



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА

На тему: «Перспективы развития морских дронов»

Исполнитель: Кумпан Софья Андреевна

Руководитель: кандидат технических наук, доцент

Попов Николай Николаевич

«К защите допускаю»

и.о. заведующего кафедрой: _____

кандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

«12» 06 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Допущен к защите

Кафедра морских информационных
систем

И.О. Зав. Кафедрой к.г.н. А.А. Фоки-
чева

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

«Перспективы развития морских дронов»

Направление подготовки – 17.03.01 «Корабельное вооружение»

Профиль - «Морские информационные системы и оборудование»

Исполнитель: ст.гр. КВ-Б13-1

С.А. Кумпан _____

Руководитель: к.т.н.

Н.Н. Попов _____

Санкт-Петербург

2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ИС и ГТ
Кафедра МИС

Направление подготовки «Корабельное вооружение» (Морские информационные системы и оборудование)

ЗАДАНИЕ
на дипломное проектирование
студентки Кумпан Софьи Андреевны.

1. Тема дипломного проектирования: «Перспективы развития морских дронов»
2. Цели исследований:
Рассмотрение современных систем подводного мониторинга с целью выявления наиболее пригодных для изучения арктических акваторий.
3. Перечень подлежащих разработке разделов по теме:
 1. Анализ существующих необитаемых подводных аппаратов;
 2. Выбор характеристик необитаемых подводных аппаратов применяемого для работы в арктической зоне;
 3. Обоснование перспектив развития необитаемых подводных аппаратов в арктических акваториях;
4. Основные ожидаемые результаты
Установление перспектив развития и применения морских дронов в условиях арктических акваторий.
5. Состав технической документации проекта в соответствии с методическими указаниями.

Задание утверждено на заседании кафедры МИС «__» _____ 201__ года

Дата выдачи задания «__» _____ 2016 года

Зав. Кафедрой МИС _____ (А.Г. Соколов)

Руководитель _____ (Н.Н. Попов)

Студент _____ (С.А. Кумпан)

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ.....	7
1.1 Цели использования и задачи НПА.....	8
1.2 Типы НПА используемые в различных условиях.....	12
Выводы.....	22
2 ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК НЕОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАБОТЫ В АРКТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ.....	26
2.1 Анализ физико-географических условий Баренцева моря.....	26
2.2 Зависимость характеристик НПА от условий пользования.....	35
2.3 Выбор НПА в соответствии с зоной применения.....	38
Выводы.....	43
3 ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ.....	45
3.1 Прогноз развития и применения НПА.....	46
3.2 Рекомендации по применению НПА в арктических районах.....	51
Выводы.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	66

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АНПА – автономный необитаемый подводный аппарат

НПА – необитаемый подводный аппарат

ТНПА – телеуправляемый необитаемый подводный аппарат

PPP –PrecisePointPositioning (прецизионно точечное позиционирование)

GPS–системы глобального позиционирования

ВВЕДЕНИЕ

Постоянное движение технологий вперед позволяет науке использовать все новые и новые способы изучения мирового океана. И хотя проводится довольно большое количество океанологических исследований, основное направление интереса современной науки о Мировом Океане и геологических служб уже давно составляет Арктика.

Если раньше возможности изучения Арктических акваторий были сильно ограничены, то сейчас, благодаря развитию технологий и повышению заинтересованности среди научных сообществ и нефтегазодобывающих отраслей, изучение Арктики является одним из основных направлений исследований среди океанологов и геологов. По подсчетам суша в Арктической зоне занимает всего только треть от общей площади, еще примерно треть является ничем иным как континентальным шельфом, с глубинами, не превышающими 500 метров, вся остальная площадь – океаническая часть с глубинами более 500 метров. Более того, значительная часть поверхности океана в Арктике практически весь год покрыта льдом, что никак не облегчает процесс изучения этой части Земли. Таким образом, по суммарным подсчетам две трети Арктической зоны занимает океан.

На данный момент использование телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов является одним из самых эффективных и безопасных способов мониторинга подводной среды. Этот способ позволяет проводить исследования без погружения водолазов и подводных станций без определенной необходимости, а также существенно сократить траты на сами изыскания. Такой способ изучения и подледного наблюдения является наиболее объективным и требует более тщательного подбора функционала для выполнения задач поставленных перед научным сообществом.

Применение робототехнических средств в Арктическом регионе является **актуальной задачей**, поэтому целью данной бакалаврской работы является рассмотрение перспектив развития телеуправляемых необитаемых под-

водных аппаратов, для определения направления развития и совершенствования технического оборудования, а также выявления наиболее пригодного для изучения арктических акваторий.

Данная работа является комплексной. Структура комплексной работы представлена на рисунке 1.

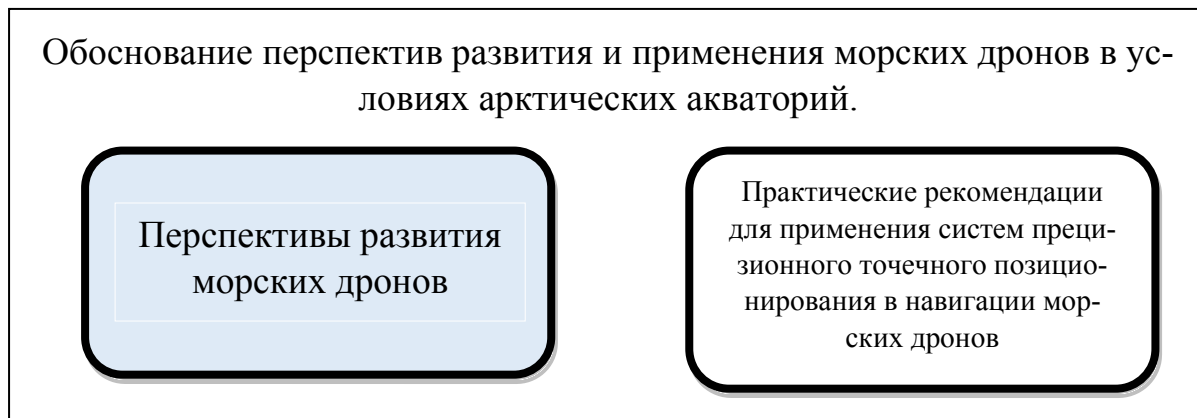


Рисунок 1 – Структура комплексной работы

Объектом исследования выступают системы мониторинга подводных объектов.

Предметом исследования являются необитаемые подводные аппараты.

Цель работы -рассмотрение современных систем подводного мониторинга с целью выявления наиболее пригодных для изучения арктических акваторий.

Задачи, решаемые в дипломной работе:

- Анализ существующих телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов;
- Выбор характеристик телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов применяемого для работы в арктической зоне;
- Обоснование перспектив развития телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов в арктических акваториях.

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Использование телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов в условиях арктических акваторий в качестве метода исследования является наиболее объективным способом рассмотрения подводных объектов в режиме реального времени, а также позволяют провести запись с целью последующего детального анализа. Использование ТНПА и АНПА позволяет ускорить процесс работ и исследований в сравнении с традиционными методами, а также проводить работы в сложных условиях, где не представляется возможным использование обитаемых аппаратов или личного погружения водолаза. АНПА позволяют проводить более точные исследования, с возможностью уменьшить или исключить человеческий фактор. Такие технологии позволят создавать более четкую картину мира, а также расширить человеческие возможности. Что же касается телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА) такие системы позволяют заниматься строительством, а также ремонтными работами на глубине недоступный человеку и возможные приводящий даже к последующим проблемам со здоровьем.

На данный момент существует огромное множество видов необитаемых подводных аппаратов. Их разнообразие объясняется вариативностью использования этих аппаратов в различных акваториях и различными целями. В данном дипломном проекте я только затрону общие принципы работы и назначения АНПА и ТНПА, большую часть времени я уделю именно перспективам развития, так как на данный момент наука и производство нуждается в улучшении технологий способных помочь в строительных и исследовательских работах в условиях арктических акваторий. Точность океанологических, океанографических и исследований, направленных на изучение экологического состояния акваторий, а также биологической активности в арктических зонах позволит проводить более аккуратное строительство, не

влияющее на экологическую и биологическую составляющую Мирового Океана.

Основным фактором, послужившим в пользу выбора НПА как преимущественно-важным способом изучения океана, является положительное влияние на качество исследований и уменьшения возможного воздействия человеческого фактора на эти исследования, а также повышение качества и скорости подводного ремонта.

1.1 Цели использования и задачи НПА

АНПА в первую очередь применяются для решения дистанционного дистанционных задач, например, для исследования морского дна, а также изучение данных объектов без последующего физического контакта с этими объектами.

Какие аппараты в первую очередь нужны для того чтобы проводить подводные исследования. Они осуществляют сбор информации двигаясь в автономном режиме по маршруту заранее проложенным оператором.

Основные задачи, решаемые при помощи автономных необитаемых подводных аппаратов:

- Обзорно-поисковые работы: инспекция подводных сооружений и коммуникаций, поиск и обследование затонувших объектов.
- Геологоразведочные работы: топографическая, фото- и видеосъемка морского дна, акустическое профилирование, картографирование рельефа.
- Подледные работы: обслуживание систем освещения, прокладка кабеля и трубопроводов.
- Океанографические исследования.
- Экологический мониторинг.
- Работы военного назначения: патрулирование, противоминная оборона, рекогносцировка (разведка).

ТНПА предназначены для выполнения подводных работ на внутренних водах, в морских прибрежных, открытых акваториях и используются для:

- поддержки водолазных работ;
- поиска объектов на дне и в толще воды;
- осмотровых работ - городских коммуникации, причалов, подводной части судов, в том числе и на наличие контрабандных товаров, прикрепленных снаружи к борту и т. д.;
- спасательных операции и разминирования;
- остропки и извлечения крупных предметов со дна;
- работ по обеспечению объектов нефтегазового комплекса (поддержка бурения, осмотр структур на наличие поломки трасс газопроводов, выполнение операции с вентилями задвижками).

В данный момент технологии позволяют устанавливать на ТНПА разнообразное дополнительное оборудование для решения широкого круга задач. Такое оборудование позволяет расширить возможности применения и увеличить точность исследований. В основном в качестве дополнительного оборудования в состав комплекса включают гидроакустические системы различного назначения - профилограф, гидролокационные станции ближнего и дальнего действия, многолучевые эхолоты и многие другие аппаратные средства. Использование АНПА в условиях арктических акваторий позволяет ускорить процесс получения данных и опрессовыванию ситуаций в выбранном районе, или же повысить качество ремонта, в случае применения ТНПА. К помощи разных видов НПА все чаще и чаще прибегают в ситуациях, когда проводить исследования или работы в холодных условиях не представляется возможным.

В спасательных операциях использование подводных аппаратов позволяет проводить точные поисковые работы, а также некоторые аппараты могут помочь в извлечении цели из-под подводных завалов, что значительно

облегчает работу и скорость проведения операции, что в свою очередь может помочь спасти больше жизней или не понести большие потери при извлечении аппаратуры.

Ремонтно-строительные работы с помощью ТНПА проводятся быстрее и качественнее. Управление аппаратом через контроллер находясь на надводной станции или корабле уменьшает стресс, что приводит к уменьшению количества ошибок по вине человеческого фактора.

Большие археологические работы так же ускорятся и в некоторых случаях удешевляются, становясь более выгодным делом для тех, кто проводит эти работы.

Преимущества использования необитаемых аппаратов перед другими способами подводного мониторинга и подводных работ. Применение НПА позволяет выполнять сложнейшие задачи в условиях сложной подводной обстановки таких как зоны возможной химической заряженности, на запредельных для водолазов глубинах, а также в условиях повышенной радиации. без риска для жизни людей, так как управление аппаратом происходит с поверхности, без необходимости погружения вместе с аппаратом водолазов.

Возможность исключать риски для жизни людей есть основное достоинство ТНПА. Более того, использование необитаемых подводных аппаратов позволяет увеличить количество производимых исследований за один раз, так как аппарат включает в себя одновременно большее количество датчиков и приборов, в сравнении с водолазом, или другой аппаратурой, которую необходимо постоянно поднимать и опускать в воду.

В качестве одного из главных преимуществ автономных необитаемых подводных аппаратов следует выделить в первую очередь возможность не вмешиваться в процесс проведение исследований. При конструировании и программирование данных аппаратов учитывается дальнейшая их работа как

отдельных станций для исследований. Данные аппараты способны без постоянного контролирования процесса работы. Такие аппараты имеют максимально надежную комплектацию, а также аппаратуру защиты, которой способна противостоять механическим воздействиям таким образом данные аппараты способны автономно работать достаточно продолжительное время (до 3-5 суток). Многие из них в будущем даже можно будет отправлять на исследования, которые будут длиться до полугода и более.

Анализ используемых на данный момент необитаемых подводных аппаратов.

На данный момент используются разнообразные виды НПА направленные на достижение целей в зависимости от их назначения. В случае со спасательными работами может применяться аппараты малогабаритного класса среди телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, для решения задачи по геологоразведочным работам то есть топографическим фото и видеосъемка морского дна а также акустическое профилирование и картографирование рельефа нам будет намного логичнее использовать автономные необитаемые подводные аппараты.

Помимо телеуправляемых подводных аппаратов, существуют так же устройства типа автономных необитаемых подводных аппаратов, и специальных телеуправляемых подводных аппаратов. В данной работе мы не будем сильно заострять внимание на аппаратах специального класса.

Автономные НПА предназначены в основном для исследовательских работ и сбора информации по проложенному заранее маршруту. Могут производить топографическую съемку или инженерные изыскания при подготовке к подводному строительству.

Специальные ТНПА предназначены для рытья траншей, укладке трубопровода, крупных строительных работ, закладке кабеля. Это наиболее крупные аппараты среди ТНПА.

Стоимость НПА начинается от нескольких тысяч долларов США, что на первый взгляд является очень серьезным и затратным вложением, однако, если учесть, что работы, производимые с помощью подводного аппарата, позволяют исключить привлечение водолазов, а также расширяют области исследований подводных объектов, можно сделать вывод, что покупка аппарата, соответствующего необходимым параметрам и характеристикам, является наиболее экономным вариантом. К тому же, уменьшение влияния человеческого фактора на точность измерений или на возможность возникновения ошибки в применении подводной аппаратуры позволяет уменьшить количество повторных замеров, а также увеличить точность производимых работ и исследований.

1.2 Типы НПА используемые в различных условиях

Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты. В зависимости от размера и решаемых задач телеуправляемые необитаемые подводные аппараты можно разделить на следующие классы:

- Малогабаритные ТНПА
- ТНПА легкого класса
- Рабочие ТНПА легкого класса
- Рабочие ТНПА тяжелого класса

Малогабаритные ТНПА - в основном выполняют задачи по обследованию подводных объектов. Благодаря своим малым размерам могут перевозиться в легковых автомобилях, использоваться в стеснённых условиях, например, внутри газопроводов. Для эксплуатации аппарата достаточно одного человека.

Малогабаритные телеуправляемые необитаемые подводные аппараты имеют широкий спектр применений. Основной целью эксплуатации этого типа ТНПА являются осмотровые и поисковые работы.

Благодаря минимальным, в сравнении с остальными классами, размерами, этот тип ТНПА способен производить свои работы в стесненных условиях, в узких проходах. Большая часть аппаратов оснащена четырьмя двигателями, камерой HD-качества и осветительными приборами.

Не смотря на в целом одинаковое предназначение этого класса ТНПА, некоторые аппараты могут иметь индивидуальные назначения и цели применения. Например, ТНПА «Обзор Про» компании Тетис ПРО, Россия (рисунок 2). В своем строении имеет манипулятор типа «схват», который разработан специально для нужд МЧС для извлечения тел утопленников. Так же данный аппарат может быть использован для установки гидроакустических маркеров, и в своем строении имеет многолучевой гидролокатор Tritech Gemini. Так же в качестве преимущества данного аппарата можно назвать легкость в транспортировке. Сам аппарат и надводное оборудование может быть размещено в легковом автомобиле и переноситься одним человеком.



Рисунок 2. ТНПА «Обзор Про» компании Тетис ПРО

Для продолжения сравнения, стоит отметить такой аппарат как «Обзор ПРО 950» компании Тетис ПРО (рисунок 3а). Его отличительной особенностью можно назвать дополнительную прижимную колесную раму (рисунок 3б), которая может быть использована для передвижения аппарата по дну ак-

ватории. Данный аппарат обладает шестью двигателями – четыре горизонтальных и два вертикальных.



Рисунок 3. «Обзор ПРО компании Тетис 950» ПРО (а) и его прижимная колесная рама (б).

Не смотря на то что оба аппарата являются представителями малогабаритного класса ТНПА, оба произведения инженерной мысли могут посоревноваться в своей мощности и многозадачности с ТНПА легкого класса благодаря своей маневренности и размерам. Все аппараты данного класса могут быть оснащены дополнительным оборудованием для расширения спектра решаемых задач.

ТНПА легкого класса - в отличие от малогабаритных ТНПА, являются более мощными негабаритными аппаратами. Предназначены для полномасштабного подводного исследования, так как могут нести на себе больше дополнительного оборудования для выполнения более широкого спектра задач и поднимать предметы небольшого веса.

Несмотря на то, что мы рассмотрели аппараты малогабаритного класса, которые в своей базовой комплектации уже имеют манипулятор, это не означает что данные ТНПА могут быть причислены к легкому классу. Наличие манипулятора лишь увеличивает количество выполнимых задач, но не поднимает уровень качества выполнения этих задач.

Большинство ТНПА легкого класса предназначены для более широких поисков и исследований. Тут стоит отметить, что чаще всего такие аппараты

применяют в охранных и поисковых работах среди МЧС и МВД, осмотровых работ в зонах прокладки трубопровода разного назначения.

Аппараты меньших размеров, например, такой как «Марлин-350» компании Тетис ПРО (рисунок 4) могут быть использованы как гидролокаторы при установке на них дополнительного оборудования. Так же, особенностью этого аппарата можно назвать возможность установки на него дополнительной камеры высокого разрешения, а также альтиметр и систему подводной навигации.



Рисунок 4 – Аппарат «Марлин-350» производство компании ОАО «Тетис Про»

Аппарат покрупнее, «Сабфайтер 3000» производства компании Тетис ПРО (рисунок 5) может применяться для подводных работ в открытом море и прибрежных акваториях, при разработке и эксплуатации нефтегазовых шельфов в качестве обслуживающего аппарата. Так же стоит отметить, что аппарат может быть использован на подводных плантациях.

Не смотря на габариты этот ТНПА стоит выделить как один из маневренных аппаратов среди своего класса.

Аппарат способен выполнять гидроакустическое и визуальное обследования дна, сбор донного грунта, а также измерение толщины стенок и проведение дефектоскопии подводных объектов.

Основная зона назначения работы этого ТНПА – зоны арктических акваторий, так как аппарат является достаточно толерантным к холодным ус-

ловиям и прочным к столкновениям с ледяными покровами этих акваторий. Более того, аппарат является достаточно мощным для подключения дополнительного электрического оборудования, корпус этого ТНПА не будет препятствием для крепления дополнительного оборудования.



Рисунок 5 - «Сабфайтер 3000» компании Тетис ПРО.

В целом особенностью этого класса является возможность использовать эти ТНПА для переноски небольших объектов и небольших работ на трубопроводах и нефтегазодобывающих станциях, а также для простых и усложненных осмотровых работ.

Рабочие ТНПА легкого класса - относительно небольшие и мощные рабочие аппараты с манипуляторным и инструментальным комплексами, которые, кроме задач поиска и обследования подводных объектов, способны выполнять подводно-технические работы на подводных объектах (платформы, трубопроводы). Типичными заданиями для этого класса являются поддержка бурения и легкого строительства, исследование труб и других общих работ.

Большинство ТНПА этого класса предназначены для более крупных и обстоятельных работ, нежели ТНПА легкого класса. Они способны выполнять работы по постоянному обслуживанию и разработке нефтегазовых месторождений, а также для других подводно-технических работ.

Для начала стоит отметить такой ТНПА как «Сабфайтер 15К» производства компании Тетис ПРО (рисунок 6). Этот аппарат представляет собой

последние разработки в области подводной инженерии. Он предназначен специально для работы в арктических акваториях так как имеет хорошее сопротивление перед температурами и ледниками.



Рисунок6 – Аппарат «Сабфайтер 15К» производство компании ОАО «Тетис Про»

Аппарат быстро разворачивается и для начала работ и так же быстро собирается обратно. Имеет семь движителей (один лаговый, два вертикальных и четыре горизонтальных), две видеокамеры, одна цветную и вторую – чёрно-белую с пониженной чувствительностью. Имеет возможность установки дополнительного оборудования, такого как манипулятор с одной степенью свободы с резакom или захватом. Его рабочая глубина может достигать 3000 метров, однако в стандартной комплектации она достигает 700 метров.

В качестве второго примера «Кугуар ХТ Компакт» производства компании «Тетис Про» (рисунок 7).

Рабочий ТНПА модульного типа «Кугуар ХТ Компакт» способен выполнять сложные подводные работы на глубине до 300 метров, противодействуя мощным приливным течениям. Благодаря модульной конструкции может использоваться для поисково-спасательных работ, а так же выполнять подводные работы с присяжной манипуляторной или инструментальной рамы.



Рисунок 7 – Аппарат «Кугуар ХТ Компакт» производство компании
ОАО «Тетис Про»

При использовании конфигураций этого ТНПА с подвесными модулями предусмотрено выполнение работ с использованием многолучевого эхолота, комплекса обследования трубопровода, гидравлических инструментов и манипулятора. Более того в модулях может размещаться специальное подводное оборудование, датчики и регистрирующие устройства по необходимости.

Направления использования этих аппаратов: подводно-технические работы в нефтегазовой отрасли и поисково-обследовательские работы.

Рабочие ТНПА тяжелого класса - отличаются от рабочих ТНПА легкого класса, тем, что могут выполнять сложные подводные работы на сильных течениях. Используются для глубоководной операции - подводные стыковочные операции на глубоководных установках, перевозка крупных грузов.

Аппарат Атом производства компании ОАО «Тетис Про» (рисунок 8) является одним из компактных (по сравнению с другими аппаратами этого класса) гидравлическим рабочим аппаратом, сравнимым по размеру с электрическими ТНПА. Основным достоинством этого аппарата можно назвать возможность использования и размещения этого ТПА на судах с ограничен-

ным палубным пространством. При необходимости в комплектацию аппарата входит устройство глубоководного погружения и спуско-подъемное устройство с грузоподъемностью до 5 тонн.



Рисунок 8 - Аппарат «Атом» производство компании ОАО «Тетис Про»

Аппарат Квантум производства компании ОАО «Тетис Про» (рисунок 9) является более крупным представителем этого класса. Его вес составляет 5 тысяч килограмм, рабочая глубина достигает 4000 метров. ТНПА предназначен для выполнения тяжелых подводно-технических работ в сложных гидрологических условиях.



Рисунок 9 - Аппарат Квантум производства компании ОАО «Тетис Про»

Гидравлический движительно-рулевой комплекс и большая масса позволяют ТНПА «Квантум» стабильно работать при сильных течениях. Мощная бортовая гидравлическая станция позволяет подключать большое количество различного инструмента. Так же ТНПА «Квантум» может служить стабильной платформой для размещения изыскательского оборудования.

Таким образом аппарат является максимально технически оснащенным для выполнения разного рода работ по строительству и обслуживанию подводных объектов, будь то подводный газо-нефтепровод, или надводные станции разного назначения.

Автономные необитаемые подводные аппараты. Мы рассмотрели аппараты, чей основной задачей является осуществление работ по строительству или ремонту, а также для поисково-спасательных операций, однако это не все назначения и цели использования подводных аппаратов. Многие современные аппараты созданы для мониторинга состояния загрязнённости мирового океана, работающие без вмешательства человека. Такие аппараты называются автономные необитаемые подводные аппараты их Главное отличие от телеуправляемых подводных аппаратов заключается в том, что эти аппараты работают с момента погружки их в воду до окончания миссии абсолютно без вмешательства человека. Оператор программируют курс для данного аппарата его опускают в воду и в дальнейшем аппарат действует в соответствии с программой, которая было вложено в него проходя по соответствующему курсу выполняя необходимые исследования. Такие аппараты хороши в случае если нет возможности проводить постоянный мониторинг среды, а также нет нужды брать в грунте или другие донные объекты на анализ.

Например, такой аппарат как BRIDGES Glider (рисунок 10) производства группы европейских компаний. Данный аппарат является представителем АНПА (автономный необитаемый подводный аппарат). Это Глубоко-

водный робот глайдер для мониторинга загрязнений океана. Разрабатывается Британским национальным океанографическим центром (NOC) при участии около 2 десятков партнеров из различных стран Европы в рамках программы Horizon 2020. За основу был взят глайдер SeaExplorer французской группы Alcen.

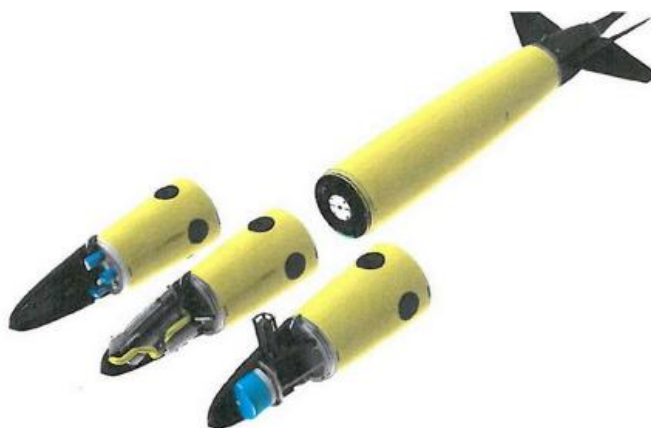


Рисунок 10 - BRIDGES Glider производства группы европейских компаний под руководством Британского национального океанографического центра.

По идее разработчиков, аппарат Должен будет способен работать на глубинах до 5 тысяч метров. Его строительство производится по схеме с "модульной нагрузкой" со сменной носовой частью в зависимости от задачи и назначения. Так же аппарат должен будет иметь возможность автономной работы в ходе исследовательских круизов длительностью до 3 месяцев. Может использоваться в том числе для поисков осадочных шлейфов. В 2015 году были испытаны прототипы, а завершение проекта планируется на 2019 год.

Другие виды НПА. Так же существуют роботизированные аппараты для проведения сейсморазведки и освещения подводных шельфовых месторождений. Такой аппарат как Акмобиль производства компании Моринсис-Агат, Россия (рисунок 11), сложно назвать отдельным устройством, это скорее целая система, направленная на мониторинг сейсмической активности и разведки шельфовых месторождений.

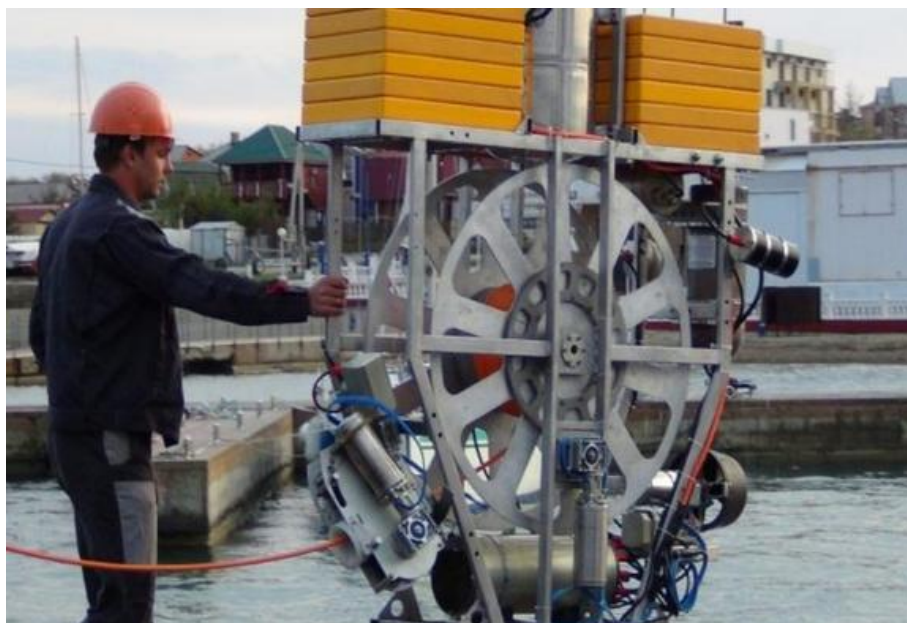


Рисунок 11 - Акмобиль производство компании Моринсис-Агат, РФ

По своей сути этот агрегат есть модуль саморазвертывающейся мобильной антенны с синтезированной апертурой для мониторинга и морской сейсморазведки шельфовых месторождений углеводорода под ледовым покровом. Данный аппарат, в соответствии с идеей разработчиков и инженеров, предназначен специально для работ в арктических акваториях, что представляет интерес в рамках данной выпускной работы.

Компании производители НПА. Основные компании, занимающиеся разработкой и производством в России на данный момент это ОАО «Тетис Про», Отдел «Подводные системы НИИСМ» при МГТУ им Н.Э. Баумана, Институт проблем морских технологий (ИПМТ) ДВО РАН; в США – «NauTec», «Perry Slingsby Systems», «Schilling Robotics, Inc.».

Выводы.

На данный момент существует огромное множество видов НПА. Их разнообразие объясняется вариативностью использования НПА в различных акваториях и в связи с различными целями.

Использование НПА позволяет ускорить процесс работ и исследований в сравнении с традиционными методами, а также проводить работы в слож-

ных условиях, где не представляется возможным использование обитаемых аппаратов или личного погружения водолаза.

В данном разделе мы рассмотрели АНПА, а также следующие классы ТНПА:

- Малогабаритные ТНПА;
- ТНПА легкого класса;
- Рабочие ТНПА легкого класса;
- Рабочие ТНПА тяжелого класса.

Для дальнейшего определения нужного типа в условиях арктических акваторий необходимо выделить основные моменты для каждого класса подводных аппаратов.

Класс малогабаритных ТНПА которые в первую очередь и подходит для поисковых работ, а также по мониторингу не больших по площади областей. Аппараты этого класса чаще всего используются в работе МЧС, а также береговой охраны. С помощью данной аппаратуры проще всего найти утопленников или небольшие корабли потерпевшие крушение. Также это аппаратура может с лёгкостью применяться при подводной археологии как любительского уровня, так и профессионального. ТНПА этого класса имеет прекрасную скорость развёртываемости и расстановки аппаратуры, что позволяет использовать эти аппараты в условиях ограниченного времени.

Рассмотрены ТНПА лёгкого класса эти аппараты являются более габаритными по отношению к предыдущему классу ТНПА в целом цели и задачи использования данного типа схожи с малогабаритными, однако в некоторых сборка могут встречаться манипуляторы что приближает данный класс больше к рабочим ТНПА лёгкого класса так программное аппаратура способна уже к производству каких-либо мелких работ сбора грунта на анализ, а также перетаскивание мелких предметов и объектов.

Рабочие ТНПА лёгкого класса предназначены для проведения, а смотровых работ выявление поломок, а также проведение небольших работ гид-

равлическим инструментом. В виду того что аппараты имеют небольшие размеры они намного более манёвренные чем подобные аппараты тяжёлого класса. Подобные аппаратура в большинстве случаев используется в качестве поддержки строительных работ аппаратами классом выше.

Рабочие ТНПА тяжёлого класса предназначены для более обоснованной поддержки строительных работ, а также для совершения не крупных строительных операции при закладке труб и кабеля. Эти аппараты имеют очень внушительные размеры и применяются в основном на средних глубинах. В своей комплектации они имеют большее количество гидравлического инструмента, который и позволяет совершать работы по строительству.

Рассмотрены автономные необитаемые подводные аппараты. Такие аппараты, максимально автоматизированные не нуждаются в постоянном контроле действий, а также широко применяется на данный момент в мировой научной практике по изучению и освоению Мирового океана.

Также нами был рассмотрен один аппарат специального назначения преимущественной характеристикой которого является то что этот аппарат является полуавтономными и способны выполнять определённые функции без команды.

Для того чтобы определить какой тип НПА нам необходим при работе в арктических акваториях с начала нам необходимо определить какую цель мы преследуем. Если основной задачей в зоне арктических вод является строительство станции, связанные с нефтедобычи или поддержки этой станции то в таком случае очевидным выбором будет являться именно ТНПА рабочего тяжелого класса, а также ТНПА рабочего легкого класса. Что же касается исследований до момента построения и возведения данной конструкции необходимо использовать типа легкого класса с определенной комплектации для того чтобы провести исследование и выявить все возможные опасности для экологии в данном регионе при постройке объекта.

2. ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ НЕОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ РАБОТЫ В АРКТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Выбор параметров НПА произведён основываясь на характеристиках Баренцева моря.

2.1 Анализ физико-географических показателей Баренцева моря

Баренцево море (рисунок 12) является частью Северного Ледовитого океана и имеет площадь в 1360 тысяч квадратных километров. Так как море находится в педелях материковой зоны является относительно неглубоким – его наибольшая глубина составляет – 548 метров. Средняя глубина моря – 199,3 метра.

Береговая линия и рельеф дна Баренцева моря. Баренцево море целиком расположено за Полярным кругом и ограничено с севера архипелагами Шпицбергена и Земли Франца Иосифа, с запада — островом Медвежьим, с востока—Новой Землей, с юга—материком (от мыса Нордкап до Югорского шара). По своей форме оно напоминает ромб, меридиальная ось которого имеет 1300—1400 км, а широтная 1100—1200 км.

Протяжённость береговой линии черты Баренцева моря – 6645 километров, а сама она достаточно изрезанная фьордами, заливами и бухтами. На западе, от моря Нордкап до полуострова Среднего, к морю подходит гористый берег Норвегии, восточнее, до острова Кильдин, прибрежные горы становятся ниже, еще восточнее берег представляет собой волнистую равнину с отвесными скалами. Для юго-восточной части моря характерны низменные пологие берега. Западный берег Новой Земли на его южном участке, до Горбовых островов, невысокий всхолмленный, севернее к морю подходят ледники Новоземельских гор, некоторые из которых стекают в море. Ледяные берега можно встретить также на Земле Франца-Иосифа и на Шпицбергене.

В Баренцевом море много островов. Однако они не велики и расположены вблизи берегов или других, более крупных островов, и сгруппированы в небольшие архипелаги. Геологическое строение островов и побережья, также, как и особенности рельефа дна и грунтов позволяют сделать вывод, что в море происходили неоднократные тектонические движения и ледниковые процессы.

Берега Баренцева моря в юго-западной части фиордового типа — высокие, крутые, сложенные из древнейших кристаллических пород. Таковы берега Финмаркена в Норвегии. Мурманские берега России также фиордового типа. От мыса Канин Нос на восток берега отлогие, низкие.

Для рельефа дна Баренцева моря сильная расчленённость. На расстояниях десятков километров перепады глубин могут составлять 50 - 100 метров. Всё море можно поделить на равнины (Центральное плато), возвышенности (Центральная, Персея - минимальная глубина 63 метров), впадины (Центральная - максимальная глубина 386 метров) и желоба (Западный - максимальная глубина 600 метров, Франц - Виктория - 430 метров). Южная часть моря на дне имеет глубины менее 200 метров и отличается выравненным характером (рисунок 12).

Для рельефа дна Баренцева моря сильная расчлененность. На расстояниях десятков километров перепады глубин могут составлять 50 - 100 метров. Всё море можно поделить на равнины (Центральное плато), возвышенности (Центральная, Персея - минимальная глубина 63 метров), впадины (Центральная - максимальная глубина 386 метров) и желоба (Западный - максимальная глубина 600 метров, Франц - Виктория - 430 метров). Южная часть моря на дне имеет глубины менее 200 метров и отличается выравненным характером.

Наиболее глубокие места расположены в западной части моря. Здесь же и находится максимальная глубина. Самый глубокий желоб находится между материком и Медвежьим островом. Глубины здесь достигают 500 метров. Второй желоб проходит между островами Медвежьим и Шпицбергом. Однако глубины здесь меньше. Третий желоб находится между Шпицбергом и Землей Франца Иосифа и четвертый — между Землей Франца Иосифа и Новой Землей. В середине моря находится, кроме того, обширная впадина с глубинами около 400 метров.

возвышенность покрыты илистым песком. На поверхности Медвеженской и Шпицбергенской банок имеется песок. Юго-восточную часть моря занимают илистые отложения, это объясняется слабой подвижностью вод в этом районе и переносом реками и льдами мелкого материала. В Норкапском желобе наблюдаются зоны размыва, скопление валунов и участки скалистого дна, обусловленные интенсивным Нордкапским течением.

Из рек, впадающих в Баренцево море, наиболее значительная — Печора. Более мелкими реками являются Печенга, Титовка, Западная Лица (Мотовский залив), Тулома, Кола (Кольский залив), Индига, Пеша, Чеша и другие (список всех рек бассейна Баренцева моря).

Из заливов наиболее крупными являются Мотовский, Кольский, из губ — Териберская, Чешская с внутренней, более мелкой Индигской губой.

Грунты Баренцева моря в основном не океанического, а терригенного происхождения — пески, илистые пески, песчанистые илы. Кроме того, в Баренцевом море имеются грунты автохтонного происхождения. В западной части Баренцева моря грунты плотные, в юго-западной части отложился спиккулезный ил, в юго-восточной части находятся желтые грунты — результат выноса рек, в северной — коричневые грунты, содержащие много железа и марганца.

Гидрология. Для Баренцева моря большое значение имеет водообмен с океаном. Воды Гольфстрима, выходящие из Мексиканского залива, дают начало тепловому атлантическому течению, ветви которого проникают в Норвежское и Баренцево моря. На границе Баренцева моря, к югу от Медвежеостровской банки, атлантическое течение распадется на шпицбергенскую и нордкапскую ветви. Шпицбергенская ветвь, более мощная, направляется далее в виде глубинного (покрытого арктической водой) течения в полярный бассейн, где образует теплый промежуточный слой. Этот слой был впервые обнаружен Нансеном и исследован папанинцами во время их дрейфа на льдине в 1937 г.

Воды Нордкапской ветви поступают в Баренцево море между Медвежьим островом и мысом Нордкап. Эта ветвь в связи с особенностями рельефа дна распадается на 4 струи. Особенное значение имеют две южных струи, влияющие на режим вод южной части моря. Прибрежная, мурманская, ветвь проходит вдоль берегов Мурмана, направляясь от Нордкапа к полуострову Канину. Вторая ветвь проходит севернее и воды ее достигают Новой Земли. Такая схема течений была установлена Н. М. Книповичем в 1906 г. Позже, в тридцатых годах, в эту схему другими российскими исследователями были внесены некоторые дополнения, не меняющие суть схемы, установленной Н. М. Книповичем.

Тёплые (4—12°) и вместе с тем более солёные (34,8—35,2 ‰) (рисунки с 13 по 16) атлантические воды, поступая в Баренцево море и встречаясь с местными более холодными и менее солёными водами, образуют так называемый полярный фронт. При встрече вод разного физического состава атлантические воды охлаждаются и опускаются вниз. Мощная вертикальная циркуляция обуславливает обильную аэрацию глубинных вод и вынос в поверхностные слои питательных органических веществ. В результате биологическая продуктивность в полосе полярного фронта оказывается особенно высокой.

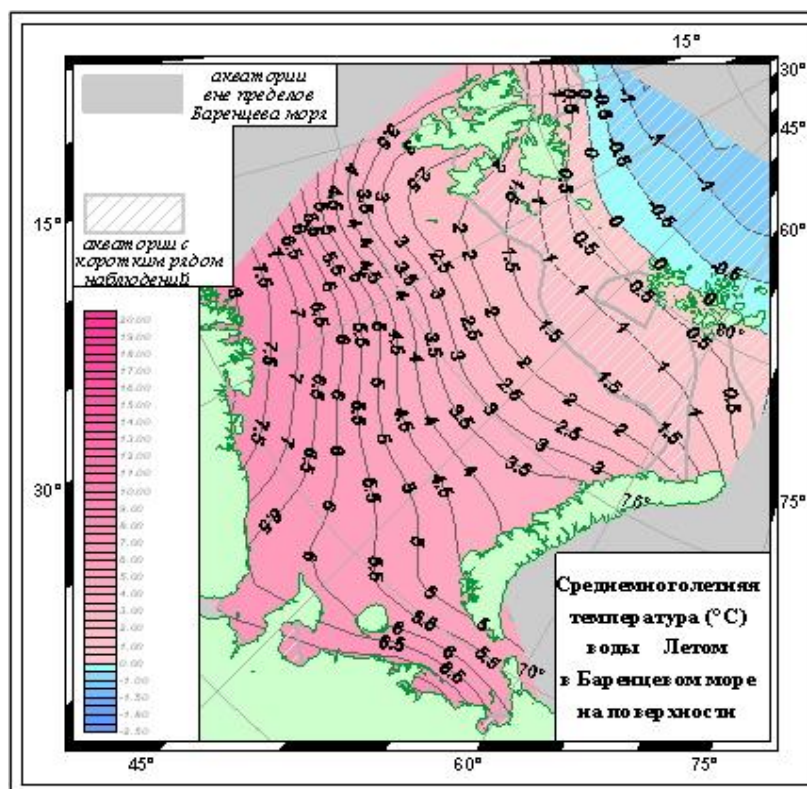


Рисунок 13 – Среднегодовая температура (°C) воды летом в Баренцевом море.

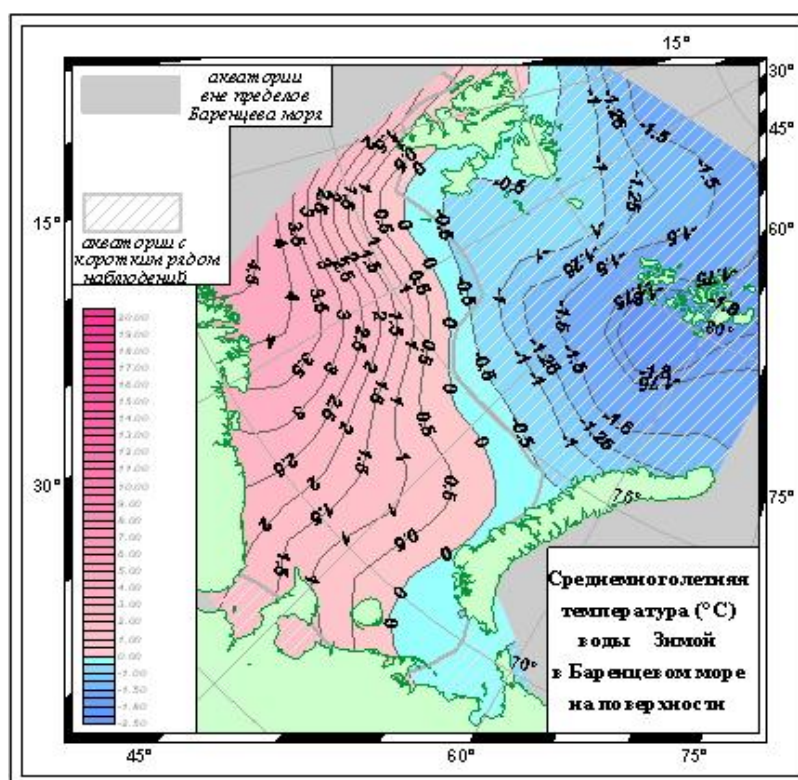


Рисунок 14 – Среднегодовая температура (°C) воды зимой в Баренцевом море.

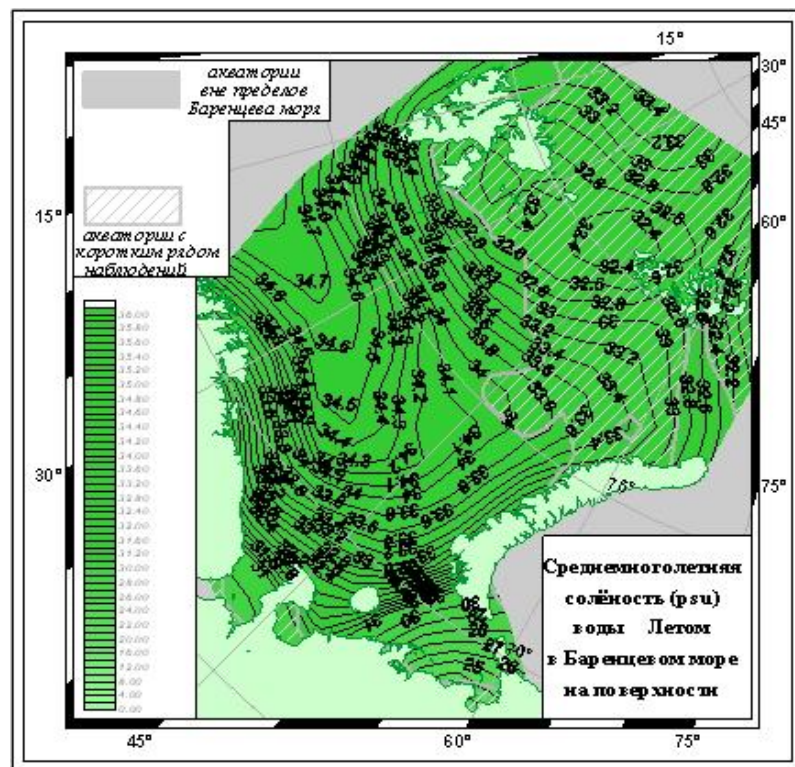


Рисунок 15 – Среднегодовая Солёность (psu) воды летом в Баренцевом море.

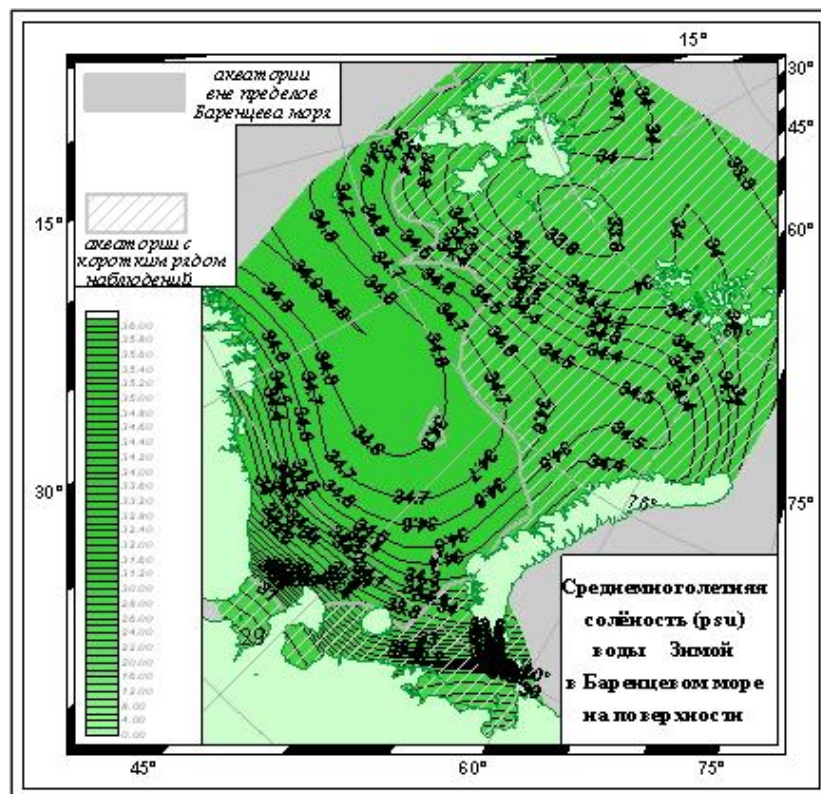


Рисунок 16 – Среднегодовая Солёность (psu) воды зимой в Баренцевом море.

По данным Л. А. Зенкевича, биомасса бентоса достигает в этих районах 600—1000 г на 1 м², уменьшаясь вне этих районов до 20—50 г на 1 м².

Баренцево море, являясь переходным между Норвежским — северо-бореальным и Карским — арктическим морями, характеризуется соответственной температурой: в западной части даже зимой температура воды положительная от поверхности до дна. В средней части северной половины моря даже летом прогревается только тонкий поверхностный слой, а глубже вода имеет отрицательную температуру. В южной половине средней части на глубине 200—250 м вода прогревается летом до 1,5—2,0°. В северо-восточной части моря летом и у поверхности температура воды остаётся низкой. У берегов Мурмана поверхностная температура в августе, в период максимального прогрева, достигает 12° и даже несколько более (рисунок 13). Самая низкая температура в Баренцевом море на глубине 50—75 м.

Северная и восточная части моря значительную часть года покрыты льдом. Юго-западная часть не замерзает, вследствие чего Мурманское побережье зимою доступно для плавания судов.

Ледовое покрытие. Баренцево единственное из арктических морей, которое никогда полностью не замерзает. Ежегодно около 1/4 его поверхности не покрывается льдом в течение круглого года. Это объясняется притоком в его юго-западную часть тёплых атлантических вод, не позволяющих воде охлаждаться до температуры замерзания и служащих своеобразным барьером для льдов, надвигающихся с севера. Вследствие слабых течений из Карского моря в Баренцево принос льдов оттуда незначителен. Таким образом, в Баренцевом море наблюдаются льды местного происхождения. В центральной части и на юго-востоке моря — это однолетние льды, которые образуются осенью и зимой, а весной и летом растаивают. Лишь на крайнем севере и северо-востоке, куда спускаются отроги океанического ледяного массива, встречаются старые льды, в том числе и арктический пак.

Летняя граница льдов обычно проходит по линии Шпицберген — северная оконечность Новой Земли, но в разные годы эта линия то отодвигается на север, то, наоборот, проходит южнее.

Льдообразование в море начинается на севере в сентябре, в центральных районах в октябре и на юго-востоке в ноябре. В море преобладают плавающие льды, среди которых встречаются айсберги. Обычно они встречаются у Новой Земли, Земли Франца-Иосифа и у Шпицбергена, так как айсберги образуются от ледников, спускающихся к морю с этих островов. Изредка айсберги течениями выносятся далеко к югу, вплоть до Мурманского побережья. Обычно айсберги не превышают 25 м в высоту и 600 м в длину.

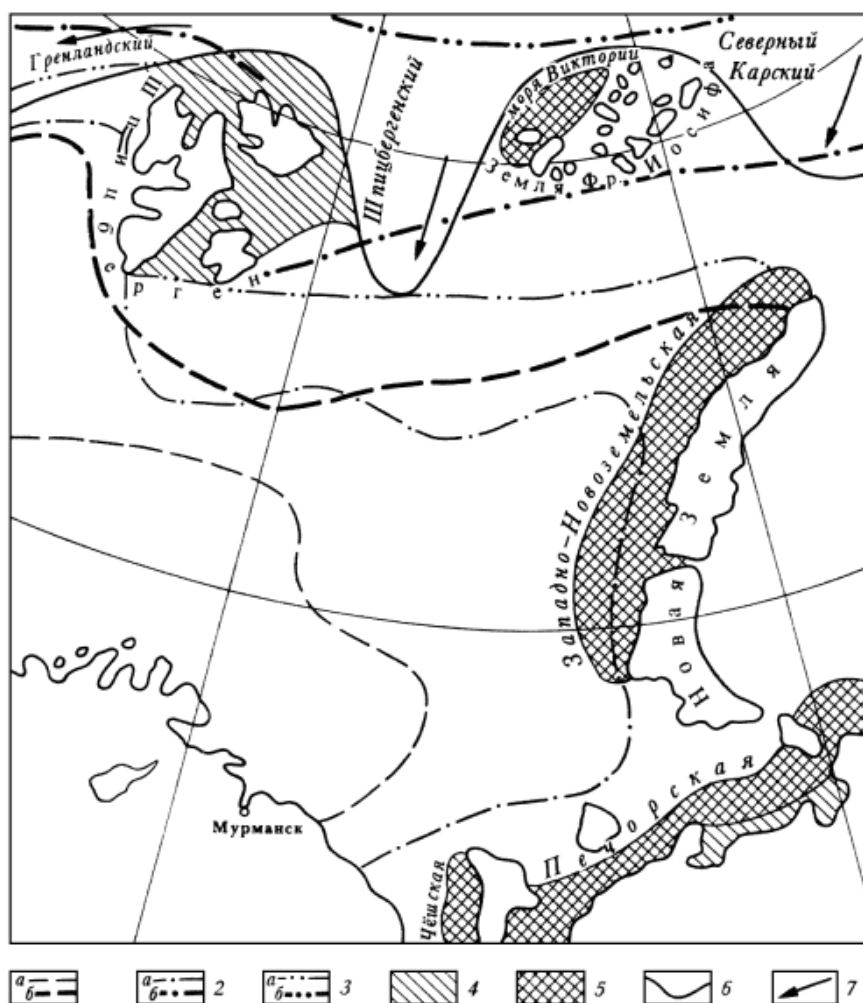


Рисунок 17 - ледовое покрытие Баренцева моря.

1 — максимальная в феврале (а) и августе (б); 2 — средняя в феврале (а) и августе (б); 3 — минимальная в феврале (а) и августе (б); 4 — припай; 5 — полыньи; 6 — граница отрогов ледяных массивов; 7 — преобладающее направление дрейфа.

Припай в Баренцевом море развит слабо. Сравнительно небольшие площади он занимает в Канинско-Печорском районе и у Новой Земли, а у Мурманских берегов встречается только в губах. В юго-восточной части моря и у западных берегов Новой Земли всю зиму сохраняются заприпайные полыньи. Наибольшее распространение льдов в море наблюдается в апреле. В этом месяце они покрывают до 75% его площади. Толщина ровного морского льда местного происхождения в большинстве районов не превышает 0,7—1,0 метров. Наиболее толстые льды (до 150 сантиметров) встречаются на северо-востоке, в районе мыса Желания.

В весенне-летнее время однолетние льды быстро тают. В мае южные и юго-восточные районы освобождаются ото льдов, а к концу лета почти все море очищается ото льдов, за исключением районов, прилегающих к Новой Земле, к Земле Франца-Иосифа и восточным берегам Шпицбергена. Ледовитость Баренцева моря изменяется от года к году, что связано с различной интенсивностью Нордкапского течения, характером крупномасштабной атмосферной циркуляции, общим потеплением или похолоданием Арктики в целом.

2.2 Зависимость характеристик ТНПА и АНПА от условий пользования

Разнообразие моделей НПА различных по своему строению и целям применения накладывает необходимость разобраться в какие отличия характеристик будут иметь место быть в аппарате, применяемом в условиях Баренцева моря. Из прошлого раздела можно выделить два основных фактора — гидрологию и рельеф дна.

Разные условия использования ТНПА усложняет использование. При изменении обстановки может потребоваться и смена каких-то деталей или наоборот, полное исключение их использования. Например, в случае повышения солености воды в изучаемой или рабочей акватории появляется необходимость использования других материалов корпуса. Или в случае резких смен глубин в местах прохода ТНПА, ему может понадобиться дополнительная защита корпуса.

Так же одним из важных параметров выбора характеристик является необходимость выполнения разных задач в одной зоне – как например возможность быстрой починки или временного изменения в конструкции во время плановой проверки сооружения. Это необходимо для предотвращения более глобальных поломок до того, как ее сможет починить аппарат, созданный для такого рода работ.

Так же не стоит забывать об экстренных ситуациях и мер их предотвращения – например установки аварийного аккумулятора, чтобы в случае потери контакта между аппаратом и контроллером не произошло никаких потерь до восстановления связи.

В случае установки аварийного аккумулятора появляется необходимость оградить этот аккумулятор от низких температур, а также от внешних повреждений.

Как для рабочих моделей по ремонту и обслуживанию нефтедобывающей платформы, так для аппаратов для поисково-спасательных операций и научных изысканий мы должны выбрать базовые характеристики – возможность работы при температурном ранжировании от ниже -1 до +12 градусов, при солености от 30‰ до 34,7‰, а также с рабочей глубиной до 600 метров.

Таким образом, в случае ориентировки на температуру и соленость нам необходимо использовать подходящий для таких условий материал. Сейчас

для такого рода зон эксплуатации используется полипропилен. Это легкий, прочный и достаточно экологичный материал, не способный навредить окружающей среде. Так же, так как это пластик, он не подвергается окислению, то есть не ржавеет, что делает его использование более долговечным.

После постановки задачи – для каких целей будет использоваться ТНПА – необходимо так же определить – будет ли аппарат мульти-задачным или узкопрофильным.

При выборе мультизадачности – например построение карты рельефа дна с присвоением каждой точке карты температуры и солёности вместе рядом других функций – необходимо выбрать будет ли аппарат модульным или литым, без возможности замены или снятия определённых частей корпуса.

Например, мы можем построить аппарат для обслуживания нефтедобывающей станции, который будет способен работать как при -5 , так и при $+15$, который способен производить видеозапись на носитель, выполнять простейшие починки и сбор материала на химический анализ грунта и/или воды, с возможностью автоматической работы без использования провода для управления и просмотра видео-сигнала который этот провод передаёт. В случае обнаружения аппаратом большой проблемы, аппарат всплывает и подаёт сигнал об опасности через радиоволны, куда в последствии отправляется аппарат способный исправить эту неполадку.

Или создание автоматического аппарата для построения карты дна с подробным разбором глубины, солёности и температуры на разных горизонтах, имеющего большую длину провода, позволяющую аппарату отплывать от судна или станции на большие расстояния. Или же исключение провода вообще. Тогда аппарат при помощи PPP навигации и буев входящих в эту систему сможет самостоятельно выстроить карту исходя из своего положения, загрузить данные со спутника и сравнить эти данные с фактическими.

2.3 Выбор ТНПА в соответствии с зоной применения

При выборе ТНПА в соответствии с зоной применения необходимо учитывать множество факторов, влияющих на работу некоторых ТНПА. В нашем случае мы получаем следующие факторы влияния:

- Температура;
- Солёность;
- Ледовое покрытие;
- Сила течений;
- Назначение применения.

Однако, для начала необходимо понять, является ли использование ТНПА в Баренцевом море актуальным на данный момент времени.

Актуальность использования телеуправляемых необитаемых аппаратов в условиях Баренцева моря.Повышенная заинтересованность к Баренцеву морю и сложность его изучения заставляет искать новые пути развития технологий направленных на изучения подводных объектов и сред.

В виду того, что крупнейшим по запасам углеводородов является Баренцево море (35 % нефти и 42 % природного газа всего Российского шельфа), есть необходимость развития этой зоне. Нефтяной директорат Норвегии обнародовал результаты двухлетних исследований дна территории в Баренцевом море, переданной этой стране Россией три года назад. Выяснилось, что там находятся гигантские запасы нефти и газа. В основном это газ, но и количество нефти огромно. Оно достигает 1,9 миллиарда баррелей.

Самым крупным разрабатываемым месторождением в Баренцевом море со стороны России является Штокмановское газоконденсатное месторождение, открытое в 1988 году. Расположено в центральной части шельфа российского сектора Баренцева моря, примерно в 600 км к северо-востоку

от Мурманска. Глубина моря в этом районе колеблется от 320 до 340 м. Лицензией на поиск, геологическое изучение и добычу газа и газового конденсата на этом месторождении владеет ПАО «Газпром».

Разработка Штокмановского месторождения разделена на три фазы. Ввод в эксплуатацию объектов первой фазы позволит ежегодно добывать на месторождении 23,7 млрд куб. м газа, второй — 47,4 млрд куб. м. В ходе выполнения третьей фазы месторождение будет выведено на проектную мощность — 71,1 млрд куб. м газа в год. По итогам реализации первых фаз при благоприятной конъюнктуре на целевых рынках и соответствующем спросе на газ предусмотрена возможность увеличения добычи на месторождении.

Район Баренцева моря был выбран как наиболее перспективный, чтобы применять ТНПА для мониторинга подводных объектов, поскольку оно представляет интерес с точки зрения газодобычи, строительства новых установок и других работ. Несмотря на иссекаемый запас газа в данном регионе, необходимо проводить регулярные работы по проверке экологического состояния региона и зоны добычи в частности, так как постоянное производство может создавать некоторые проблемы с экологией.

Выбор ТНПА в соответствии с районом применения. Рассматривая разные цели применения темпа в Баренцевом море следует отметить несколько основных. Во-первых, это экологический мониторинг. Для этих целей в первую очередь используются аппарат инспекционно-досмотрового класса они легко переносимые не требуют наличия специального палубного оборудования из таких аппаратов не превышает 100 кг, а длина не более 15 м.

Как правило состав таких комплексов входит гидролокаторы кругового и бокового обзора, а также гидроакустическая система подводного позицио-

нирования. Также такие аппараты оснащаются датчиками измерения параметров среды.

Несмотря на небольшие габариты аппараты позволяют работать на подобных течениях до одного узла и более. Благодаря совмещению гидроакустических данных с данными спутниковым GPS решается вопрос с картированием, то есть определение абсолютной географических координат, найденных объектов, а также позволяет осуществить совмещение гидроакустических изображений, полученных с помощью локатора на различных галсах, покрывающих исследуемую зону. Например, в случаях каких-либо крушений карта полученное при помощи гидроакустических приборов позволяет более точно представить картину разрушений так как часто отдельные фрагменты объекта оказываются разнесёнными на десятки метров.

Если же нас интересует такая сложная задача как оперативной и долгосрочной мониторинг водной среды, а также комплексный мониторинг текущего состояния районов морских промыслов наблюдение за их состоянием или обнаружении участков, требующих принятия необходимых мер по обнаружение мест повреждения и их восстановления, могут быть использованы как автономные необитаемые подводные аппараты, так и телеуправляемые подводные аппараты.

Подводное обследование при помощи управляемых необитаемых подводных аппаратов позволяет получить объективную визуальную информацию в режиме реального времени с последующей записью о состоянии сооружений, находящихся под водой с целью последующего детального анализа.

Если учесть условия арктических акваторий Баренцево море, то при известных нам температурах строительные работы могут проводиться только с помощью специальной аппаратуры. Это является очевидным, что человек не способен долго и продуктивно работать в температурном режиме от ми-

нус 1 до плюс 12 так как постоянная работа в данные температуры представляют опасность для его здоровья. Более того проводить работы на глубине до 6 м также не представляется возможным из-за последующих проблем со здоровьем для строителей.

В качестве подходящего для строительных работ по прокладке кабелей подойдёт такой специальный ТНПА как один из аппаратов серии CABLE BURIAL TRACTOR (рисунок 18) от компании SMD. Это специальный ТНПА гусеничного типа, чья рабочая глубина в 1000 метров прекрасно вписывается в заданные условия.

Данный аппарат способен рыть траншеи до 3 метров, а диаметр закладываемого трубопровода составляет до 1500мм. Так что данный аппарат имеет дополнительные насосы по центру корпуса и сзади.



Рисунок 18 – ТНПА CABLE BURIAL TRACTOR 800 производства компании SMD, Великобритания.

Для проведения морского мониторинга научных исследование и поисково-спасательных операций одним из удачных выборов будет являться Bluefin-21 (рисунок 19). Данный аппарат имеет форму торпеды, такая форма

позволяет без затруднений менять модули полезные нагрузки и аккумуляторные батареи мобильные системы позволяет привлекать аппарат к срочным и удалённым операциям. Bluefin-21 предназначен для поисково-спасательных работ морской археологии поиска мин и неразорвавшихся боеприпасов.

Этот аппарат может достигать максимальной скорости 8,3 км ч, а также его время автономной работы составляет 25 часов. Рабочая глубина погружения этого аппарата составляет 4500 м. Что касается Его размеров то длина достигает 4,93 м ширина чуть больше полуметра обвес на воздухе составляет 750 кг.



Рисунок 19 – АНПА Bluefin-21 производства компании Bluefin Robotics, США.

Таким образом выбор НПА должен основываться в первую очередь на поставленных задачах. Следующим аспектам на который необходимо опираться при выборе НПА это то, что Баренцево море не покрывается льдом до конца, следовательно, нам необходимо задать возможность работы аппарата

при температурном ранжировании от ниже -1 до +12 градусов, при солёности от 30‰ до 34,7‰, а также с рабочей глубиной до 600 метров.

Выводы

Рассмотрены физико-географические характеристики Баренцева моря, и требования к необитаемым подводным аппаратам для работы в условиях этого моря.

В Баренцевом море выделяют четыре вида особых водных масс:

- Атлантический воды с повышенной температурой и солёностью они поступают с Запада виде поверхностных течений и приходящие на глубинах Севера и северо-востока из арктического бассейна;
- Арктические воды с отрицательной температурой и пониженной солёностью входящие как поверхностные течения севера;
- Прибрежные воды со значительной амплитудой годового хода температуры низкой солёностью формирующиеся под давлением материкового стока и определённых прибрежных течений;
- Воды с низкой температурой и высокой солёностью образованные в пределах моря в результате перемещения водных масс, приходящих из ней и их трансформации под влиянием местных условий.

- Показатели солёности. Вытри акватории моря находится под влиянием атлантических вод и даже на поверхности море солёность воды превышает 34 промилле, что касается остальной части акватории там солёность колеблется в пределах 32-34‰. Наибольшие отклонения от уровня солёности

имеют место на юго-востоке море куда вносятся распределённые беломорские воды там солёность воды составляет 31-33‰.

- Температура воды в Баренцевом море. Средняя температура за год воды не повышается выше 9 градусов на поверхности воды. Однако летом поверхность моря может прогреться до 11-12 градусов. Что же касается горизонта 300 м в среднем температура круглогодично не повышается выше 4 градусов.

- Глубины Баренцева моря - она составляет в среднем 222 метра. Самый максимальной глубиной является 600 метров и находится она на желобе острова Медвежий. Большая часть море имеет глубину от 300 до 400 метров. Также можно выделить центральная плато, возвышенности это центральное и Персия с минимальной глубиной 63 метров, Центральная впадина, с максимальной глубиной 386 м, и желоба, такие как - Западный, с максимальной глубиной 600 метров, Франс-Виктория, с глубиной 430 метров и другие. Южная часть моря имеет глубину преимущественно менее 200 метров и отличается выравненным рельефом.

- Баренцево море прерывается льдом только на три четверти это объясняется притоком в юго-западную часть тёплых атлантических вод, не позволяющих в воде, охлаждается до температуры замерзания и служащих своеобразным барьером для льдов, надвигающихся с севера.

Основными требованиями в выборе аппарата для работы в арктических акваториях было выбрано ледовое покрытие, температура зоны в которой придется работать, геологические показатели дна, а также солёность. Выбор подводного аппарата должен происходить исходя из задач, которые стоят перед исследователями или строителями. Если задача стоит только в том, чтобы построить карту дна и экологическую обстановку, выбор стоит сделать в пользу автономных аппаратов, такого, как например, Bluefin-21 (рисунок 19) Однако если задача состоит в том, чтобы сделать прокладку труб или газо-

нефтепроводов в таком случае следует сделать выбор в пользу телеуправляемый подводных аппаратов тяжёлого рабочего или специального класса. Например, одного из аппаратов серии CABLE BURIAL TRACTOR (рисунок 18).

3. ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Развитие ТНПА и АНПА ориентируется на уменьшение габаритов аппаратуры и увеличением маневрирующей способности. Имеет смысл изменения типов электроэнергетического питания. Например, питание большинства ТНПА происходит через кабель, что может в случае экстренной ситуации нарушить работу устройства. В таком случае происходит рассмотрение возможности установки батарей разного типа для разных условий. Литий-ионные батареи не выдерживают перепадов температуры, батареи такого типа быстро теряют заряд, появляется необходимость перезарядки. А вот у батарей из графена нет серьёзной температурной чувствительности. Они способны выдерживать большее количество заряда и их износостойкость (количество суммарных зарядов за их жизненный период) намного превышает литий-ионные батареи. Так же разработка новых двигательных систем, и систем автонавигации является важнейшим направлением в развитии ТНПА. Новейшие системы позиционирования и навигации должны помочь уменьшению риска потери, как самого аппарата, так и пространственных координат рабочих точек (станций) на карте, где были сняты те, или иные показатели.

Можно сделать вывод, что использование телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов является отличной альтернативой использования человека или устройств с большими манипуляторными качествами, так и обзорными возможностями. ТНПА позволяют проводить более точные иссле-

дования, с возможностью уменьшить или исключить человеческий фактор. Такие технологии позволят создавать более четкую картину мира, а также расширить человеческие возможности. Использование ТНПА расширяет человеческие возможности.

Уже сейчас западные инженеры создают средства и аппаратуру для любительского исследования подводных зон. Самым ярким представителем любительского НПА на сегодняшний день является BlueROV2 от компании Blue Robotics. Это автономный подводный аппарат, способный опускаться на глубину до 100 метров и маневрировать с помощью 6 подруливающих двигателей. Стоимость такого аппарата начинается от трех тысяч долларов за базовую комплектацию. При необходимости его можно оснастить необходимыми датчиками, что уже создаёт любительский подводный дрон для наблюдений, в полноценный исследовательский аппарат.

3.1 Прогноз развития и применения НПА

Платформы нового поколения для ТНПА – это сложная задача для промышленности. Добавление практически безграничного расширения сред применений, модульной периферической интеграции аппаратуры, погигабитный способ передачи данных через высокоскоростное подключение Ethernet и системы управления через виртуальную реальность в 360°, представляет собой концепцию нового типа ТНПА.

Система управления может быть изменена путём обновления программного обеспечения от спутниково время работы для предоставления различной функциональности на основе эксплуатационных требований. Оборудование и программная среда будут разработаны так, чтобы позволить создать полностью настраиваемый интерфейс пользователя. Пользователь сможет настраивать под себя всю систему, например, заменяя

джойстики для правой, на джойстики для левой. Интерфейс управления ТНПА через приложения от сервера позволит управлять аппаратом дистанционно с ПК по сети Интернет.

Представляя себе технологии будущего, мы в первую очередь думаем о роботах и роботизированных системах. Заглядывая в будущее можно с легкостью представить себе, как небольшой компактный робот выполняет постоянные работы по мониторингу прибрежных зон, периодически всплывая и посылая информацию на спутники, от куда при желании эти данные может скачать человек. Подобные системы уже используются, и если сейчас это в основном системы буёв с ограниченным набором датчиков, то в будущем можно представить себе уже полноценные подводные аппараты-станции, где будет установлена целая автономная система наблюдения, анализа и контроля окружающей среды.

В первую очередь есть необходимость реализации подобных проектов в зонах с особыми, иногда тяжелыми и сложными условиями. Например, в условиях арктических акваторий, так как постоянная работа при низких температурах негативно сказывается на человеческом здоровье.

ТНПА будущего будут включать в себя такие хорошо проверенные уже на данный момент технологии как real-time наблюдение, сторожевые таймеры, приоритетное управление, а также синхронизацию между задачами и поддержка многопроцессорности. Для поддержания работоспособности в случае ошибки какого-либо процессора каждая функция будет выполняться в отдельном процессоре, обеспечивающим для аппарата продолжительность правильной работы.

Каждая плата будет оснащена разнообразными датчиками, например, датчиками температуры, солёности, других характеристик, а также элементами контроля.

Каждый аппарат должен иметь возможность автоматически выполнять отдельные функции без привлечения для работы с аппаратом. Нужда в этой способности определяется наличием возможного отключения от системы питания и контроля аппарата в случае чрезвычайной ситуации. Каким образом, даже аппарат производящий работу за счёт управления через кабель должен быть автономным в условиях арктических акваторий, где это особенно важно.

Постоянное строительство новых и новых систем, а также установок в Баренцевом море приводит к повышенной необходимости использования всё новых и новых строительных технологий. Так как нами уже была рассмотрено в качестве одного из основных способов строительства использование ТНПА тяжёлого рабочего класса, мы можем сказать, что данные аппараты очень хороши для использования в арктических акваториях, так как, в отличие от человека, данные аппараты не устают и практически совершенно не требовательны к температурам. Если же такие аппараты сделать более автоматизированными, позволив им самим с помощью искусственного интеллекта определять наличие поломки, а также обучить их возможности устранения этих поломок, строительству по чертежам, заложенным им в программу, мы получим абсолютно новые технологии в строительстве, которые в первую очередь помогут нам убрать человеческий фактор из производства.

Проведение автоматизации в других областях использования, управляемых необитаемых подводных аппаратов, позволит убрать человеческий фактор, но уже из других сфер деятельности научного сообщества в области Мирового Океана.

Также следует затронуть аспект поисковых операции при использовании аппаратуры спецслужбами. При наделении систем этих аппаратов искусственным интеллектом, позволяющим отделять объекты поиска от внеш-

него мира позволяя проводить поиски без участия человека, а также без помощи оператора. При полной автоматизации системы подводного наблюдения, а также анализа зафиксированных данных мы получим практически самостоятельную систему исследования Мирового океана единственной проблемой которой будет лишь проблема передачи данных на спутники. Однако в условиях современного мира это тоже уже не является проблемой.

Области разработки новых подводных аппаратов необходимо в первую очередь обращать внимание на автономные системы. Для решения проблемы автономности мы сталкиваемся с проблемой передачи данных. Обычно в условиях использования управляемого подводного аппарата используется кабель для передачи информации, однако в случае полной автономности аппарата возможность использовать кабель не представляется реальной. В таком случае является логичным использовать передача данных через спутники. Спутники были выбраны так как гидроакустический канал не позволяет передавать информацию в полном объёме и с высокой скоростью на достаточно дальние расстояния в случае, если аппарат находится в глубине моря.

В качестве систем передачи данных на спутники представляется небольшая надводная станция с использованием солнечных батарей, на которые аппараты будут проплывать для дозарядки а также для передачи информации через станцию на учёных, которые в дальнейшем будут обрабатывать изучать наработанные аппаратурой данные.

Данная система будет хороша тем что полностью исключается проблема использования оператора, так как планируемая система полностью автоматизировано не будет необходимости использовать оператора для контроля и управления аппаратами.

Такая система может включать в себя большое количество аппаратов, способных действовать от станции на значительном расстоянии.

Контроль за перемещениями, а также система навигации будет проводиться с помощью системы точечного позиционирования.

Современные аппараты имеют в зависимости от своего класса разные вес. Среднем аппараты лёгкого класса будут весить от 50 кг что касается аппаратов малогабаритного класса они весят в среднем до 30-40 кг. Конечно при таких габаритах говорить о увеличении полезной нагрузки не имеет смысла, так как данная аппаратура просто не способна тягач что-то что будет тяжелее самого аппарата в 10 раз. Таким образом имеет смысл задуматься об использовании новых способов увеличения полезной нагрузки, а также увеличения количество и объем возможного для переноса груза.

Для арктических акваторий необходимо проводить улучшение аппаратуры в сторону возможности противостояния низким температурам, высокой влажности и ледовому покрову. Сейчас в качестве обшивки аппаратуры используется в основном разнообразные виды пластика, в частности это полиэтилен и его производные. Данный вид материала является достаточно прочным и лёгким, а также он неплохо выдерживает Арктические температуры, однако не стоит забывать о таком прекрасном материале как углеродные нанотрубки, на основе которых можно создать сверхпрочные и сверхлегкие композиционные материалы.

Нанотрубки могут быть использованы в качестве основы для производства диодов полевых транзисторов, а также на их основе были созданы матрицы для тонких плоских дисплеев.

Для создания автоматических систем возможно применение производной углерода – графена. Необычные электронные свойства данного материала, а также возможность его химической модификации делают его многообещающим материалом для целого ряда областей микроэлектроники что конечно не может нас не заинтересовать.

Данный материал уже вполне успешно был опробован в качестве основы для создания аккумуляторных батарей. Подобные аккумуляторные батареи могли бы быть использованы в автоматизированных ТНПА, в случае если необходимое время для проведения исследования данным аппаратом будет иметь довольно продолжительный период.

Удельная ёмкость данных аккумуляторов в 5 раз превышает данный показатель у литий ионных батарей. Также следует отметить что графен полимерные батареи безопасней и не склонны к возгоранию и взрывом в отличие от литий-ионных. Также следует отметить что графен полимерные аккумуляторы могут увеличивать время работы аппарата как минимум в 3 раза.

В качестве одного из перспективных направлений развития микроаппаратов является направление с использованием биомеханики данное научное направление сформировалась на базе результатов исследований в области биологии, математики, информатики, электроники, мехатроники, материаловедения, технологии микросистемной техники и робототехники. К основным задачам этого направления можно отнести разработку новых материалов процессов технических устройств на основе принципов биологической имитации очевидно, что приоритетной областью исследования и разработок по созданию микро-НПА является Бионика. предполагается что массовое производство НПА данного класса начнётся не ранее чем в двадцатых или тридцатых годах 21 века.

Необитаемые подводные аппараты являются сегодня одним из самых перспективных направлений развития робототехники и микроэлектронных технологий важен вопрос подготовки соответствующих специалистов системный и прикладной области данного направления.

3.2 Рекомендации по применению НПА в арктических районах

Представим, что нам необходимо сделать прокладку труб или кабеля в направлении, показанном стрелочкой на рисунке 20 (от острова Новая Земля, до острова Колгуев) на глубине 2 метра под дном Баренцева моря, на заданном на рисунке 20 квадрате.

В первую очередь нам необходимо сделать обследование грунта в данном районе где планируется дальнейшее прокладка труб или кабеля. Для таких целей прекрасно подойдёт автономный аппарат в основные задачи которого входит геологоразведческие работы. Данный аппарат должен сделать топографическую съёмку на и картографирование рельефа. Также для установки безопасности дальнейших работ на выбранном участке необходимо сделать работы по определению сейсмически активных и неактивных зон, а также по обнаружению не разминировал или не взорвавшихся боеприпасов.

Стоит отметить такое важное исследование как определение экологического состояния выбранного нами района для работ по строительству. Так как во время строительства могут произойти некоторые аварийные ситуации ещё до начала работ следует выявить начальную экологическую обстановку региона. Исходя из этой оценки можно будет сделать вывод не навредит ли строительство и дальнейшая эксплуатация данного кабеля или труб окружающей среде, рыбам животным и других организмов, населяющих область разведки. Более того в случае непредвиденных обстоятельств можно будет правильно о оценить экологический ущерб, принесённый чрезвычайной ситуацией.



Рисунок 20 – карта Баренцева моря.

Так же нам следует учесть, что максимальная глубина в выбранном нами районом не доходит даже до 500 метров, что ознаает, что нет нужды использовать аппарат с рабочей глубиной более чем 500 метров.

Для подобных подготовительных работ по изучению обстановки в выбранном районе прекрасно подойдет аппарат GAVIA производства компании Hafmynd, Ирландия (рисунок 21).



Рисунок 21 – АНПА GAVIA производства компании Hafmynd, Ирландия.

Помимо того, что данный аппарат выполняет все интересующие нас задачи, он также может быть использован для проведения операций по разминированию. Данный аппарат имеет широкий диапазон глубин погружения, а именно его рабочая глубина составляет от 500 до 1000 метров, что является идеальным для заданных нами условий. Помимо этого, можно отметить и другую особенность этого аппарата – для функционирования ему не нужна привязка к судну обеспечения.

Конструкция этого аппарата является модульной что позволяет устанавливать новые элементы в зависимости от поставленных задач. Более того смена модулей может происходить в полевых условиях.

Максимальная скорость данного аппарата составляет 5,5 узлов. В своей конструкции этот подводный аппарат имеет модуль с твердотельным накопителем 4 Гб. Также он имеет модуль с акустическим модемом с двунаправленной передачей данных со скоростью до 1200 бит в секунду и дальностью до 1200 м. В качестве дополнительного оборудования могут быть установлены цветная фотокамера повышенной чувствительности, а также вспышка для этой фотокамеры.

Предположим, что исследования на выбранном нами участке показали устраивающий нас результат и теперь мы готовы к прокладке кабеля на этом участке. Для проведения строительных работ необходимо выбрать аппарат, который будет иметь всю ту же рабочую глубину. А также необходимый нам аппарат должен рыть траншеи на нужную нам глубину (2 метра).

Такой моделью может стать QTrencher 600 производства компании SMD, Великобритания (рисунок 22). Данный аппарат является представителем класса специальных телеуправляемых подводных аппаратов является одним из самых крупных и удобных моделей среди предназначенных для рытья траншей укладки труб и кабелей. Своей конструкции данный аппарат имеет две гусеницы.

Данный аппарат обеспечит возможность прокладки кабелей и труб небольшого диаметра в траншеях глубиной до 3 метров, что является идеальным для наших условий. Данный аппарат используют грунта разливочный насосы переменного расхода в зависимости от условий работы также будет возможно установка заднего расширителя для улучшения работы с кабелем большего диаметра. Также благодаря эффективному движителю и рулевому комплексу есть возможность устанавливать широкий спектр навесного оборудования аппараты также могут выполнять различные специфические задачи, которые могут появиться в ходе работы.

Технические характеристики данной модификации этого аппарата идеально подходят к заданными нами условиями. Аппарат имеет рабочую глубину с 1000 до 1500 м имеет положительную плавучесть, а также скорость до 4 узлов по вертикали.



Рисунок 22 – ТНПА специального класса QTrencher 600 производства компании SMD, Великобритания.

Данный аппарат способен рыть траншеи глубиной до 3 метров при определённой, в модификации который поставляется аппарат глубина траншей составляет 2 м, а ширина разрых данным аппаратом траншей составляет от 50 до 400 мм. Производительность водяного насоса данного аппарата может доходить до 400 кВт.

После того, как кабель будет уложен появится необходимость в постоянном мониторинге возведенной конструкции, а так же своевременного ремонта, в случае поломки или протечки. Для таких целей идеальным типом аппарата будут являться телеуправляемые аппарат легкого класса или авто-

номный подводный аппарат для проведения осмотровых работ, и рабочий ТНПА тяжелого класса для ремонтных работ по необходимости.

В качестве ТНПА легкого класса для осмотровых работ стоит сделать выбор в пользу, например, уже упомянутый ранее Марлин-350 (рисунок 4) от компании Тетис ПРО.

Данный аппарат является идеальным для проведения осмотра трубопровода и кабельных линий для подводных работ научных исследований на нефтяные и газовые промыслы. Аппарат имеет высокую маневренность достаточную рабочую глубину высокую скорость и удовлетворяющий нас диапазон рабочих температур. К тому же к одному из преимуществ можно отнести наличие автопилота, который позволяет идти по курсу с максимальным отклонением в 1 градус.

Длина кабель трассы составляет 450 м, а вес самого аппарата 50 кг. К базовым особенностям данного аппарата можно отнести цветную видеокамеру на наклоненной платформе. В качестве дополнительного оборудования следует отметить системы подводного позиционирования в состав которых входит приемно передающие антенны Маяк ответчик приемник GPS и кабель ППА.

В случае, если нет возможности использовать ТНПА из-за невозможности использования поддерживающего рейса, а также в целях экономии следует использовать тот же аппарат что и на первом этапе исследования. А именно аппарат GAVIA.

Для проведения работ по экстренному и плановому ремонту прекрасно подойдет аппарат тяжелого рабочего класса «Леопард» производства компании Тетис Про (рисунок 23).



Рисунок 23 – ТНПА «Леопард» производства компании Тетис Про, Россия.

Данный аппарат является относительно новым в линейке электрических аппаратов Рабочего класса. Его Рабочая глубина достигает 3000 м способен противостоять тяжёлым течением как в прибрежных зонах так в открытом океане. Основной особенностью управляемого подводного аппарата леопард является интеллектуальная система управления под названием iCon. Также стоит отметить что данный аппарат обладает габаритными лёгкого рабочего аппарата, однако располагает больше мощности что позволяет ему справиться с тяжёлыми работами с помощью гидравлического аппарата. Этот аппарат требует меньше обслуживания, быстрее мобилизуется, легко транспортируется. В отличие от других аппаратов данного класса, этот аппарат может похвастаться большей точности в управлении, а также возможностью обеспечить работу со сложными и хрупкими конструкциями. Леопард создаёт намного меньше шума что для гидроакустических приборов, используемых неподалёку от рабочего аппарата является большим преимуществом.

Также благодаря минимизации использования масла данный аппарат является наименее опасным для окружающей среды.

Выводы.

Для определения перспектив развития необитаемых подводных аппаратов были определены некоторые проблемы и направления:

- Повышение функциональности через переход аппаратов из класса узконаправленных в класс универсальных;
- Совершенствование материалов для конструирования, что позволит расширить районы применения, повысит надёжность, улучшить характеристики;
- Совершенствование системы управления в первую очередь, за счёт повышения информационного обмена, как внутри НПА, так и вне НПА, а также передачу данных на носители;
- Повышение энергетических возможностей НПА, что позволит расширить область и районы их использования;
- Формирование элементов искусственного интеллекта для сокращения человеческих трудозатрат.

Также в этом разделе мы рассмотрели рекомендации по применению необитаемых подводных аппаратов в арктических регионах. Был выделен основной алгоритм действия начиная от постановки задач и заканчивая решением этой задачи и дальнейшими работами по поддержанию конечного результата. Алгоритм включает в себя поиск аппарата для начальных исследовательских работ для определения общего состояния района в котором предполагаются дальнейшие работы, поиск аппарата для проведения строительно-монтажных работ, а также поиск аппарата для дальнейшего осмотра и возможного ремонта конструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель работы: Рассмотрение современных систем подводного мониторинга с целью выявления наиболее пригодных для изучения арктических акваторий.

1. Проведён анализ существующих необитаемых подводных аппаратов.

На данный момент существует огромное множество видов НПА. Их разнообразие объясняется вариативностью использования НПА в различных акваториях и в связи с различными целями.

Использование НПА позволяет ускорить процесс работ и исследований в сравнении с традиционными методами, а также проводить работы в сложных условиях, где не представляется возможным использование обитаемых аппаратов или личного погружения водолаза.

Мы рассмотрели АНПА, а также следующие классы ТНПА:

- Малогабаритные ТНПА;
- ТНПА легкого класса;
- Рабочие ТНПА легкого класса;
- Рабочие ТНПА тяжелого класса.

Для дальнейшего определения нужного типа в условиях арктических акваторий необходимо выделить основные моменты для каждого класса подводных аппаратов.

Класс малогабаритных ТНПА которые в первую очередь и подходит для поисковых работ, а также по мониторингу не больших по площади областей. Аппараты этого класса чаще всего используются в работе МЧС, а также береговой охраны. С помощью данной аппаратуры проще всего найти утопленников или небольшие корабли потерпевшие крушение. Также это аппаратура может с лёгкостью применяться при подводной археологии как любительского уровня, так и профессионального. ТНПА этого класса имеет прекрасную скорость развёртываемости и расстановки аппаратуры, что позволяет использовать эти аппараты в условиях ограниченного времени.

Рассмотрены ТНПА лёгкого класса эти аппараты являются более габаритными по отношению к предыдущему классу ТНПА в целом цели и задачи использования данного типа схожи с малогабаритными, однако в некоторых сборка могут встречаться манипуляторы что приближает данный класс больше к рабочим ТНПА лёгкого класса так программное аппаратура способна уже к производству каких-либо мелких работ сбору грунта на анализ, а также перетаскивание мелких предметов и объектов.

Рабочие ТНПА лёгкого класса предназначены для проведения, а смотровых работ выявление поломок, а также проведение небольших работ гидравлическим инструментом. В виду того что аппараты имеют небольшие размеры они намного более манёвренные чем подобные аппараты тяжёлого класса. Подобные аппаратура в большинстве случаев используется в качестве поддержки строительных работ аппаратами классом выше.

Рабочие ТНПА тяжёлого класса предназначены для более обоснованной поддержки строительных работ, а также для совершения не крупных строительных операции при закладке труб и кабеля. Эти аппараты имеют очень внушительные размеры и применяются в основном на средних глубинах. В своей комплектации они имеют большее количество гидравлического инструмента, который и позволяет совершать работы по строительству.

Рассмотрены автономные необитаемые подводные аппараты. Такие аппараты, максимально автоматизированные не нуждаются в постоянном контроле действий, а также широко применяется на данный момент в мировой научной практике по изучению и освоению Мирового океана.

Также нами был рассмотрен один аппарат специального назначения преимущественной характеристикой которого является то что этот аппарат является полуавтономными и способны выполнять определённые функции без команды.

Для того чтобы определить какой тип НПА нам необходим при работе в арктических акваториях с начала нам необходимо определить какую цель мы преследуем. Если основной задачей в зоне арктических вод является строительство станции, связанные с нефтедобычи или поддержки этой станции то в таком случае очевидным выбором будет являться именно ТНПА рабочего тяжелого класса, а также ТНПА рабочего легкого класса. Что же касается исследований до момента построения и возведения данной конструкции необходимо использовать типа легкого класса с определенной комплектации для того чтобы провести исследование и выявить все возможные опасности для экологии в данном регионе при постройке объекта.

2. Выбраны характеристики необитаемых подводных аппаратов применяемого для работы в арктической зоне.

Рассмотрены физико-географические характеристики Баренцева моря, и требования к необитаемым подводным аппаратам для работы в условиях этого моря.

В Баренцевом море выделяют четыре вида особых водных масс:

- Атлантический воды с повышенной температурой и солёностью они поступают с Запада виде поверхностных течений и приходящие на глубинах Севера и северо-востока из арктического бассейна;
- Арктические воды с отрицательной температурой и пониженной солёностью входящие как поверхностные течения севера;
- Прибрежные воды со значительной амплитудой годового хода температуры низкой солёностью формирующиеся под давлением материкового стока и определённых прибрежных течений;
- Воды с низкой температурой и высокой солёностью образованные в пределах моря в результате перемещения водных масс, приходящих из ней и их трансформации под влиянием местных условий.

- Показатели солёности. Вытри акватории моря находится под влиянием атлантических вод и даже на поверхности море солёность воды превышает 34 промилле, что касается остальной части акватории там солёность колеблется в пределах 32-34‰. Наибольшие отклонения от уровня солёности имеют место на юго-востоке море куда вносятся распределённые беломорские воды там солёность воды составляет 31-33‰.

- Температура воды в Баренцевом море. Средняя температура за год воды не повышается выше 9 градусов на поверхности воды. Однако летом поверхность моря может прогреться до 11-12 градусов. Что же касается горизонта 300 м в среднем температура круглогодично не повышается выше 4 градусов.

- Глубины Баренцева моря - она составляет в среднем 222 метра. Самый максимальной глубиной является 600 метров и находится она на желобе острова Медвежий. Большая часть море имеет глубину от 300 до 400 метров. Также можно выделить центральная плато, возвышенности это центральное и Персия с минимальной глубиной 63 метров, Центральная впадина, с максимальной глубиной 386 м, и желоба, такие как - Западный, с максимальной глубиной 600 метров, Франс-Виктория, с глубиной 430 метров и другие. Южная часть моря имеет глубину преимущественно менее 200 метров и отличается выравненным рельефом.

- Баренцево море прерывается льдом только на три четверти это объясняется притоком в юго-западную часть тёплых атлантических вод, не позволяющих в воде, охлаждается до температуры замерзания и служащих своеобразным барьером для льдов, надвигающихся с севера.

Основными требованиями в выборе аппарата для работы в арктических акваториях было выбрано ледовое покрытие, температура зоны в которой придется работать, геологические показатели дна, а также солёность. Выбор подводного аппарата должен происходить исходя из задач, которые стоят перед исследователями или строителями. Если задача стоит только в том,

чтобы построить карту дна и экологическую обстановку, выбор стоит сделать в пользу автономных аппаратов, такого, как например, Bluefin-21. Однако если задача состоит в том, чтобы сделать прокладку труб или газонефтепроводов в таком случае следует сделать выбор в пользу телеуправляемый подводных аппаратов тяжёлого рабочего или специального класса. Например, одного из аппаратов серии CABLE BURIAL TRACTOR.

3. Обоснованы перспективы развития необитаемых подводных аппаратов в арктических акваториях.

Для определения перспектив развития необитаемых подводных аппаратов были определены некоторые проблемы и направления:

- Повышение функциональности через переход аппаратов из класса узконаправленных в класс универсальных;
- Совершенствование материалов для конструирования, что позволит расширить районы применения, повысит надёжность, улучшить характеристики;
- Совершенствование системы управления в первую очередь, за счёт повышения информационного обмена, как внутри НПА, так и вне НПА, а также передачу данных на носители;
- Повышение энергетических возможностей НПА, что позволит расширить область и районы их использования;
- Формирование элементов искусственного интеллекта для сокращения человеческих трудозатрат.

Был выделен основной алгоритм действия начиная от постановки задач и заканчивая решением этой задачи и дальнейшими работами по поддержанию конечного результата. Алгоритм включает в себя поиск аппарата для начальных исследовательских работ для определения общего состояния района в котором предполагаются дальнейшие работы, поиск аппарата для проведения строительно-монтажных работ, а также поиск аппарата для дальнейшего осмотра и возможного ремонта конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов В.М., Попов Н.Н., Ганецкая Н.А., Шнеерсон Е.З., Соловаров Р., Кочешков Н.В., Кумпан С.А., Сальцберг Э.В., Попова А.Н., Трунин С.В. «Разработка и создание малобюджетных исследовательских подводных дронов».
2. Сальцберг Э.В., Кумпан С.А. «Исследование возможности применения систем прецизионного точечного позиционирования в навигации морских дронов».
3. Минаков Н.М. «Актуальные задачи и роль подводной техники при проведении научно-исследовательских, подводно-технических и поисково-спасательных работ на море».
4. Шувалов А.А. «Необитаемые подводные аппараты. Классификация и технические характеристики НПА».
5. Кайфаджян А.А., Ткаченко А.О. «Тенденции развития гидроакустических средств в составе комплексов автономных и телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов».
6. OCEAN MODULES SWEDEN AB «The future of underwater technology».
7. Евгений Ю.Б., Николай Н.Б. «Состояние и перспективы применения необитаемых подводных аппаратов в области гидрографических исследований и подводной навигации».
8. Antoine Crémière, Aivo Lepland, Shyam Chand, Diana Sahy, Daniel J. Condon, Stephen R. Noble, Tõnu Martma, Terje Thorsnes, Simone Sauer, Harald Brunstad. « Timescales of methane seepage on the Norwegian margin following collapse of the Scandinavian Ice Sheet»
9. Бочаров Л. «Необитаемые подводные аппараты: Состояние и общие тенденции развития».

10. Бахарев С.А., Карасев В.В., Карасев А.В. «Использование автономных необитаемых подводных аппаратов в процессе изучения мирового океана».
11. Томас Нильсон. «Почему добыча нефти в Баренцевом море становится нерентабельной».
12. Войтов Д. «Автономные необитаемые подводные аппараты»
13. Компания «Тетис Про». <http://www.tetis-pro.ru>
14. RoboTrends. <http://robotrends.ru>
15. Электронная свободная энциклопедия «Википедия».
<https://ru.wikipedia.org>
16. Американская Военная Энциклопедия. <http://military.wikia.com>
17. Nature Communications. <https://www.nature.com>
18. Онлайн выставка продукции для водного спорта и судоходства.
<http://www.nauticexpo.ru/>
19. Национальный фонд технических нормативных правовых актов Республики Беларусь. <http://tnpa.by>
20. Карты Мира. Карты всех стран, городов и регионов мира.
<http://mapoftheworld.ru/>
21. Судостроение. Судоходство. Судоремонт. <https://www.korabel.ru>
22. Месторождения шельфа Баренцева моря.
<http://voprosik.net/mestorozhdeniya-shelfa-barenceva-morya/>
23. Сайт компании «Штокман». <http://www.shtokman.ru>
24. Сайт компании «Газпром». <http://www.gazprom.ru>
25. Сайт Института проблем морских технологий ДВО РАН.
<http://www.imtp.febras.ru/>
26. Военное обозрение. <https://topwar.ru/>
27. Арктический и антарктический научно-исследовательский институт <http://www.aari.ru>
28. География России. <https://geographyofrussia.com/>

29. Природа России. <https://rospriroda.ru/>
30. АО «Гидроприбор». <http://www.gidropribor.ru>