясно, что мониторинг поверхностных вод с использованием буев, свай и платформ с датчиками *in situ* является очень дорогостоящим, главным образом из-за еще не решенного биологического загрязнения датчиков.

Для достижения высокого качества измерений требуется частая ручная очистка. Поверхности датчиков и их контактных групп. В зависимости от региона (температура воды и эвтрофный статус вод) системы необходимо очищать каждую неделю (эвтрофные тропические воды), каждый месяц (умеренные эвтрофные воды) или только через полгода (холодные олиготрофные воды). Основная проблема заключается в том, что биологическое загрязнение зависит также и от других факторов. Так может случиться, что в Северном море система буев по-прежнему чиста через 1 месяц в осенний период, а в другой год она уже полностью заросла в течение 14 дней.

Другими основными преимуществами FerryBoxes являются:

- не требует от «судна-носителя» сверх норм по энергозатратам
- комплексная система датчиков и анализаторов
- нахождение комплекса внутри судна даёт ему большую защиту от внешних факторов
- возможность включения в систему дополнительных и более сложных измерительных приборов

- комплекс прост в обращении
- судну не нужно оставаться на заякоренным в одной точке, для получения данных
- информация из точек, полученных по средству попутных наблюдений, часто даёт более исчерпывающий объём данных, чем из одного мест.

Автономные судовые системы измерения, называемые также «FerryBox»[9], уже используются в течение многих лет, начиная с простых моделей «Continuous Plankton Recorder (CPR)» созданных с единственной целью - сбор планктона, во время регулярных судовых круизов, до самых более сложных «FerryBoxes» с комплексом различных датчиков и биогеохимических анализаторов.

Для автоматизированного наблюдения за океаном вскоре стало ясно, что мониторинг поверхностных вод с использованием буев, свай и платформ с датчиками *in situ* является очень дорогостоящим, главным образом из-за ещё не решённой проблемы биообрастания датчиков. Для этого требуется частая ручная очистка, необходимая для достижения соответствующего качества данных. В зависимости от региона (температура воды и эвтрофного статуса вод) системы должны очищаться:

- каждую неделю (эвтрофные тропические воды);
- каждые месяцы (умеренные эвтрофные воды);
- каждые полгода (холодные олиготрофные воды).

Основная проблема заключается в том, что биозарядка зависит также от других факторов. Поэтому может случиться так, что в Северном море система буев по-прежнему остается чистой после 1 месяца в осенний период, но уже год в тот же период она уже полностью заросла в течение 14 дней.

Учитывая тот факт, что основные параметры работы систем «FerryBox» и их основные её преимущества, полностью отвечают ряду поставленных требований, принято решение использовать схему и принцип её устройства, для реализации системы экологического мониторинга портовых зон.

Глава 3 Принцип работы и устройство системы попутных измерений

3.1 Теоретическая модель применения выбранного оборудования на судне

Принцип работы

Вода закачивается из подводной части судна в измерительную цепь, состоящую из нескольких датчиков. Далее, фильтр для подавления эффекта пульсации удаляет пузырьки воздуха, которые могут попасть в систему во время сильного волнения за бортом судна. Одновременно удаляются крупнозернистые частицы песка, которые содержатся в взвешенном состоянии в неглубоких гаванях, осаждаясь в трубах и патрубках, забивая их. В сочетании с фильтром для подавления эффекта пульсации имеется внутренняя водная петля, в которой морская вода циркулирует с постоянной скоростью, около 1 м/с. Это уже уменьшает тенденцию к созданию бактериальных шламов на сенсорах и поверхностях трубок. Небольшая часть воды фильтруется с помощью поперечного фильтра с полыми волокнами для автоматического анализа питательных веществ.

Для надежной работы, без стороннего контроля, система контролируется компьютером, который может отключить систему в случае возникновения ошибок и критических сбоев, самостоятельно продолжает выполнять автоматические циклы очистки, например, в порту.

Биологическое обрастание предотвращается очисткой датчиков водопроводной водой и промыванием подкисленной водой после каждого круиза. Иногда засорение отверстия для забортной воды связано с попаданием в него мелкого и крупного мусора или рыбы. Так как все расходы контролируются автоматизированной системой, в таких случаях запускается автоматический цикл обратной промывки под высоким давлением, которое очищает входное отверстие.

В целом все используемые системы FerryVox имеют схожую конструкцию. Различия заключаются в проектировании проточной системы, степени автоматизации и предотвращении биологического обрастания, а также возможности наблюдения и дистанционного управления.

2. Теоретическая модель судовой системы попутных измерений применимой для экологического мониторинга забортной воды

Система попутных судовых измерений представляет из себя комплекс датчиков, в некоторых случаях зондов, анализаторов и сенсоров, занятых в обработке и анализе множеств параметров забортных вод. Полученные данные либо хранятся непосредственно в памяти установки, либо же передаются на дальнейшую обработку на «берег» по пакетной радиосвязи общего пользования (GPRS). Позиционирование осуществляется за счёт GPS, в теории возможно использование ГЛОНАСС или любой другой системы позиционирования, чей принцип работы основан на использовании всемирной системы геодезических параметров Земли 1984 года (WGS 84) или же ПЗ-90 - Параметры Земли 1990 года, что в свою очередь является альтернативой WGS 84.

Так как в промежуточных отчётах научно-исследовательской работы изначально рассматривался и утверждён в последствии вариант базирования комплекса на маломерном водоизмещающем судне. Принято решение разработать и составить теоретическую модель судовой системы попутных измерений, с учётом анализируемых параметров воды, доступной под монтаж площади палубы судна, для установки комплекса, т.е. конструкционных особенностей рассматриваемого судна, исходя из его типа. Обращая внимание на конструкционные особенности корпуса принималось решение о прокладке приёмных и отводных трубок для забора анализируемых забортных вод.

В качестве основного варианта теоретической модели работы и эксплуатации предложено установить оборудование, схожее по техническому устройству и общим принципам работы с системой Ferry Vox, а именно:

- размещение датчиков и сенсоров оцениваемых параметров;
- системы насосов и фильтров;
- химических анализаторов;
- станции удалённого контроля, включающую в себя функции хранения и передачи данных;

Так как данная система в конечном исполнении имеет малые габариты и самый компактный её вариант занимает не более 2 м² (модели MiniBox, Aquacontrol и PocketBox) и требует для питания не более 230V (для модели Aquacontrol), для моделей с меньшими характеристиками по энергопотреблению (модель MiniBox) для работы может использовать стандартную автомобильную щелочную аккумуляторную батарею, данная система применима для размещения на судне с Малым водоизмещением и длиной корпуса не превышающей длину 10 метров и не превышающей 3 метров по ширине корпуса, так же преимуществом подобного типа судов (катера с навесным типом установки ходовых моторов) является простая компоновка корпуса, отсутствие систем охлаждения, систем вентиляции (за их ненужностью). Количество АКБ, номинал, форм-фактор, и ёмкость определяется конечным количеством используемой датчиков и типа оборудования для удалённого контроля, включающую в себя функции хранения и передачи данных.

Так же учитывая сравнительно небольшой уровень осадки рассматриваемого типа судов, можно говорить о том, что установка проводящих трубок, для подачи анализируемых забортных вод, не повлечёт серьёзных изменений в конструкции, а также не вызовет серьёзных отклонений в геометрии корпуса, что не приведёт к изменению ходовых характеристик судна, на котором будет размещена станция попутного мониторинга. Не потребуются каких-либо серьёзных инженерно-технических работ при размещении и установки систем станции непосредственно на палубе судна, при подключении источников питания, а также при очистке поверхностей датчиков, фильтрующих приспособлений, так же корпуса и электроника станции должны иметь соответствующий класс пыли и главное влагозащиты, что уже предполагает минимальные затраты на обслуживание всей системы в целом.

На изображении (Рис. 3.13) ниже приведена теоретическая схема, отображающая общее устройство судовой системы попутных измерений. Так

же на схеме присутствуют схематичные обозначения поясняющие работу отдельных узлов и элементов системы.

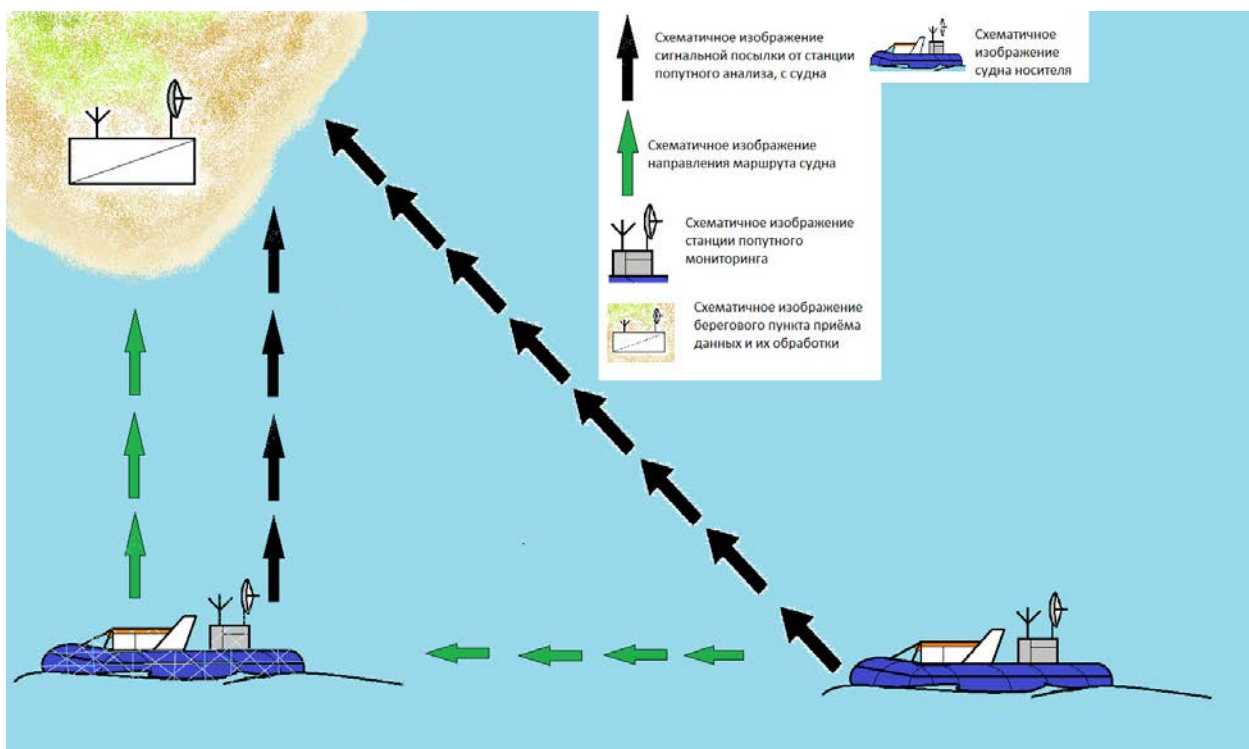


Рисунок 3.12 Теоретическая схема принципа действия станции попутных наблюдений на маршруте следования судна

Для оптимальной работы системы принято решение использовать, в первую очередь цифровые датчики, анализаторы и сенсоры. Причиной для этого является тот факт, что большая часть современного измерительного оборудования поддерживают стандарты подключения к SC и LC оптическим конекторам, что позволяет прибегнуть к унитарности применяемого в системе оборудования.

Так же в пользу данного решения, можно привести тот факт, что данный набор спецификаций широко использовался на различной вычислительной технике с 1997 по 2005 год, а после 2005 года вторую версию спецификации создавал консорциум компаний Gemplus, Axalto, Apple, Infineon, Microsoft, Philips и Toshiba. Что говорит о том, что данный тип интерфейса для измерительных компонентов можно считать перспективным для основного применения.

Данная система должна выполнять свою задачу по мониторингу во время прохождения маршрута, предписанного судну. Во время работы система должна проводить анализ воды по заданным параметрам в реальном времени, записывать полученные данные, вести их первичную обработку, в зависимости от измеряемого параметра, сохранять полученные образцы забортной воды и транслировать на станцию приёма полученные во время прохождения маршрута данные для дальнейшей обработки. Временные интервалы проведения первичной обработки и отправки полученных данных на береговую станцию обработки или иным конечным получателям собранных с маршрута данных, складываются из времени, затраченного на общую обработку данных и ожиданием времени обработки и формирования пакетов данных от сенсора, датчика или анализатора, закончившего обработку последним, в сравнении с остальными. Предложена данная схема исходя из того, что пакет данных должен содержать в себе целостный отчёт по каждому этапу измерений на протяжении всего маршрута.

Данная система должна соответствовать следующему ряду требований:

- не требовать от «судна-носителя» сверх норм по энергозатратам
- комплексная система датчиков, анализаторов и сенсоров
- нахождение комплекса на палубе судна должно давать ему большую защиту от внешних факторов и своевременный доступ к рабочим узлам системы
- возможность включения в систему дополнительных и более сложных измерительных приборов
- простота при работе с комплексом, монтаже его элементов и обслуживании комплекса в целом
- судно не должно оставаться на заякоренным в одной точке, для получения данных
- информация из точек, получаемых по средству попутных наблюдений, должна давать более исчерпывающий объём данных, чем из

одного места и за счёт потоковой передачи данных на «берег» может быть обработана и доставлена конечному заказчику гораздо быстрее

В данном разделе отчёта рассматривается теоретико-практическое применения модели судовой системы попутных измерений забортной воды, применимой в сфере экологического мониторинга.

Перед выходом на маршрут судна, на котором установлена станция попутного измерения проходит общий технический контроль перед началом работы системы, а именно:

1. провести первичный визуальный контроль состояния системы
2. проверить уровень наличия загрязнения рабочих поверхностей измерительных приборов
3. Провести очистку возможных загрязнений головок измерительных приборов
4. проверить уровень заряда источника питания системы, при необходимости провести замену одного или всех элементов питания на время прохождения судном маршрута
5. провести тестовое включение системы с подачей электропитания на электронные элементы системы от бортового источника питания
6. проверка на отклик датчиков, сенсоров и анализаторов после включения системы от бортового источника питания
7. дождаться визуального подтверждения на приборной панели измерительной панели приборов, текстового подтверждения о готовности прибора к работе в штатном режиме измерения; если же таковая отсутствует, то дождаться соответствующей цветовой индикации от электроприбора
8. провести проверку работоспособности системы записи полученных данных от измерительного оборудования, по средствам пробного включения и тестового запуска системы, после чего проверить любым переносным электронным носителем информации с интерфейсом USB типа А.
9. провести проверку системы связи с берегом, отправив на тестовый сотовый телефон или персональный компьютер, настольного типа, имеющий

широкополосный модуль связи, для получения отправленного пакеты данных по каналу GSM или GPRS

10. после проверки системы по последним четырём пунктам, ввести пометки о том, что полученные данные являлись тестовой проверкой системы

11. провести проверку целостности ёмкостей для хранения полученных образцов

12. после окончательной проверки и разрешения на работу системы на маршруте, оставить установку в штатном рабочем состоянии до финальной точки маршрута.

После проведения проверки системы перед выпуском судна на маршрут, станция попутной обработки первичных параметров забортной воды работает в штатном режиме до конечной точки маршрута судна. В случае неполадок одного из элементов системы, не являющегося критичным для проведения дальнейших измерений, не останавливать проведение измерений, если из строя не вышла система записи или передачи данных.

Во время работы системы попутных измерений, станция, базирующаяся на борту судна мониторинга, должна проводить попутные измерения и передавать данные на берег на протяжении всего маршрута следования, ведя непрерывные измерения и передавая сформированные пакеты данных на берег. На изображении Рис. 2 приведена схема, визуальное описывающая данный процесс.

При работе станции, водозаборные патрубки поступает забортная вода, далее вода закачивается из подводной части судна в измерительную цепь. На первом этапе, вода поступает во впускное отверстие, где происходит подача воды на первый контур измерительных приборов, с первичным удалением взвесей и подавления эффекта пульсации фильтром, удаляя пузырьки воздуха, которые могут попасть в систему во время сильного волнения за бортом судна (Рис. 3.14).

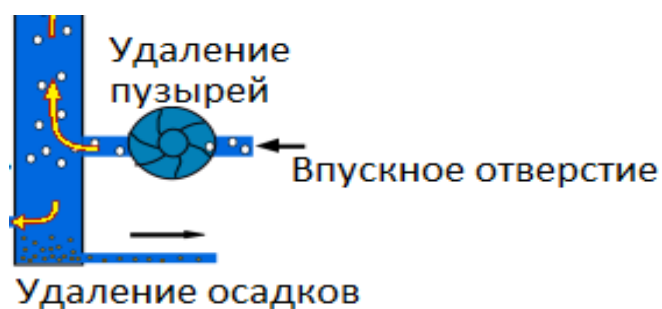


Рисунок 3.13 Действие впускного клапана, фильтра эффекта пульсации и удаление взвесей.

Одновременно удаляются крупнозернистые частицы песка, которые содержатся в взвешенном состоянии в неглубоких гаванях, осаждаясь в трубах и патрубках, забивая их. В сочетании с фильтром для подавления эффекта пульсации имеется внутренняя водная петля, в которой морская вода циркулирует с постоянной скоростью, около 1 м/с. Это уже уменьшает тенденцию к созданию бактериальных шламов на сенсорах и поверхностях трубок. Небольшая часть воды фильтруется с помощью поперечного фильтра с полыми волокнами для автоматического анализа питательных веществ.

Далее вода попадает в первый контур труб (Рис. 3.15), на котором находятся датчики измерения солёности/проводимости, уровня кислотности воды, растворённого кислорода, турбулентности потока и хлорофилла. После чего вода поступает на хранение в ёмкость пробоотборника, так как было решено отказаться от автоматического бокса для сбора и охлаждения образцов, в силу его затратности для энергопотребления всей системы в целом. Другая часть потока следует на второй, третий, и четвёртый контуры трубопровода.

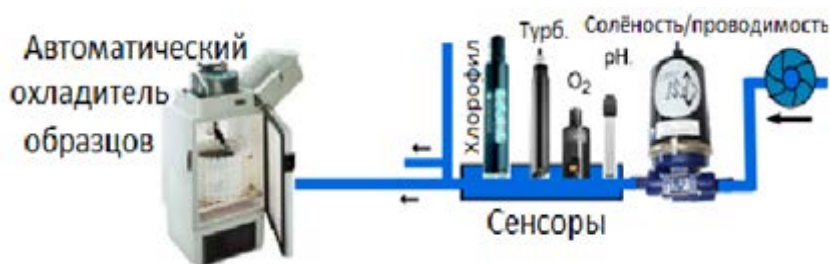


Рис. 3.14 Первый контур трубопровода с измерительными датчиками и пробоотборником

Далее вода следует на второй контур (Рис. 3.16), где проходит фильтрацию на поперечном проточном фильтре, для удаления биологических загрязнителей и более мелкой взвеси, которые в свою очередь не должны попасть в рабочую среду химического анализатора и датчики третьего, четвертого и пятого контуров. Химический анализатор выявляет в анализируемой воде наличие групп нитратов, фосфатов, кислот, содержание различных металлов и тяжёлых металлов, а также гидразина, хлор и фтор содержащих веществ. Все пробы остаются в бачке анализатора и могут быть повторно проанализированы после прохождения судном маршрута.

После прохождения фильтра, вода попадает в анализатор растворённой двуокиси углерода, после чего вода поступает в трубку, ведущую к контуру, выкупающую воду к выпускному отверстию.

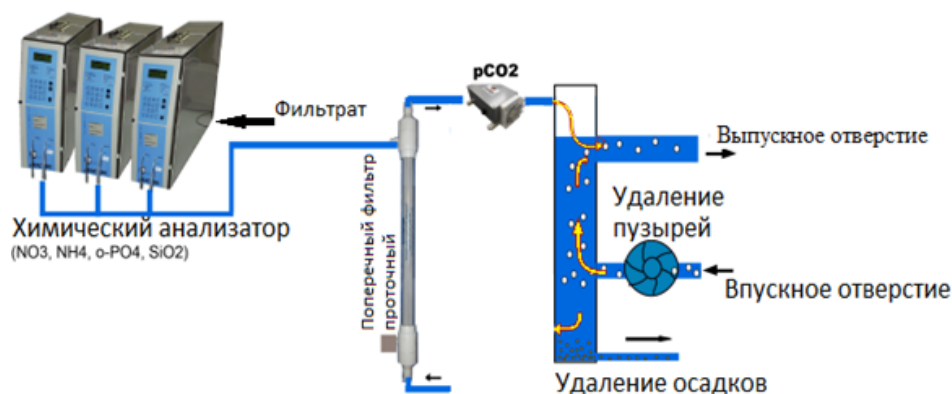


Рис. 3.15 Второй и третий контур анализа заборной воды. Химический анализатор и датчик растворённой углекислоты.

После вода поступает на пятый и четвертый контуры (Рис. 3.17), где на третьем контуре вода проходит через датчик, контролирующий наличие сине-зелёной водоросли, чья деятельность может приводить к обширной эвтрофикации водоёмов, прибрежных и портовых зон, оказывая губительное влияние флору и фауну ареала совместного с ними обитания, так как является крайне агрессивным видом вселенцем. И так же вода проходит через промышленный датчик контроля нитратов в воде. После прохождения двух данных контуров вода удаляется из системы в камеру с выпускным отверстием.

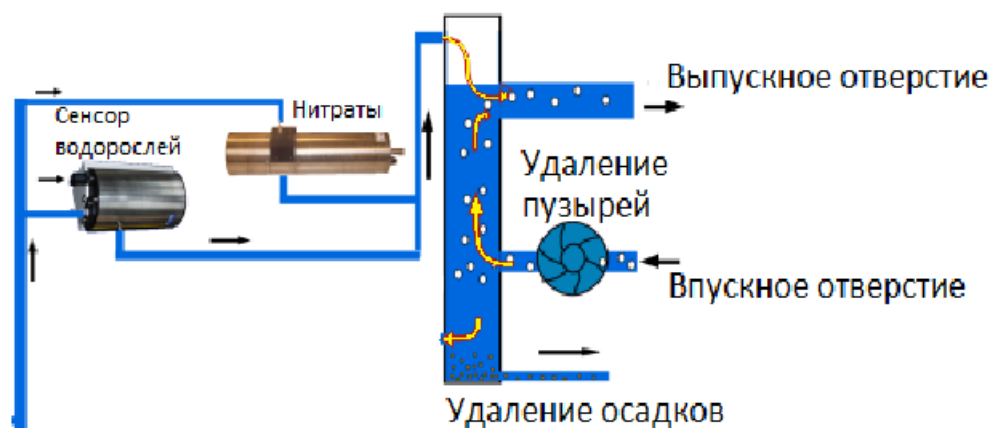


Рис. 3.16 Контура четыре и пять. Датчик сине-зелёной водоросли и нитратов

Для достижения высокого качества измерений требуется частая ручная очистка. Поверхности датчиков и их контактных групп. В зависимости от региона (температура воды и эвтрофный статус вод) системы необходимо очищать каждую неделю (эвтрофные тропические воды), каждый месяц (умеренные эвтрофные воды) или только через полгода (холодные олиготрофные воды). Основная проблема заключается в том, что биологическое загрязнение зависит также и от других факторов. Так может случиться, что в Северном море система буев по-прежнему чиста через 1 месяц в осенний период, а в другой год она уже полностью заросла в течение 14 дней.

3.2 Технические средства для реализации комплекса портового мониторинга

Датчик для промышленного контроля нитратов NITRATAX plus sc

Датчики NITRATAX определяют концентрацию нитрат-ионов непосредственно в активном иле, сточной или поверхностной воде. Метод имеет значительные преимущества там, где необходимо полностью удалять нитраты и нитриты или достоверно отслеживать их содержание, например при оптимизации технологического процесса или предоставлении отчетности о предельных значениях в установленной форме.

Растворенные в воде нитраты и нитриты поглощают свет в УФ области спектра. Это означает, что их концентрацию можно определить фотометрически без реагентов, пробоотбора и больших временных затрат.

Датчики NITRATAХ характеризуются также автоматической компенсацией мутности и почти не требуют технического обслуживания.



Рисунок 3.17 Датчик контроля нитратов NITRATAХ plus sc

Таблица 3.5 Технические Характеристики NITRATAХ plus cs

Диапазон измерения	0.1—100 мг/л NO ₃ -N (1 мм) 0.1—50 мг/л NO ₃ -N (2 мм) 0.1—25 мг/л NO ₂ -N (5 мм)
Погрешность измерения	3% от значения +0,5 мг/л
Интервал измерения (мин)	от 1
Время отклика с T100 (мин)	<1
Диапазон рабочих температур	От -2°C до +40°C
Поправка на ил (компенсация мутности)	Да
Доступен проточный вариант	Да
Вес изделия	3,6 кг
Диаметр	70 mm
Длина	333 mm
Принцип измерения	Измерение УФ-поглощения (запатентованный двулучевой метод)

Подключение данного датчика происходит к контроллеру SC 200 (Рис. 3.19), выполняющим функции управления, контроля и выводов данных, полученных при работе NITRAX sc.

Данное устройство имеет программируемые электронные компоненты, что даёт возможность при установке провести более точную отладку, под требуемые параметры комплекса в целом. Так же при соответствующей

настройке данного модуля, можно добиться полной автоматизации измерений. При решении простых одноуровневых задач, не задействуя дополнительной электронной периферии.

Для подключения датчика NITRAX sc к контроллеру SC 1000, осуществляется коннектором типа M12 с внутренней резьбой, внутри подобия накидной гайки. Данный тип соединения обеспечивает защиту электрики, по классу пыле-влагозащиты - IP68. Подключение контроллера SC 200 осуществляется с другими устройствами и системами по средствам интерфейсов PROFIBUS и MODBUS. Данный тип интерфейсов позволит подключить контролер и датчик непосредственно персональному компьютеру, на котором должно быть предустановлено соответствующее ПО для обработки данных и хранению.



Рисунок 3.18 контроллер SC 1000

Таблица 3.6 Характеристики контроллера SC 1000

Измерительные входы	<ul style="list-style-type: none"> - Для 8 датчиков/анализаторов, выполненных по цифровой технологии sc (или со специальным переходником) - Все параметры настраиваемы и комбинируемы - С использованием сети могут подключаться дополнительные датчики или анализаторы
Температурный диапазон применения	От -20 до +55 °C

Встроенные модули	- 4 релейных контакта, макс. 5 А 115/230 В пер., настраиваемые как пороговые, статусные, Р-управл. или таймер - 4 аналоговых выхода: 0/4 – 20 мА ВЫХОД, настраиваемые - 4 аналоговых/цифровых входа: 0/4 – 20 мА ВХОД или цифровой ВХОД; настраиваемые - Подключение по шине передачи данных: RS232 Modbus, RS485 Modbus, Profibus DP
Поддерживаемые интерфейсы	RS 232 Modbus, RS 485 Modbus, Profibus DP
Питание и энергопотребление	~ 100 – 230 В ±10%; 50/60 Гц; 24 В пост. -15%, +20%; 50 Вт;
Запись данных	SD card
Габариты	144 x 144 x 181 мм
Материал корпуса	Поликарбонат, алюминий, нержавеющая сталь
Вес	Дисплей - 1.2 кг, Контроллер - 5 кг

Данный контроллер обладает модульным устройством, на любом из этапов проводимых измерений, допустимо подключение дополнительных модулей и датчиков. Данное техническое решение как нельзя лучше подходит под поставленные условия, так как даёт возможность провести ремонт комплекса в полевых условиях, не прекращая процесс мониторинга.

Так же контроллер имеет собственный GSM модуль, что даёт возможность удалённой передачи данных, а также возможность удалённого управления работой контроллера, следовательно, работой комплекса, по средством персонального компьютера или же мобильного телефона.

Если же связь прерывается, то можно воспользоваться дублирующей системой контроллера, а именно, записью полученных данных, которые по преднастройке комплекса, могут записываться на вставленную в контроллер, SD карту. Запись может вестись одновременно со всех датчиков, подключенных к контроллеру, в то же время, пока ведётся передача данных, продолжается запись на SD карту.

Анализатор проводимости и солености модель С4Е

«Интеллектуальный» цифровой датчик С4Е сохраняет калибровку и исторические данные. Это позволяет пользователю останавливать и пускать систему без повторной калибровки.

Данное устройство так же использует протокол Modbus RS-485, что так же позволяет использовать цифровой датчик С4Е фирмы PONSEL можно подключить к любому типу регистратору данных, контроллеру или дистанционной система считывания/записи или удалённого контроля;



Рисунок 3.19 СЕ4 - анализатор проводимости/солёности

Таблица 3.7 Технические характеристики анализатора СЕ4

Измерения	
Принцип измерения	Датчик проводимости с 4 электродами
Диапазоны измерений	0-200,0 мксек/см 0-2000 мксек/см 0-20,00 мсек/см 0-200,0 мсек/см
Разрешение	От 0,01 до 1 согласно диапазону
Точность	+/-1 % от полного диапазона
Время реагирования	<5сек
Температура воды	от 0 °С до +50 °С
Компенсация температуры	СТН
Температура хранения	От -10 °С до + 60 °С
Интерфейс сигнала	Modbus RS-485 (опция SDI-12)
Максимальное время обновления	Макс. <1 сек
Источник питания датчика	5 - 12 вольт

Данный анализатор так же получается контроллеру SC 1000, тем самым уже три датчика могут работать в режиме автономном режиме, а также передавать данные для дальнейшего анализа на берег.

Цифровой датчик температуры DS18B20

DS18B20 — это цифровой датчик температуры. Датчик очень прост в использовании. Во-первых, он цифровой, а во-вторых - у него всего лишь один контакт, с которого мы получаем полезный сигнал. То есть, можно подключить к одному одной станции одновременно два и более сенсоров. Что позволит сохранить достаточное количество свободных портов для подключения.



Рисунок 3.20 Цифровой датчик температуры DS18B20 с разметкой сигнальных проводов

Так же не последним считается тот факт, что при параллельном подключении возможно использование до 127 датчиков на один входной пин устройства, при этом считываемые показания не суммируются, то есть можно получить до 127 различных значений температуры.

Постоянная памяти DS18B20 позволяет сохранять граничные значения температуры, при превышении пороговых значений, сенсор переходит в режим тревоги. На общей шине из нескольких сенсоров, микроконтроллер способен при небольшом количестве машинных тактов определить, какие из них перешли в тревожный режим. Таким образом становится намного легче определить проблемный участок в контролируемой среде.

Таблица 3.8 Технические характеристики датчика DS18B20

Диапазон измеряемых температур	от -55 до $+125$ °C
Точность	$\pm 0,5$ °C, в пределах от -10 до $+85$ °C
Время получения данных	750 мс при 12-битном разрешении; 94 мс при 9-битном разрешении;
Напряжение питания	3–5,5 В
Потребляемый ток при бездействии	750 нА
Потребляемый ток при опросе	1 мА

Для подключения данного датчика требуется один подтягивающий резистор на 4.4 КОм и микроконтроллер Arduino Nano. В конечной варианте установки и соединения, датчик можно подключить к центральному компьютеру, отвечающему за обработку данных. Схема подключения, следующая (Рис. 3.21):

- контакт GND с DS18B20 подключается к GND на Arduino;
- контакт Vdd с DS18B20 подключается к +5V на Arduino;
- контакты Vdd и GND припаиваются к левой и правой ножкам подтягивающего резистора;

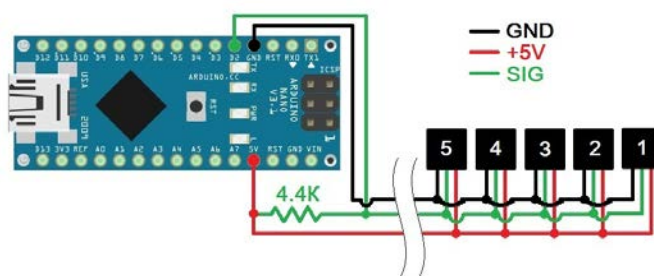


Рисунок 3.21 Подключение датчика DS18B20 к Arduino Nano с демонстрацией множественного включения датчиков.

Важным преимуществом данной схемы является то, что сама плата имеет открытую архитектуру, что в свою очередь даёт возможность самостоятельно составить алгоритм работы для датчика. Также стоит тот факт,

что код для работы с микроконтроллером, является открытым и общедоступным, что сводит на нет затраты на программное обеспечение микроконтроллера.

Промышленный датчик измерения мутности и взвешенных веществ Solitax sc

Промышленные датчики Solitax sc определяют как мутность в воде от ультрачистой до практически не прозрачной, так и содержание взвешенных веществ в активном, первичном и обезвоженном иле. Датчики могут быть погружного типа или монтироваться в трубопровод.



Рисунок 3.22 Датчик взвесей и мутности воды Solitax sc в трёх вариантах геометрии и материалах исполнения корпусных элементов

Промышленные анализаторы мутности и взвешенных веществ с нефелометрическими датчиками мутности SOLITAX (промышленный нефелометр) от фирмы HACH-Lange имеют обширную область применения благодаря большому количеству их модификаций. Использование универсальных промышленных контроллеров MultiUnit позволяет производить измерения как в единицах мутности: в единицах концентрации (TS): % (проценты), г/дм³ (г/л), мг/дм³ (мг/л) с возможностью калибровки по произвольным стандартам (включая каолин).

Таблица 3.9 Технические характеристики датчика Solitax sc

Принцип измерения	Двойное светорассеяние в ИК области
Диапазон измерений	t-line: 0.001 - 4000 FNU ts-line, inline: 0.001 - 4000 FNU; 0.001-50 г/л hs-line, highline: 0.001 - 4000 FNU; 0.001-150 г/л
Воспроизводимость	Мутность: <1% Взвешенные вещества: <3%
Точность измерений	Мутность до 1000 FNU/NTU: <ul style="list-style-type: none"> • без калибровки <5% от измеряемого значения, ± 0.01 FNU/NTU • с калибровкой <1% от измеряемого значения, ± 0.01 FNU/NTU
Время отклика	1 - 300 сек. (настраивается)
Рабочая температура	От 0 до 40 °С
Давление	до 6 бар (глубина до 60м)
Макс. скорость потока	до 3 м/с

Датчик обладает возможностью автоматической очистки. Данная функция позволяет сократить время технического обслуживания, так как придётся реже проводить очистку патрубков и труб системы от засоров различного характера.

Так же данный датчик подключается к универсальному контроллеру серии SC 1000 что позволяет повысить уровень автоматизации процесса мониторинга.

LDO sc оптический датчик растворенного кислорода

Этот оптический метод полностью лишен недостатков традиционных методов измерения, которые приводили к искажению результатов, особенно заметных при нерегулярном обслуживании электрохимических датчиков. Инновационная процедура LANGE LDO обеспечивает максимальную достоверность анализов при самых минимальных требованиях к обслуживанию датчика.



Рисунок 3.23 Оптический датчик LDO sc

Принцип работы датчика LDO основывается на оптической технологии. В этом уникальном методе крышка сенсора со слоем люминофора заменяет электролит, электроды и газопроницаемую мембрану традиционных электрохимических ячеек. Датчик калибруется на заводе под конкретную крышку с прочным и стабильным покрытием; последующая перекалибровка датчика не требуется.

В отличие от электрохимических датчиков, при оптическом измерении не происходит поглощения растворенного кислорода и потому LDO не чувствителен к загрязнениям, а скорость потока не оказывает влияние на результаты измерений. Датчик Nach-Lange LDO абсолютно невосприимчив к таким растворенным газам как H₂S или CO₂, которые отравляют и даже выводят из строя традиционные полярографические кислородные датчики.

Датчику не требуется времени для поляризации - он всегда сразу готов к проведению измерений после включения.

Таблица 3.10 Технические характеристики LDO

Вес:	1.0 кг (2,2 фунта), только датчик
Диапазон рабочих температур	От 0 °С до - 50 °С
Время отклика: T ₉₅ <60 °С	T ₉₅ <60 °С T ₉₀ <40 °С
Диапазон давлений	Макс. 3,5 бар
Глубина погружения	15 m, 1050 kPa, maximum
Диапазон измерений	0.01 - 20.00 мг/л (или миллионных долей); 0 - 200 % насыщение воздуха;
Макс. расстояние до контроллера	300 м с использованием промежуточных усилителей и дополнительных кабелей
Калибровка	не требуется
Мин. требования к потоку	нет
Принцип измерения	Люминесцентный
Материал датчика	вспененный Noryl, нерж. сталь 316 SS
Габаритные размеры (Ø x Д)	48.2mm x 254mm
Точность, Погрешность:	± 0,05 ppm до 1 миллионной доли ± 0,1 ppm до 5 миллионных долей ± 0,2 ppm выше 5 миллионных долей
Условия хранения	-20 °С - 70 °С
Разрешение	0.01 мг/л, 0.01 ppm, 0.01% насыщения
Относительная влажность воздуха	95 %
Передача данных:	Modbus совместный с контроллерами SC200 или SC1000
Диапазон измерения	0.05 ... 20.00 мг/л, 0.05 20.00 ppm, 0.5 ... 200% насыщения

Данный датчик так же использует совместные с Modbus интерфейсы, что позволяет подключить его к контроллеру SC 1000, тем самым увеличивая уровень автоматизация измерений.

Датчик нефтепродуктов FP 360 sc

Флуоресцентный датчик (Рис. 3.24) для определения ПАУ/нефтепродуктов в воде. Корпус датчика выполнен из титана, что позволит ему выдержать работу в условиях солёной воды портовых зон. Данный датчик проводит непрерывном режиме мониторинг природных, технологических и промышленных воды, реагируя на незначительное присутствие следов нефтепродуктов. Высокочувствительный УФ флуориметр погружается прямо в среду.

Датчик работает по следующему принципу – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) после их облучения ультрафиолетовым светом испускают свечение в более длинноволновой области (флуоресценция). Этот метод более чувствителен, чем измерение поглощения или светорассеяния. ПАУ входят в состав абсолютного большинства нефтепродуктов. По этой причине они являются высоко специфичным индикатором наличия нефтепродуктов в поверхностной воде, технологических и промышленных водах. Содержание ПАУ может быть использовано для расчёта суммарного содержания нефтепродуктов в воде.



Рисунок 3.24 Датчик нефтепродуктов FP 360 sc

Источником ультрафиолетового излучения FP 360 sc является ксеноновый светодиод с интерференционным фильтром. Детектором представлен УФ-фотодиод с интерференционным фильтром, с возможностью компенсации накладывающихся световых потоков.

Таблица 3.11 Технические характеристики FP 360 sc

Волна возбуждения	254 нм
Длина волны детектирования	360 нм
Диапазон измерения	Низкий диапазон: [0 - 50 мкг/л] 0 - 500 мкг/л (ПАУ); [0 - 1.5 мг/л] 0 - 15 мг/л (нефти); Высокий диапазон: [0 - 500 мкг/л] 0 - 5000 мкг/л (ПАУ); [0 - 15 мг/л] 0 - 150 мг/л (нефти);
Класс защиты	IP 68
Воспроизводимость	2.5 % от измеряемого значения
Время отклика	10 сек (T90)
Диапазон давлений	Макс. 30 бар
Условия хранения	-40°C до +60 °C
Допустимый для работы температурный режим	От -5°C до +45 °C
Размеры:	68 x 306 мм
Масса	1,8 кг

Так же данный датчик обладает возможность взаимодействия с каналами передачи контроллера SC 1000, позволяя его включить в систему автоматизированных измерений, проводимых комплексом.

Датчик хлора модели 499ACL

Датчик хлора модели 499ACL предназначен для определения свободного и полного хлора, или монохлорамина в воде и сточной воде. Для измерения полного хлора может быть использована система измерения TCL.



Рисунок 3.25 Датчик хлора 499ACL

Таблица 3.12 Технические характеристики Датчик хлора 499ACL

Диапазон измерений	0 – 10 мг/л	
Смачиваемые материалы	Noryl, Viton, силикон, платина, полиэфирсульфон	
Погрешность	Погрешность зависит от погрешности химического испытания, используемого для тарирования датчика	
Чувствительность к рН	Для интервала 6.5 до 9.5. Для рН от 9.5 до 10.0 требуется консультация производителя. При рН менее 6.5 коррекция не требуется.	
Коррекция рН	Необходим вспомогательный датчик рН в случае, если рН образца колеблется в интервале более 0.2	
Помехи	Пероксиды, перманганаты, монохлорамины	
Время отклика	22 с при 95% от конечного значения при 25°C	
Рабочее давление	101 -549 кПа абс.	
Рабочая температура	0 — 50°C	
Технологическое соединение	1 дюймовая MNPT резьба	
Длина встроенного кабеля	7,6 м	
Максимальная длина кабеля	91 м	
Вес / вес брутто	0.5/1.5 кг	
Проводимость образца	>50 мкСм/см	
Скорость потока	Сквозной поток	От 3.8 до 19

		л/мин
	Открытый канал	0.3 м/с
	Ячейка низкого потока (PN 24091-00)	от 30 до 57 л/ч
	Ячейка низкого потока (PN 24091-01)	от 8 до 19 л/ч

Данный тип датчиков так же совместен с контроллером SC 1000, что позволит комплексу вести автономный сбор данных в процессе мониторинга.

Сенсор для анализа сине-зелёной водоросли

Датчик сине-зеленый водорослей от компании Hydrolab основан на погружном флюорометре Turner Designs Cyclops-7. Доступны две версии: одна для фикоцианина и одна для фикоэритрина, один для обнаружения фикоцианина в пресной воде, и один для обнаружения фикоэритрина в морской воде.

Рабочие стандарты и протоколы измерений сенсора позволят обеспечить быстрый и простой способ проверки стабильности датчика с течением времени и могут быть скорректированы для корреляции с известной концентрацией сине-зеленых водорослей.

В датчике предусмотрены автоматических диапазона усиления, которые переключаются автоматически, то есть самой электроникой сенсора, обеспечивают широкий диапазон измерений от 100 до 2 000 000 клеток/мл для фикоцианина или фикоэритрина.

Отличное отклонение от мутности благодаря небольшому дизайну объема образца и высококачественным оптическим фильтрам.



Рисунок 3.28 Сенсор для анализа сине-зелёной водоросли

Таблица 3.13 Технические характеристики датчика сине-зелёной водоросли

<p>Диапазон измерений</p>	<p>Низкая чувствительность: 150 ... 2000000 клеток/мл</p> <p>Низкая чувствительность: 150 ... 200000 клеток/мл</p> <p>Высокая чувствительность: 150 ... 20000 клеток/мл</p>
<p>Точность</p>	<p>± 3% для эквивалентов уровня сигнала 1 мг/тонн, родамин ВТ красителя или выше, используя датчик родамина</p>
<p>Разрешение</p>	<p>1 клетка/мл</p>

3.3 Применения ТНПА в качестве вспомогательного оборудования для судового комплекса портового мониторинга

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА) — это подводный аппарат, который управляется оператором или группой операторов с борта судна или берега. ТНПА[10] это весомая часть мирового рынка среди специализированной подводной техники. Разрабатываемая платформа ТНПА позволяет проводить широкий спектр работ в сфере подводного мониторинга с минимальными финансовыми вложениями. Невысокая стоимость материалов и малые габариты делает данную модель ТНПА довольно универсальным и доступным инструментом.

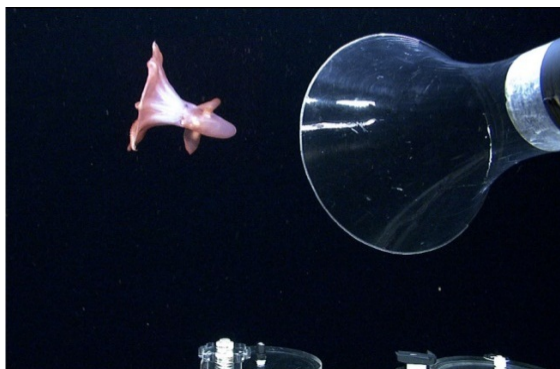


Рисунок 3.29 Пробоотборник для забора образчиков фауны и флоры

Прототип

В рамках выпускной квалификационной работы, написанной в 2016 году, в качестве демонстрационного образца, был собран прототип ТНПА, но из-за технических неполадок, выявившихся после транспортировки, перед дипломной комиссией был представлен ознакомительный образец. В данный момент ведётся устранение технических неполадок, связанный с ненадёжной пайкой пульта управления, так же ведётся разработка ПО, которое возьмёт на себя роль системы управления и заменит собой пульт управления, сократив таким образом количество проводов, используемых в кабель-тросе, что значительно уменьшит вес кабель-троса. Так же ведётся переработка корпуса и корпусных элементов, что позволит установить дополнительную электронику в корпусе ТНПА, для корректной и надёжной работы основных двигателей, осветительных элементов и видеокамеры.

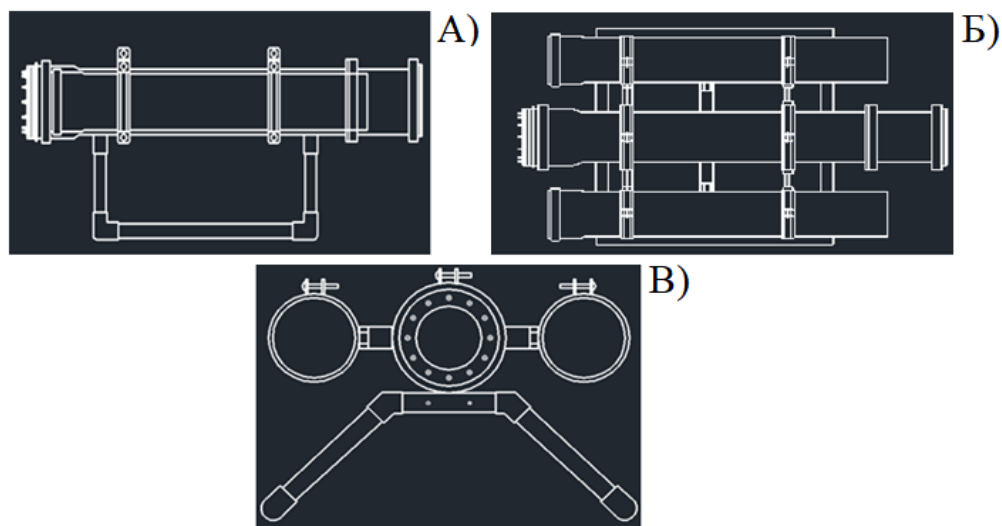


Рисунок 3.30 Три вида (проекции (А – вид боковой проекция, Б – вид верхней части корпуса, В – передняя проекция) внешнего корпуса предварительной версии ТНПА (на момент составления данной части статьи корпус претерпел изменения).

Данный образец ТНПА является перспективным прототипом, на основании которого можно вести дальнейшую разработку ТНПА малого класса, применимых для подводного мониторинга, в том числе портовых территорий и морских инженерных сооружений. Данный прототип не требует производственных условий для проектировки, производства и сборки основных и дополнительных корпусных элементов, так же основные и расходные части для сборки, изготовления и замены, находятся в свободном доступе и имеют стоимость, подходящую для сборки в непромышленных условиях.

Заключение

Использование океанографической техники для мониторинга портовых зон является оптимальным решением поставленной задачи. Практическое значение имеет возможность оперативного получения данных с места прохода катера. Использование на судне малогабаритного телеуправляемого аппарата (ТНПА), позволило бы существенно расширить спектр проводимых на судне изыскательных работ по мониторингу гидротехнических сооружений портовых зон.

В связи с тем, что судно имеет небольшие размеры и отсутствуют помещения для хранения какого-либо груза, размещение на его палубе кассетных пробоотборников типа SBE 32, является нежелательным. В данном исследовании были определены перспективы применения и реализации судна, для решения задач портового экологического мониторинга. Определён перечень технических средств для выполнения поставленной задачи.

Использование автономных систем попутного судового наблюдения является оптимальным для решения задачи портового мониторинга, так как предоставляется возможность оперативного получения данных о состоянии воды в акватории порта. Данное решение подходит для районов, где имеются пути регулярного судового сообщения и нагруженные судовые пути следования.

В подобных условиях оперативность полученных данных играет ключевую роль, так как состояние портовых вод крайне динамично и требуется в наблюдении и возможном регулировании, в первую очередь для избежания ухудшения экологической обстановки портовой и прилегающих зон.

Данный подход позволит минимизировать риски, загрязнения портовых вод, эвтрофикацией и предотвратить возможное укоренения видов вселенцев.

Система автономных средств попутного сбора данных и анализа забортной воды, установленная на судах мало и среднего водоизмещения,

является оптимальным решением вопроса экологического мониторинга портовых и прибрежных зон, так как суда данного типа имеют достаточную маневренность и габариты для работы в указанных зонах.

Так же монтаж такой системы не представляет собой процедуру, влекущую за собой серьёзные изменения в геометрии корпуса судна или серьёзное вмешательство в системы жизнеобеспечения судна. Достаточно иметь проточно-заборный канал, ведущий к поверхностям датчиков. Единственным ограничением для данного типа катера, а именно тип с наличием открытой палубной части для монтажа комплекса, является высокий уровень влажности, так как более точная измерительная аппаратура, а именно, химические анализаторы боксового типа, предназначена для установки в помещениях с контролируемым уровнем влажности.

Обслуживания самой системы на борту не требует на нём постоянного наличия обслуживающего научного персонала или специалиста инженера.

Наличие подобный судовых единиц значительно упростит проведение экологического мониторинга портовых зон и позволит выработать комплекс новых методик, документально нормативных баз и систем регулирования для урегулирования вопросов, и ситуаций, связанных с состоянием водной среды в районах с нагруженной или близкой к ней судовой нагрузкой на водные транспортные пути.

Список использованных источников

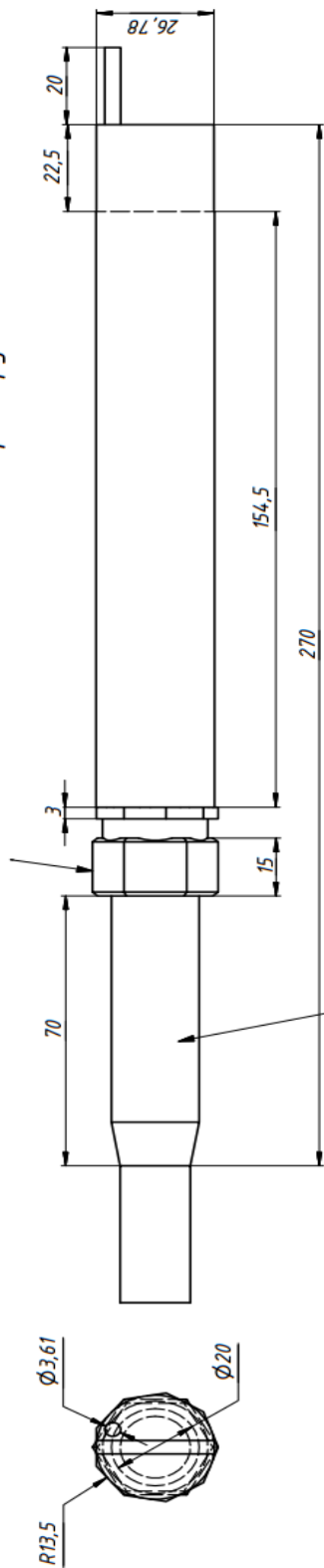
1. ГОСТ Р 54523-2011 Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://docs.cntd.ru/document/1200088533>;
2. Вартанов А. З., Шкуратник В. Л., Рубан А. Д., Методы и приборы контроля окружающей среды, и экологический мониторинг: учебник., издательство «Горная книга»., Москва, 2009 г; [1]
3. ФГУП «РосМорПорт» [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://www.rosmorport.ru/services.html>; [2]
4. Экологическая чувствительность морских прибрежных экосистем в районах строительства портовых комплексов, Мохсен Мохамед Эль-Ширбини Омар, Санкт-Петербург 2005 г., [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://earthpapers.net/ekologicheskaya-chuvstvitelnost-morskih-pribrezhnyh-ekosistem-v-rayonah-stroitelstva-portovyh-kompleksov#ixzz4tzLqvi7Z>; [3]
5. Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти «Пиларн», [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://www.pilarn.ru/>; [4]
6. Sea-Bird Scientific., [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://www.seabird.com/>; [5]
7. Hydro International, [Электронный ресурс]/ режим доступа - https://www.hydro-international.com/themes/small-survey-boats?utm_campaign=dd9f096254-HYD-Focus-12017_06_13&utm_medium=email&utm_source=Hydro%20International%20Newsletter&utm_term=0_3dd1ce56b6-dd9f096254-; [6]

8. Small Survey Boats on Geo-matching.com, [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://hydrography.geo-matching.com/category/id117-small-survey-boats-.html>
9. Группа Компаний «Морская геодезия», [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://m-geo.ru/ru/Pioneer%20port>
10. ФГУП «РосМорПорт» [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://www.rosmorport.ru/services.html>; [7]
11. Sea-Bird Scientific., [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://www.seabird.com/>; [8]
12. Группа Компаний «Морская геодезия», [Электронный ресурс]/ режим доступа - <http://m-geo.ru/ru/Pioneer%20port>;
13. Электронный ресурс - <http://www.ferrybox.com/about/principle/index.php.en?print>; [9]
14. Войтов Д.В., Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты, «МОРКНИГА», Москва 2012 год; [10]
15. Кропотов Ю. А., Проскуряков А. Ю., Белов А. А., «Алгоритмы автоматизированных систем экологического мониторинга промышленных производств: монография», Москва 2015;
16. Электронный ресурс., ФГУП РосМорПорт., Главная>> Филиалы>> Северо-Западный бассейновый>> филиал>> Услуги>> Экология., http://www.rosmorport.ru/filials/spb_ecology/; [11, 12, 13, 14]

Перечень приложений

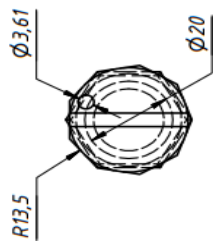
Вид 2

Крепление кабеля накладной гайкой
для подключения датчика к контроллеру

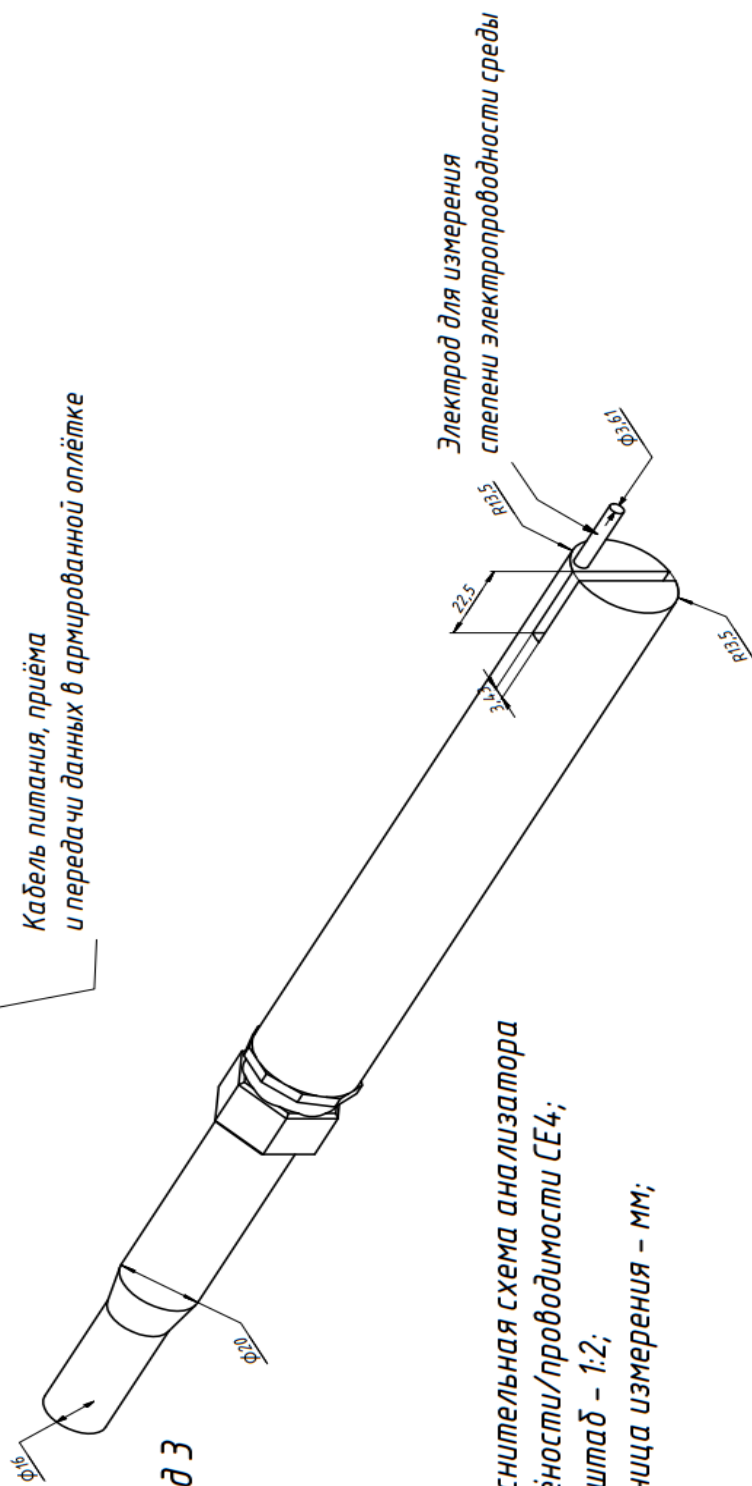


Кабель питания, приёма
и передачи данных в армированной оплётке

Вид 1

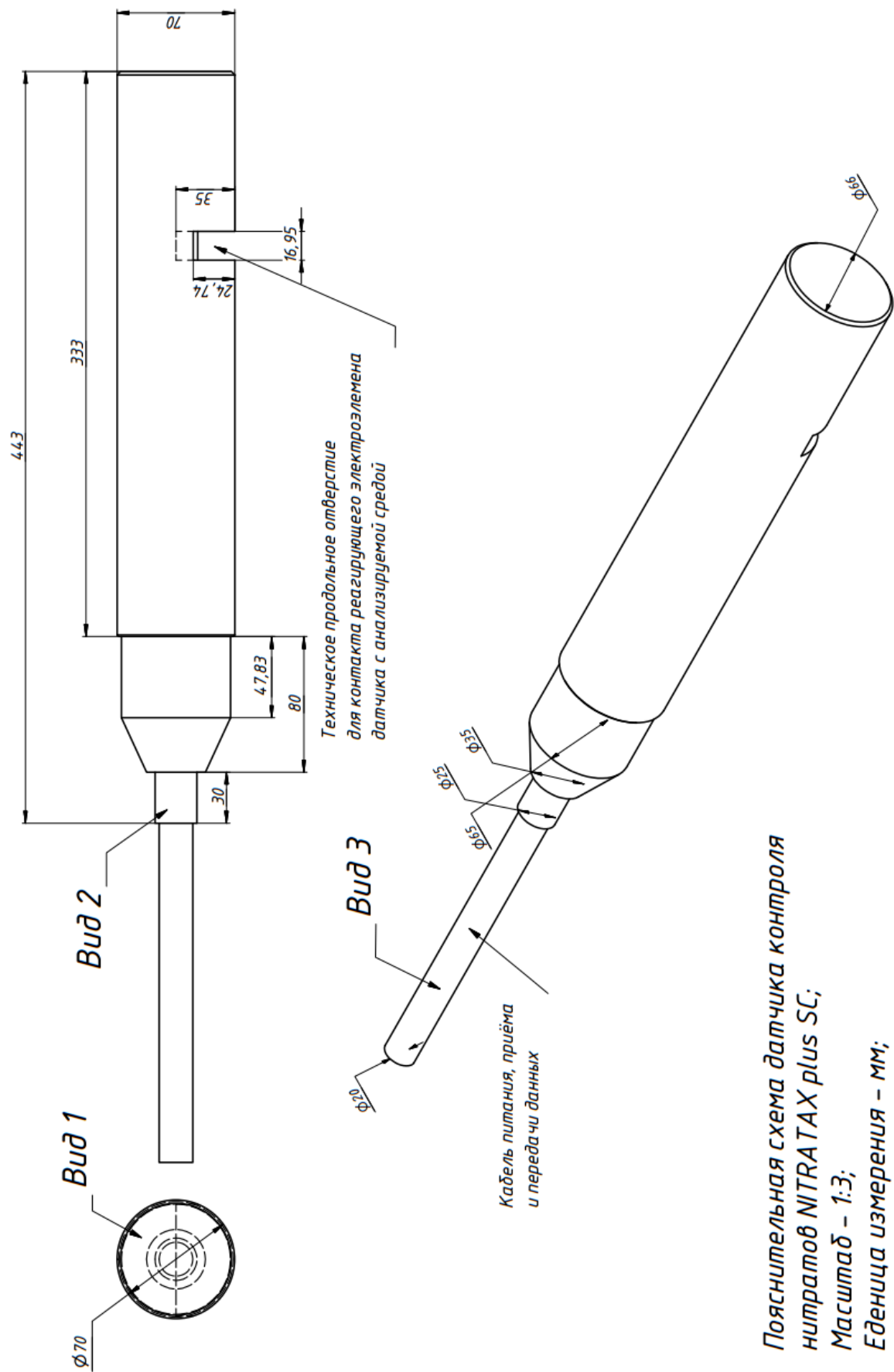


Вид 3

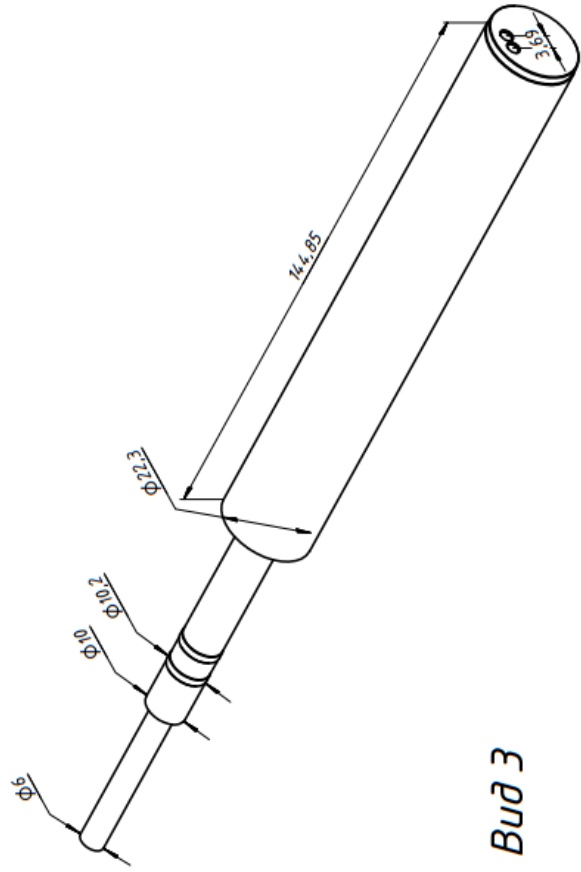
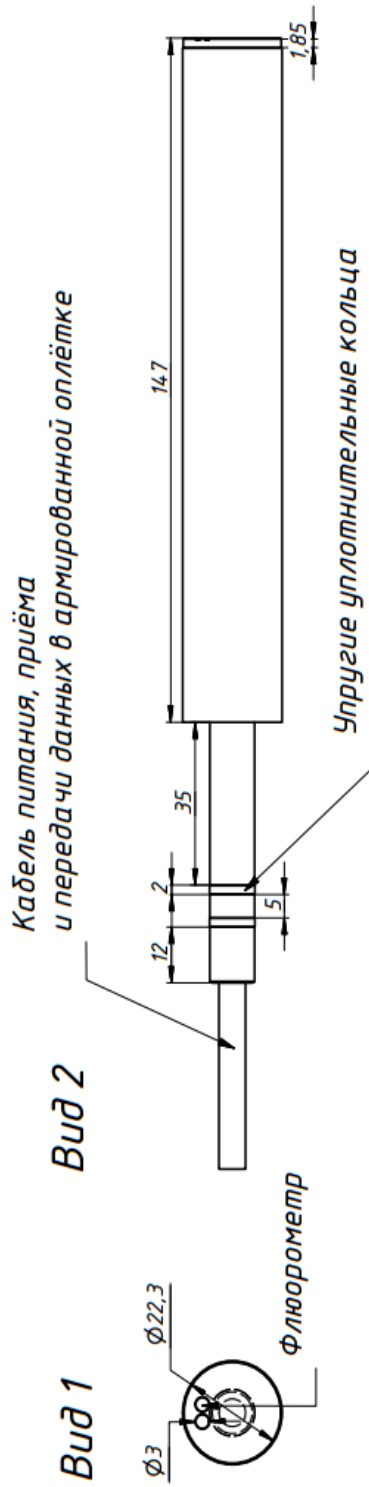


Электрод для измерения
степени электропроводности среды

Пояснительная схема анализатора
солёности/проводимости SE4;
Масштаб – 1:2;
Единица измерения – мм;

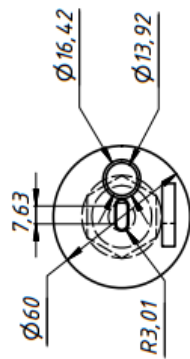


Пояснительная схема датчика контроля нитратов NITRATAX plus SC; Масштаб – 1:3; Единица измерения – мм;



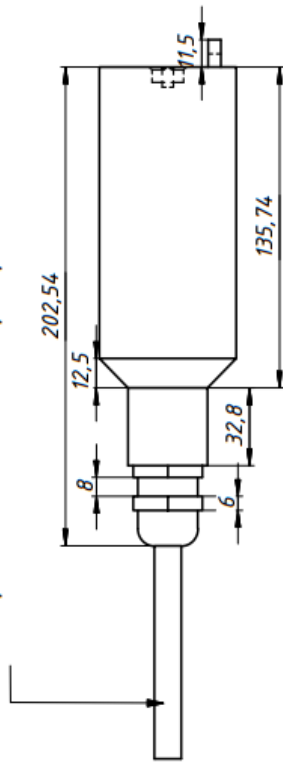
Вид 3

Пояснительная схема
сенсора для анализа
сине-зелёной водоросли
Turner Designs Cyclops-7;
Масштаб – 1:1;
Единица измерения – мм;

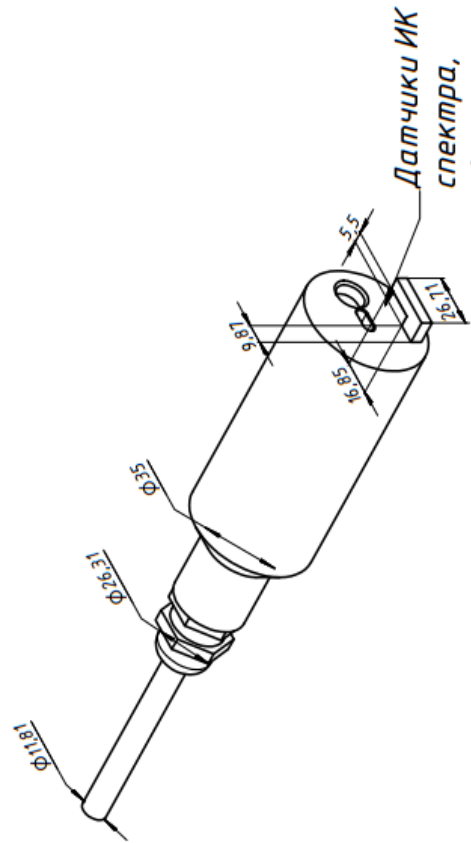


Вид 1

*Кабель питания, приём
и передачи данных в армированной оплётке*



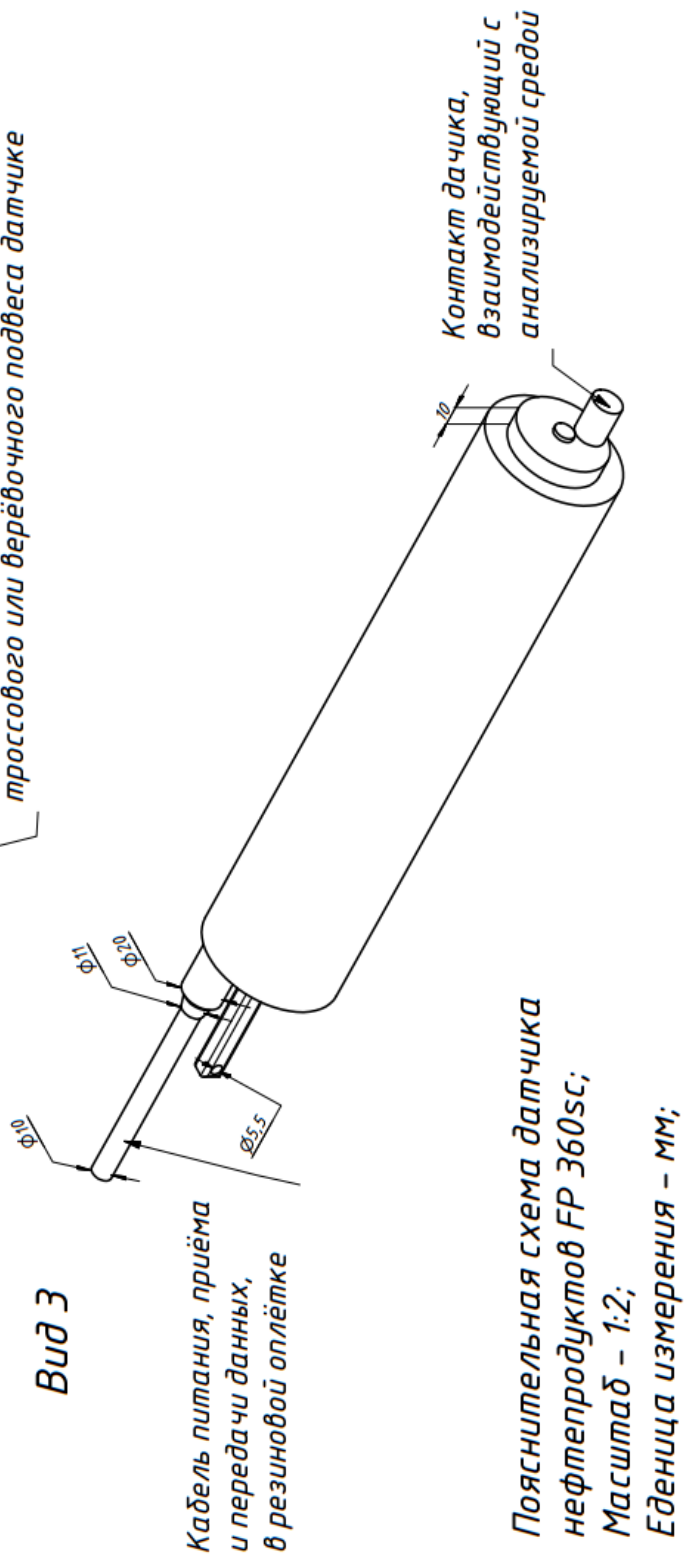
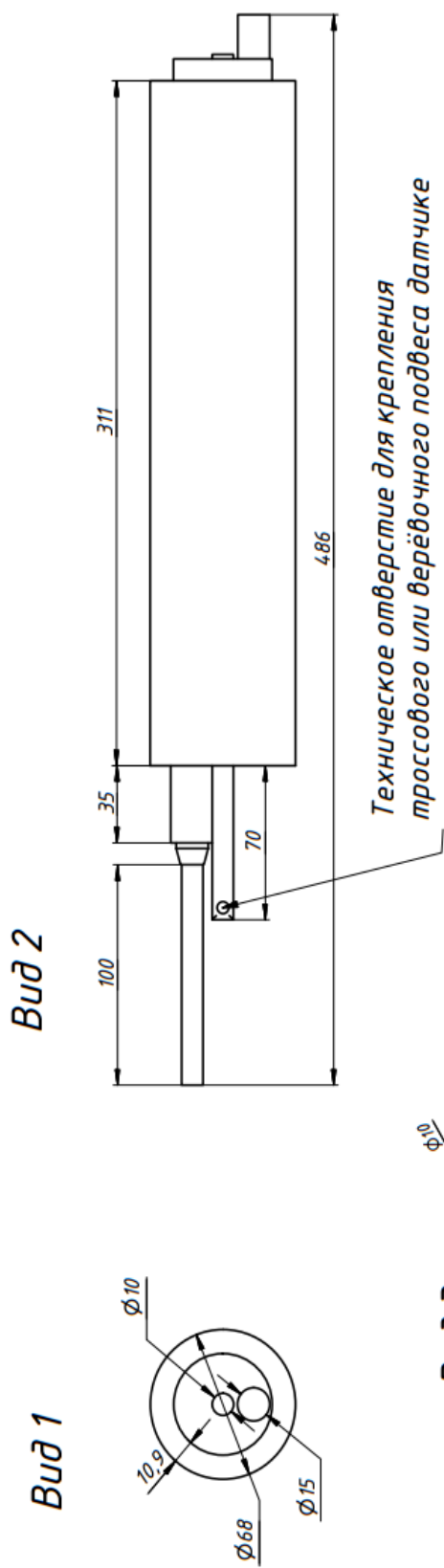
Вид 2



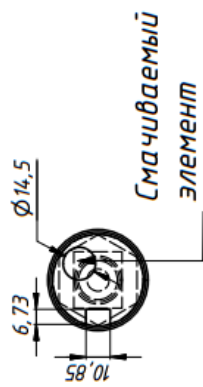
Вид 3

*Пояснительная схема
датчика взвесей и мутности
воды Solitax SC;
Масштаб – 1:2;
Единица измерения – мм;*

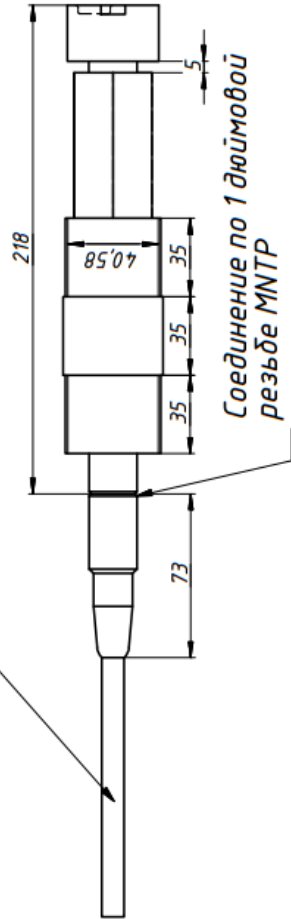
*Датчики ИК
спектра,
светофильтры и
светорассеятели*



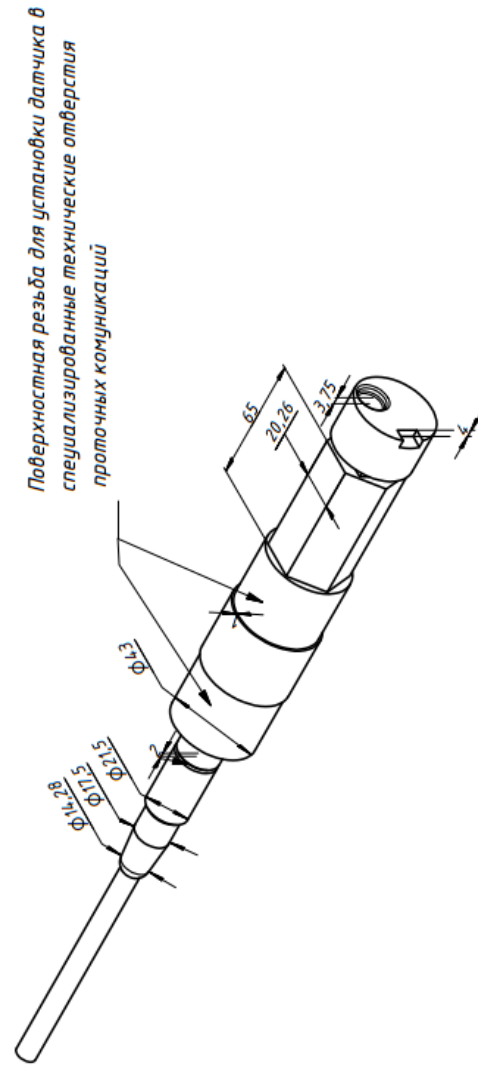
Вид 1



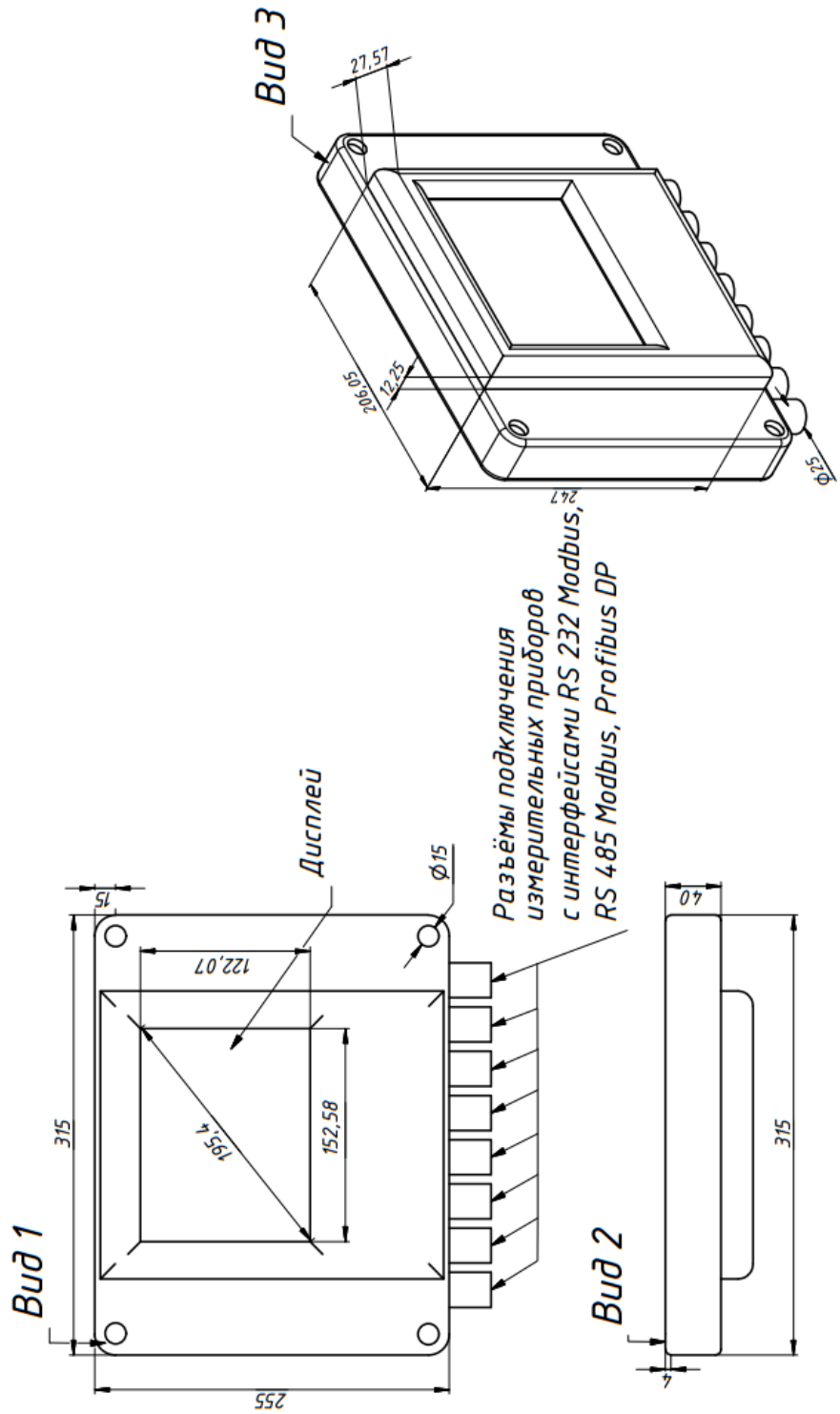
Вид 2 Кабель питания, приёма и передачи данных в армированной оплётке



Вид 3



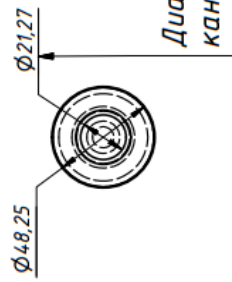
Пояснительная схема датчика хлора 499ACL; Масштаб – 1:2; Единица измерения – мм;



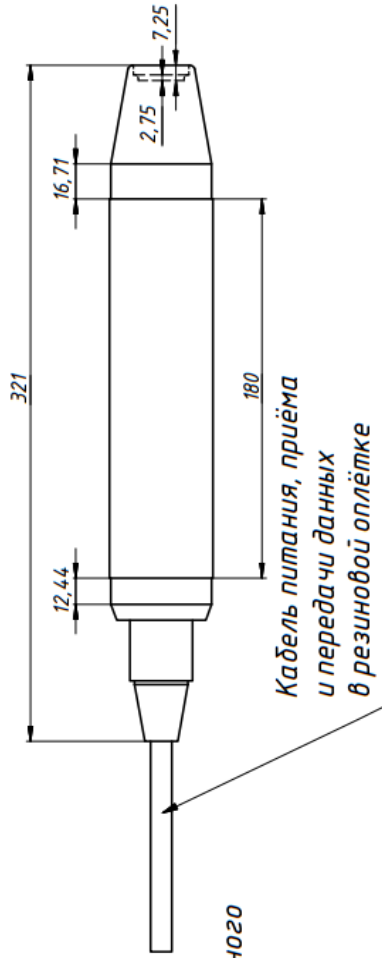
Пояснительная схема контроллера измерительного оборудования SC1000; Масштаб – 1:2; Единица измерения – мм;



Вид 1



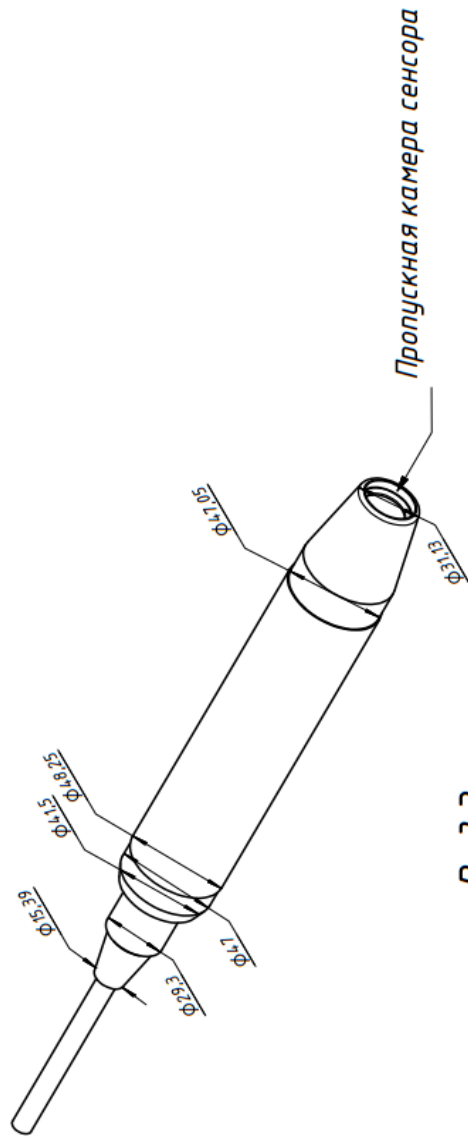
Вид 2



Диаметр пропускного канала сенсора

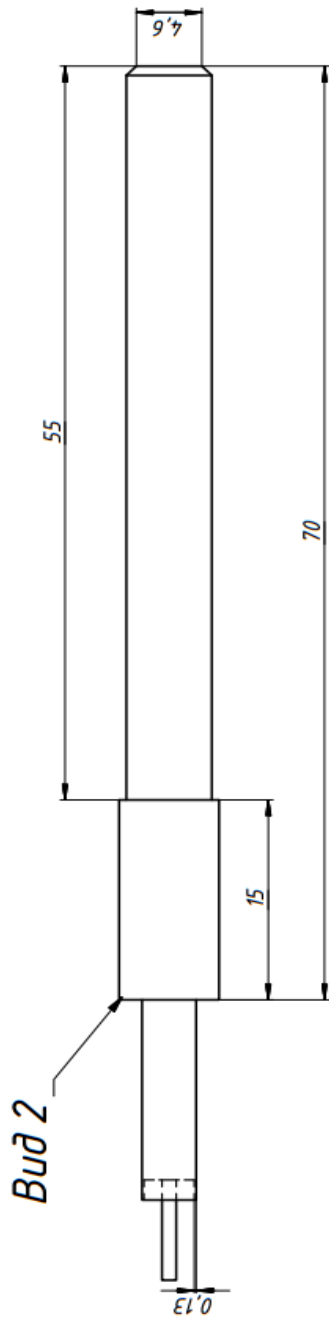
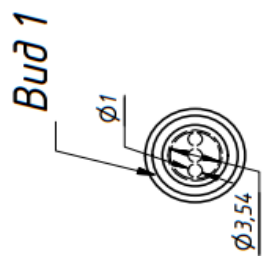
Кабель питания, приёма и передачи данных в резиновой оплётке

Вид 3

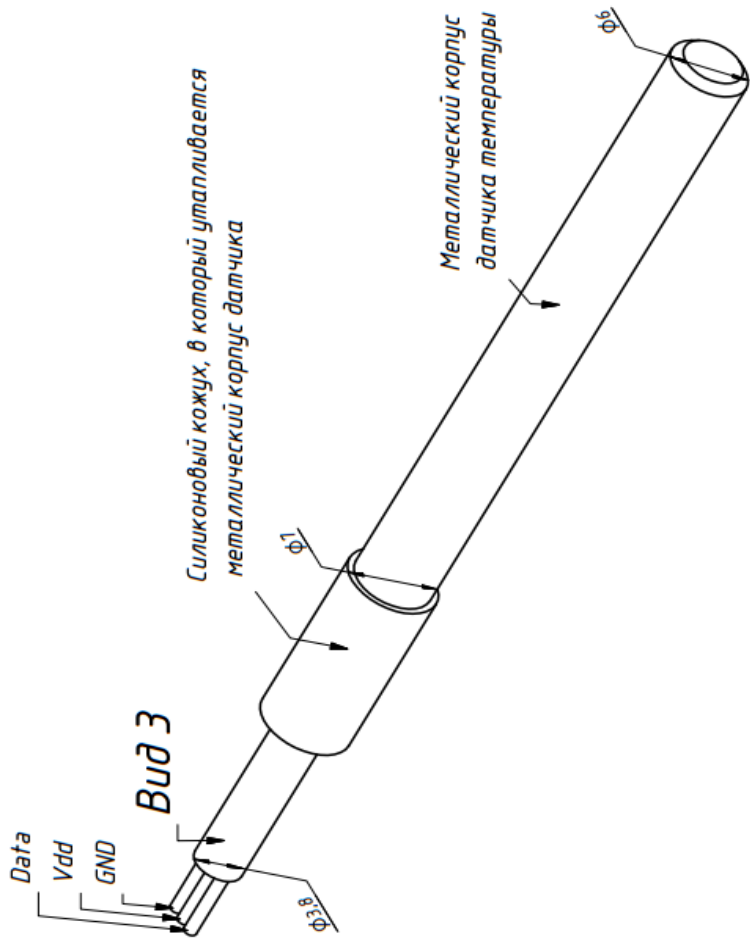


Пояснительная схема датчика растворённого кислорода LDO sc; Масштаб - 1:2; Единица измерения - мм;

Пропускная камера сенсора



Обозначение сигнальных
и силовых проводов



Пояснительная схема
цифрового датчика
температуры DS18B20;
Масштаб – 3:1;
Единица измерения – мм;

Схема с
 представлением
 теоретической модели
 использования
 комплекса портового
 мониторинга на базе
 судна с малым
 водоизмещением. В
 данной компании
 обслуживание
 комплекса будет
 требовать участие
 одного
 специалиста – техника,
 для проведения
 планового осмотра и
 при необходимости
 отладки системы
 перед выходом.

