



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра Информационных технологий и систем безопасности**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**(Бакалавр)**

**На тему** Разработка баз данных в составе учебной информационной системы  
для \_\_\_\_\_ Западной  
Арктики

**Исполнитель** \_\_\_\_\_ Баширов Роман Эдуардович  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель** \_\_\_\_\_ Кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ Абрамов Валерий Михайлович  
(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»**

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_ доктор технических наук  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ Бурлов Вячеслав Георгиевич  
(фамилия, имя, отчество)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Санкт–Петербург

2023



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

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Бурлов В.Г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ года

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

студенту Баширову Роману Эдуардовичу

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема Разработка баз данных в составе учебной информационной системы для Западной Арктики  
закреплена приказом ректора Университета от «29» ноября 2022 года, № 956-с \_\_\_\_\_.
2. Срок сдачи законченной работы «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.
3. Исходные данные к работе
  - 3.1 Нормативно-правовые документы, регулирующие создание баз данных
  - 3.2 Нормативно-технические документы, регулирующие создание баз данных
4. Основные вопросы, подлежащие разработке (краткое содержание ВКР)
  - Обзор проекта ARGO и его деятельности;
  - Анализ информационных систем визуализации данных проекта «ARGO»;
  - Автоматизация обработки данных буев ARGO для Западной Арктики.
5. Перечень материалов, представляемых к защите:
  - ВКР (пояснительная записка);
  - отзыв руководителя;
  - заключение о проверке работы в системе «Антиплагиат ВУЗ»;
  - иллюстративный материал (слайды).
6. Дата выдачи задания: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Руководитель выпускной квалификационной работы

Проф., д.т.н., Бурлов Вячеслав Георгиевич

(должность, ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество)(подпись)

Задание принял к исполнению «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Студент Баширов Роман Эдуардович КВ-Б19-1

(фамилия, имя, отчество, учебная группа)(подпись)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 64 с., 35 рис., 12 табл., 1 приложение, 27 источников литературы.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ОБРАБОТКА ДАННЫХ, СБОР ДАННЫХ, БУИ АРГО, ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ, ЗАПАДНАЯ АРКТИКА

Объект исследования – морская информационная программа «Argo».

Предмет исследования – учебная информационная система «Argo».

Цель работы – разработка сайта и создание базы данных для автоматического анализа данных буев «Argo».

В выпускной квалификационной работе был проведен анализ информационных систем визуализации данных «Argo», а также инструментов для визуализации данных и создания баз данных.

Разработан сайт и подключена база данных для автоматического анализа данных буев «Argo», приведено технико-экономическое обоснование применения данногосайта.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОБЗОР ПРОЕКТА ARGO И ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	6
1.1. Описание проекта «Argo» .....	6
1.2. Информационные центры сбора, хранения и обработки данных проекта «Argo» .....	14
1.3. Данные, получаемые буями проекта «Argo» .....	17
2. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ПРОЕКТА «ARGO» .....	25
2.1. Анализ информационных систем визуализации данных «Argo» .....	25
2.2. Инструменты для визуализации данных и создание базы данных .....	29
3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БУЕВ ARGO ДЛЯ ЗАПАДНОЙ АРКТИКИ .....	38
3.1. Исследование актуальности внедрения инструмента по обработке и выводу данных .....	38
3.2. Разработка макета сайта «Argo» .....	42
3.3. Исследование ожидаемой коммерциализации разработки баз данных в составе учебной информационной системы для Западной Арктики .....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	61
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	62
ПРИЛОЖЕНИЕА .....	65

## Перечень принятых сокращений и определений

ADMT (Argo Data Management Team) – компания управления данными Арго.

ALACE (Autonomous Lagrangian Circulation Explorer) - автономный лагранжевый циркуляционный исследователь.

API (Application Programming Interface) - интерфейс прикладного программирования.

AST (Argo Steering Team) – руководящая группа Арго.

CLIVAR (Climate and Ocean Variability, Predictability and Change) - программа, являющаяся компонентом ВПИК, ответственная за исследование изменчивости и предсказуемости климата.

DAC (National Data Center) - национальный/региональный информационный центр.

FTP (File Transfer Protocol) – протокол передачи файлов по сети.

GAMA (Global Argo Marine Atlas) – глобальный морской атлас Арго, ПО для просмотра данных Арго.

GDAC (Global Data Assembly Center) - глобальный центр обработки данных.

GDAR (Global Argo Data Repository) – глобальное хранилище данных Арго.

GODAE (The Global Ocean Data Assimilation Experiment) – глобальный эксперимента по усвоению данных об океане.

GTS (Global Telecommunication System) - глобальная сеть для передачи метеорологических данных от метеостанций, спутников и центров численного прогнозирования погоды.

IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) – океанографический институт в Франции.

JCOMM/OCG (Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology/Observations Coordination Group) – Объединенная техническая комиссия по океанографии и морской метеорологии/координационная группа по наблюдениям.

JCOMMOPS/OceanOPS – координационный центр для внедрения и эксплуатации соответствующих платформ наблюдений.

WCRP/ВПИК (WorldClimateResearchProgramme) – международная программа координации глобальных климатических исследований.

WOCE - Эксперимент по Циркуляции Мирового Океана (англ. WorldOceanCirculationExperiment).

## ВВЕДЕНИЕ

Более 20 лет активно ведется изучение гидрофизических свойств Мирового океана, а с появлением мощной и малогабаритной вычислительной техники возможности для обработки и получения данных возросли, появились системы, позволяющие получать данные о температуре и солености воды в автоматическом режиме. К таким комплексам можно отнести систему буев «Argo».

Разработка сайта "Argo" является важной темой в современном мире науки и технологий. Система буев "Argo" позволяет ученым получать более точные и полные данные о состоянии Мирового океана. Разработка сайта "Argo" является логическим продолжением этой работы, предоставляя доступ к полученным данным для широкой аудитории и упрощая процесс анализа и визуализации информации. В данном контексте разработка сайта "Argo" имеет огромное значение для науки и для общества в целом, ведь океан — это важный ресурс для жизни на Земле, а понимание его состояния помогает сохранить и использовать его ресурсы более эффективно.

Объект исследования: морская информационная программа «Argo».

Предмет исследования: учебная информационная система «Argo».

Цель работы: разработка сайта и создание базы данных для автоматического анализа данных буев «Argo».

В ходе исполнения будут решены следующие задачи:

1. Обзор проекта Argo и его деятельности.
2. Анализ информационных систем визуализации данных проекта Argo.
3. Разработка макета сайта «Argo».



## 1. ОБЗОР ПРОЕКТА ARGO И ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 1.1. Описание проекта «Argo»

На протяжении всей истории человечества ученые и исследователи наблюдали за океаном с помощью кораблей, буев и других инструментов. Однако высококачественные данные о гидрофизических характеристиках океана, включая данные о температуре, солености и электропроводности, было собрать и обработать сложно.

Со временем были разработаны спутниковые системы наблюдения за поверхностью океана, что облегчило научные исследования. Но спутниковые системы не могли полностью заменить исследования на местности, т.к. системы не способны наблюдать за течениями и гидрофизическими характеристиками в толще воды[1-7]. Поэтому в 1990-ых годах была создана программа «Argo» – глобальная система мониторинга течений, температуры и солености Мирового океана. Истоки создания проекта «Argo» могут быть найдены в Эксперименте по Циркуляции Мирового океана (англ. World Ocean Circulation Experiment) или (WOCE). WOCE – это часть Всемирной программы исследования климата (ВПИК) (англ. World Climate Research Programm) или (WCRP) [8-15].

Всемирная программа климатических исследований (ВПИК/WOCE) способствует анализу и прогнозированию изменения климата на Земле. Основной задачей ВПИК, на момент создания, являлось нахождение закономерностей в изменении климата, что способствовало прогнозированию климата. Благодаря ВПИК ученые-климатологи в современное время могут осуществлять мониторинг, моделирование и прогнозирование глобального климата с высокой точностью.

Основным ограничением прогнозированием на длительное время была неспособность ВПИК описать и смоделировать Мировой океан и циркуляцию вод. Это ограничение объясняется невозможностью постоянно проводить систематические наблюдения за океаническими процессами во всем мире[16-25].

Для устранения ограничений ВПИК необходимо было выполнить определенные работы по двум направлениям:

- представление климатических процессов в моделях (обратные связи, связанные с океанами и ледовым покровом);
- систематический сбор долгосрочных прямых и косвенных наблюдений гидрофизических характеристик.

Для осуществления поставленных целей в ВПИК были определены основные проекты, которые смогли бы взять на себя решение сопутствующих проблем, такими проектами стали:

- проект «Глобальное описание» - проект осуществлял получение данных о циркуляции тепла, пресной воды и химических веществ в водах Мирового океана;
- проект «Южный океан» - проект нацелен на изучение полярных течений Арктики и влияния Южного океана на Мировой океан;
- эксперимент «Динамика вращения» - представление климатических процессов в моделях.

Описанные три проекта предназначены для решения первой цели, поставленной перед ВПИК, и были направлены на глобальное рассмотрение роли океана в долгосрочной перспективе климатических изменений.

Высокоточные оценки будущих океанических характеристик и условий требуют точное описание состояния океана в настоящее время, что лучше всего достигается путем ассимиляции спутниковых и натурных наблюдений в модели. Модели в ВПИК использовались как для анализа данных, так и для экспериментального моделирования. Для проведения измерений, для сбора и дальнейшего анализа данных, использовались исследовательские методы и средства, однако мониторинг океанических характеристик потребовал более простых методов.

В 1950-ых годах Джон Своллоу изобрел принцип нейтральной плавучести, чтобы исследовать подводные течения на различных глубинах Мирового океана. Благодаря принципу нейтральной плавучести Расс Дэвис из

Калифорнийского Института Океанографии и Дуг Уэбб из исследовательской корпорации «WebResearchCorporation» разработали автономный профилирующих буй, получивший название «Autonomous Lagrangian Circulation Explorer» (ALACE), что в переводе с английского значит «Автономный Лагранжевый Циркуляционный Буй». До Расса Дэвиса и Дуга Уэбба уже были разработаны похожие буи: Автономные станции прослушивания (ALS/ Autonomous Listening Station), SOFAR, MARVOR и RAFOS буи. Но все разработанные буи не были способны регулировать свою плавучесть, именно эту особенность добавили в буй ALACE.

Первые буи ALACE были впервые развернуты в проливе Дрейка в 1990 году и были установлены на дрейф на глубине 1 000 м. Суммарно ВПИК запустили в океаны 1110 буюв ALACE. На рисунке 1 представлена схема строения буя ALACE.



Рисунок 1 – Схема строения буя ALACE

В процессе эксплуатации на буй стали устанавливать датчики определения солености, температуры и давления. Но данных о гидрофизических данных все еще было недостаточно [7, 10].

В 1999 году для решения проблем с недостатком данных, учеными со всего мира было принято инновационное решение, которые в значительной степени улучшило сбор данных о наблюдениях в Мировом океане посредством

расширения охвата с точки зрения времени и территории. Этим решением стал проект «Argo».

Развертывание «Argo» началось в конце 1999 года, и к ноябрю 2007 года профиль, составляющий миллион данных, был собран. Принцип работы буев нового поколения практически не менялся и остается похожим на принцип работы буев ALACE. В таблице 1 представлены характеристики буев «Argo».

Таблица 1 – Основные характеристики наиболее распространенных буев проекта «Argo»

Название	APEX	SOLO-II	NAVIS	ARVOR
Страна производства	США	США	США	Франция
Габариты	25 кг	19,2 кг	18,5 кг	19,5 кг
Количество циклов	150	200-325	Около 300	220-290
Вид батареи	Щелочные	Литьевые	Литьевые	Литьевые
Измеряемые параметры	P/T/S	P/T/S	P/T/S	P/T/S
Количество активных буев в 2020г.	1923	654	512	471

Все описанные буи проекта «Argo» оснащены датчиками температуры, солености и давления. В настоящее время проект «Argo» использует комплекты датчиков SBE-41 и RBRargo.

На рисунке 2 показан модуль SBE-41, который был разработан компанией Sea-Bird специально для внедрения в конструкцию буев ALACE (автономный лагранжевый циркуляционный исследователь) в 1997 году. В настоящее время Sea-bird практически полностью обеспечивает программу «Argo» датчиками, производя около 1 000 SBE-41 комплектов в год. Комплекты датчиков SBE-41 имеют определенные конструкторские особенности:

- используют датчики производства компании MicroCAT для измерения температуры и давления;

- имеют U-образный проточный канал и насос, используемые для защиты от загрязнений;
- датчики давления имеют термисторную защиту, обеспечивающую защиту от температуры окружающей среды;
- имеют нуль-упорный порт для вывода выхлопов насоса.



Рисунок 2 – CTD модуль, разработанный компанией SeaBird

RBRargo, в отличие от SBE-41, был разработан специально для проекта «Argo». Все датчики RBRargo имеют встроенную систему компенсации температурных воздействий на давление, а также зависимость проводимости от температуры и давления.

Сравнение основных характеристик комплектов RBRargo и SBE-41 представлены на таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ характеристик комплектов датчиков SBE-41 и RBRargo

	Начальная точность измерений			Увеличение погрешности за год		
	T	S	P	T	S	P
RBRargo	±0,002	±0,003	1-2 дбар	0,002	0,01	2 дбар
SBE-41	±0,002	±0,002	± 2 дбар	0,0002	0,001	0,8дбар

Буи оборудованы внутренним резервуаром и внешней емкостью, использующихся для изменения давления. Цикл работы так же, как и конструктивные особенности подверглись небольшим изменениям. С интервалом в 10 дней буй перекачивает жидкость во внешний пузырь и поднимается на поверхность в течение 6-7 часов, измеряя при этом температуру и соленость, схема работы буя представлена на рисунке 3. Буй определяет свои координаты и отправляет все собранные данные на спутники. Затем пузырь сдувается, посредством выкачки рабочей жидкости из пузыря в емкость внутри корпуса и опускается на глубину 2 000м, и продолжает дрейфовать, пока цикл не повторится.

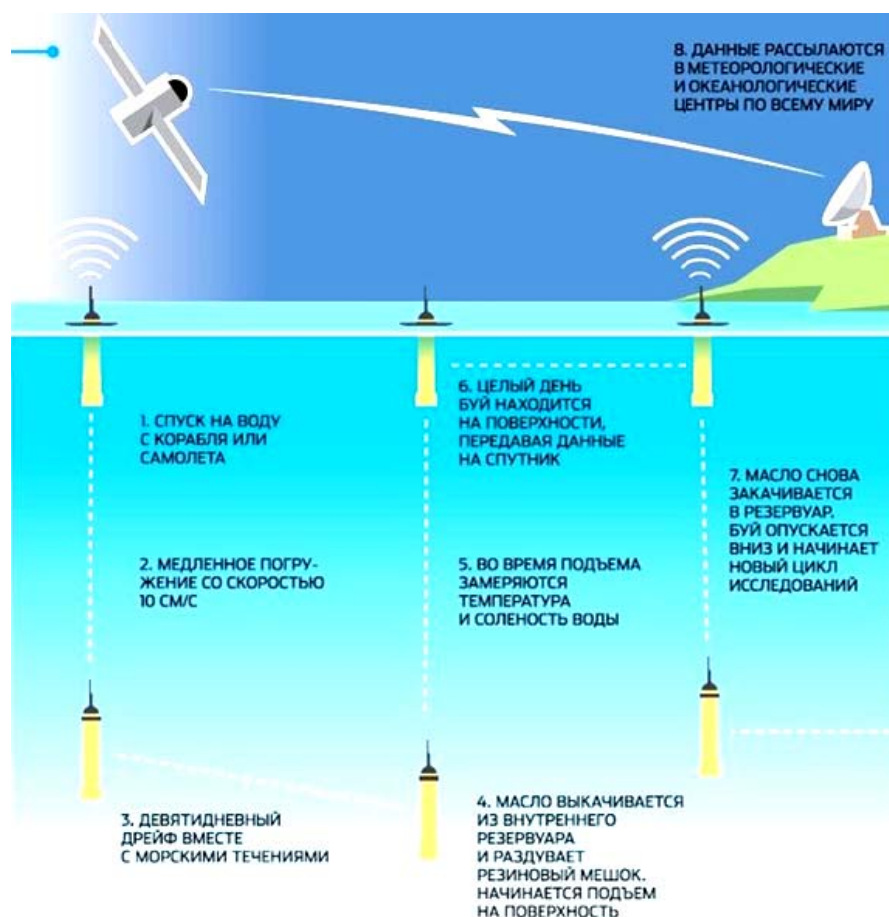


Рисунок 3 – Схема цикла работы буя проекта «Argo»

В проект «Argo» включен подпроект PolarArgo (Полярный Арго). Полярный Арго относится к группе буев «Argo», работающих в районах, где водная поверхность частично покрыта ледовым покровом, в районах к югу от

60 градусов южной широты и к северу от 60 градусов северной широты. Эти районы не были включены в изначальный проект «Argo», но буи были развернуты на самых ранних этапах программы.

Основным преимуществом использования буев проекта «Argo» в высокоширотных районах океанов заключается в том, что буи способны в течение нескольких зимних месяцев автономно собирать данные, где обычные исследовательские суда собирали не полные и неточные данные из-за широкого покрытия морского льда и суровых погодных условий. PolarArgo значительно расширил возможности наблюдений в высокоширотных районах Мирового океана. К 2015 году проектом PolarArgo удалось собрать почти 40 000 профилей в Южном море, из которых 50% были зимними, в сравнении с традиционными судовыми океанографическими пробами в тех же районах, 14 000 судовых профилей, полученных за столетие, только 20% были профилями зимних месяцев.

По состоянию на июнь 2020 года было собрано 52 142 профиля к северу от 60 градусов северной широты и 61 420 профилей к югу от 60 градусов южной широты с помощью 1719 буй [1, 3].

Однако наличие ледового покрова на поверхности воды представляет опасность для самих буев и препятствует их полноценной работе. При всплытии буй может наткнуться на ледовое покрытие, которое может повредить антенны и корпус буя или буй может быть раздавлен льдинами во время передачи информации на спутники. Вероятность того, что буй получит несовместимые с работой повреждения и будет выведен из строя приблизительно равна 40%.

В процессе решения проблемы были разработаны улучшения для работы буев в полярных районах:

- разработана стратегия уклонения ото льда, процесс подъема буя на поверхность прерывается для избегания столкновения буя со льдом, находящимся на поверхности;

- разработаны более прочные виды антенн, для того, чтобы буй смог выдержать случайное столкновение с морским льдом;
- добавлена функция хранения профилей подо льдом, если буй не смог передать данные сразу после отбора проб;
- разработаны методы оценки и определения положения буя подо льдом.

Визуальная работа буев показана на рисунке 4.

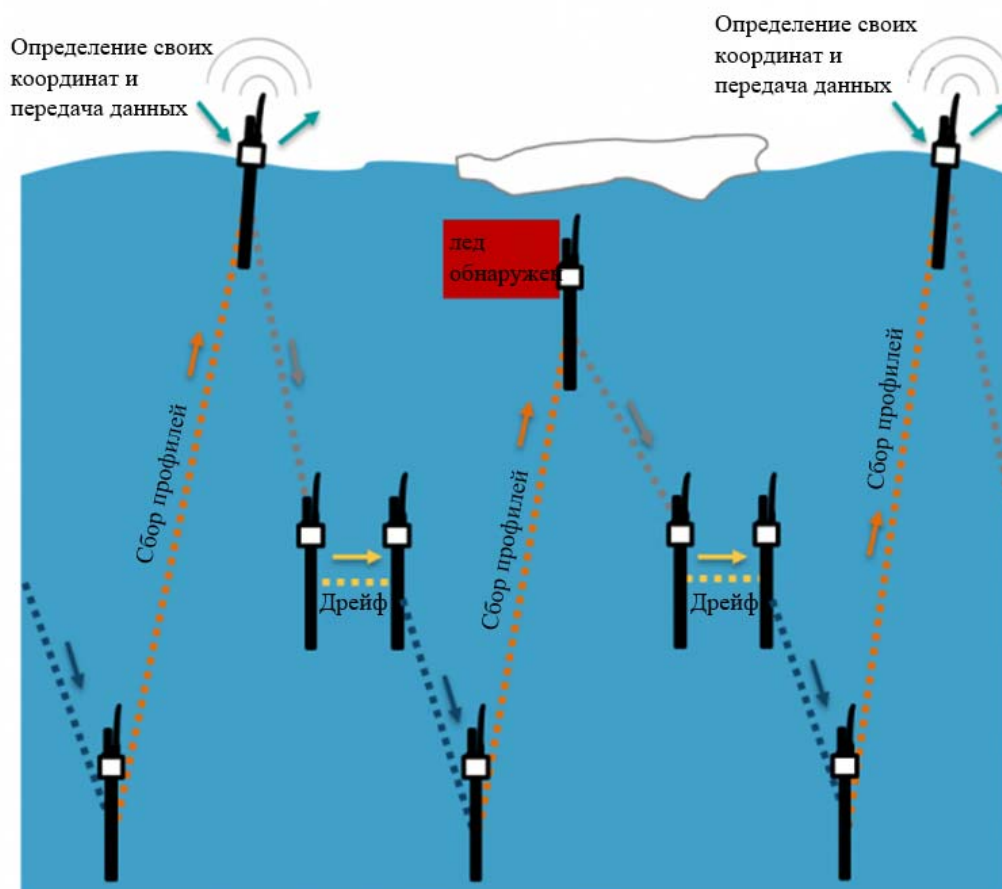


Рисунок 4 – Схема цикла работы буя проекта PolarArgo при столкновении с ледовым покровом

Недавний прогресс в Северном полушарии Земли стал возможен благодаря пилотным проектам, направленным на изучение конкретных процессов в арктическом регионе. Открытый научный проект «Стратифицированная динамика океана в Арктике» и «Арктическая жара» сделал возможным воздушное развертывание буев ALAMO в круговороте Бофорта и Чукотском море, а исследовательский проект GREEN EDGE,



предназначенный для изучения динамики весеннего цветения фитопланктона, положил начало использованию биогеохимических буев PROICE в Баффином заливе. В Южном полушарии крупнейшим инновационным проектом является Южноокеанское углеродное и климатическое наблюдение и моделирование (SOCCOM), целью которого является понимание роли региона в изменении климата и биогеохимических процессах. [10-14].

## 1.2. Информационные центры сбора, хранения и обработки данных проекта «Argo»

Проект «Argo» – результат работы ученых по всему миру, сбор информации происходит по всему миру, обработка и хранение этой информации происходит в различных информационных центрах, разбросанных по миру. Расположение информационных центров обработки и хранения данных проекта «Argo» представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Территориальное расположение информационных центров обработки и хранения данных проекта «Argo»

Как видно из рисунка 5 все информационные центры проекта «Argo» разделены на 3 вида, в зависимости от того, чем центр занимается.

Информационные центры ISDM, CLS-A, AOML, BODS, CORIOLIS, CLS, INCOIS, NMDIS, KMA, JMA и CSIRO относятся к региональным центрам DAC

(NATIONAL DATA CENTER). Региональные информационные центры обеспечивают проверку территориальных данных: проверки данных на соответствие стандартам проекта «Argo», сравнивают данные, полученные буйями с данными, полученными путем судовых измерений, и обеспечивают своевременное обновление баз данных глобальных информационных центров.

Информационные центры IFREMER и FNMOC относятся к глобальным информационным центрам. В глобальные информационные центры поступают обработанные данные от региональных информационных центров и глобальные центры описывают океанологические показания и обеспечивают обнародование данных проекта «Argo».

Информационный центр CLS-A является репозиторием данных, хранилищем, и занимается архивацией и хранением данных глобальных информационных центров.

Все информационные центры проекта «Argo» находятся под управлением системы управления проекта «Argo». В систему управления входит две группы: ADTM -ARGO Data Management (в переводе с англ. Управление данными Argo) и AST - InternationalArgoSteeringTeam (в переводе с англ. Руководящая группа Argo). Основные функции каждой группы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные функции групп управления проектом «Argo»

Группа управления	Функция
ADTM	Обеспечение стабильного функционирования сайта по управлению данными Арго
	Разработка документации о стандартах форматов данных и обеспечение соблюдения стандартов
	Организация и осуществление доступа к данным глобальных и региональных информационных центров
AST	Наблюдение за разработкой и внедрением буев проекта Арго
	Обеспечение связи с глобальными спутниковыми системами
	Обеспечение финансирования информационных центров
	Координация развертывания проекта Арго

Стабильное функционирование проекта «Argo» обеспечивается совместной работой всех информационных центров. Схема взаимодействия информационных центров проекта «Argo» представлена на рисунке 6.

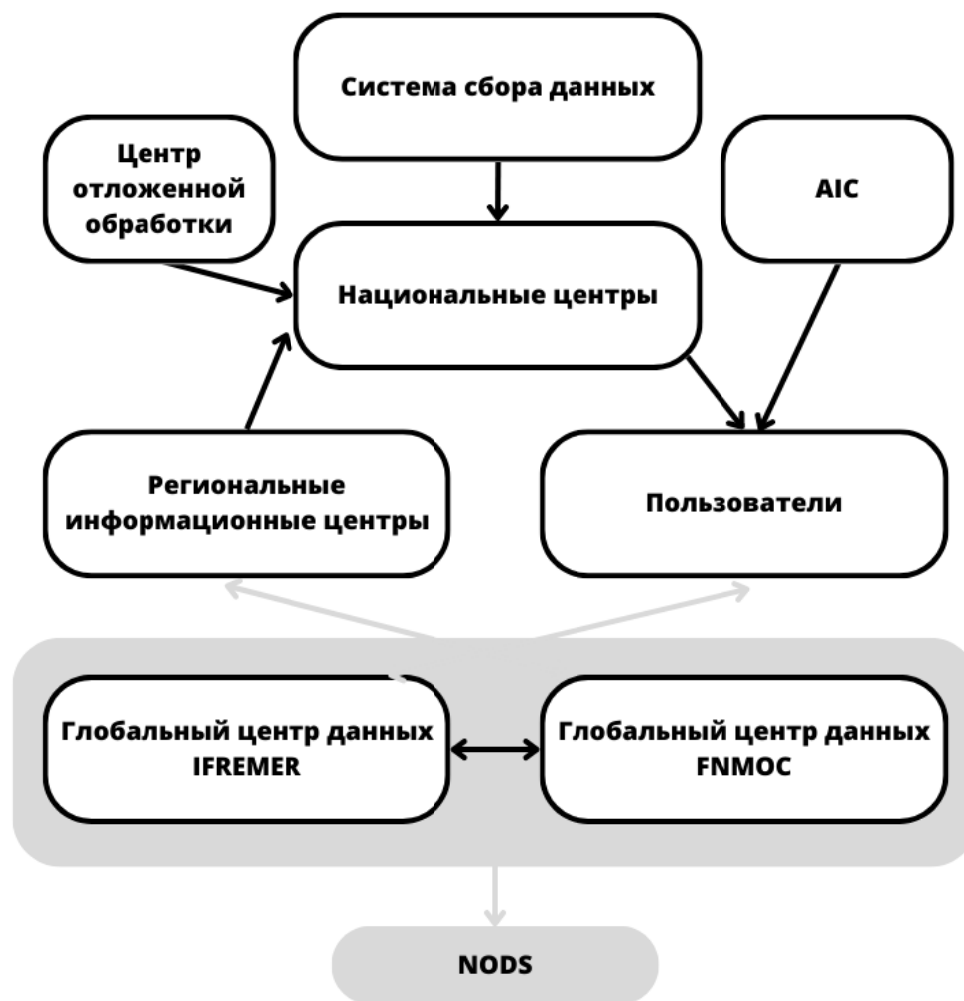


Рисунок 6 – Схема взаимодействия информационных центров проекта «Argo»

Алгоритм работы центров следующий: данные с буев передаются через спутники на наземные станции, откуда несколько раз в день информация отправляется либо в национальные центры, либо в региональные центры. Каждый центр отвечает за данные, полученные от закрепленных за ним буев. Центры поддерживают в актуальном состоянии метаданные, касающиеся технических характеристик, а также информацию о буюх. Проверенные данные поступают в глобальные центры данных [15].

### 1.3. Данные, получаемые буюми проекта «Argo»

Международный проект «Argo» собирает основные виды гидрофизических характеристик Мирового океана: соленость, температуру и

соленость. С помощью этих данных можно вычислить плотность морской воды, электропроводность и скорость распространения звука в морской воде.

Соленость – представляет собой соотношение количества твердых минеральных веществ в граммах к одному килограмму воды. Соленость измеряется в промилле (‰), что соответствует 1 грамму минеральных веществ в одном килограмме воды. На рисунке 7 представлен химический состав морской воды с процентным содержанием основных элементов морской соли.

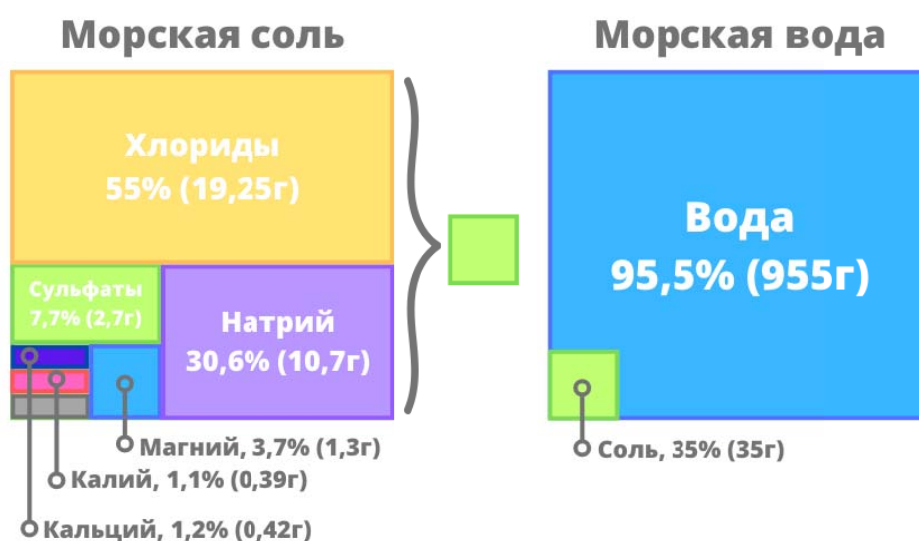


Рисунок 7 – Химический состав морской воды и процентное содержание основных элементов морской соли

Средняя соленость воды мирового океана на данный момент составляет 33-37‰ – эти показатели изменяются в зависимости от притока пресной воды, осадков, испарения влаги, таяния ледников и, в итоге, от глобального изменения климата.

Увеличение количества осадков приводит к тому, что вода Мирового океана разбавляется – концентрация солей в воде падает, но это происходит неравномерно, т.к. в экваториальных регионах, где соленость воды выше, выпадает меньше осадков, но испарение воды намного сильнее, чем в субтропических регионах, где вода менее соленая, и осадки превышают испарение[16].

В средних широтах превышение испарения над осадками зачастую приводит к тому, что поверхностные воды становятся более солеными, чем глубинные, ведь глубинные гидрофизические характеристики схожи с характеристиками полярных вод, т.к. именно они формируют состояние глубинных вод. Если соленость поверхностных вод достаточно велика, из-за изменения плотности они начинают погружаться. В этом случае можно наблюдать явление, называемое «солевые пальцы», при котором соленость на поверхности больше солености при увеличении глубины. Таким образом, в этих регионах стратификация воды частично поддерживается температурным градиентом, а соленость может повлиять на способность слоев смешиваться.

Среднегодовое поле солености Мирового океана на горизонте 200 м представлено на рисунке 8, а на рисунке 9 представлены вертикальные профили распределения солености по данным проекта «Argo».

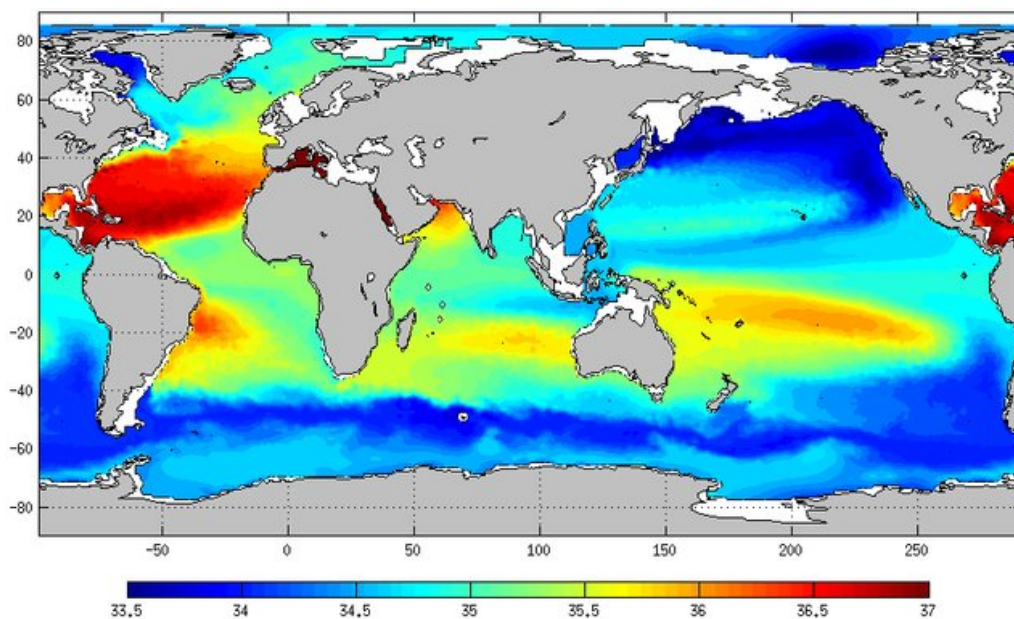


Рисунок 8 – Среднегодовое поле солености Мирового океана на горизонте 200 м по данным АМИГО за период 2005-2014 гг.

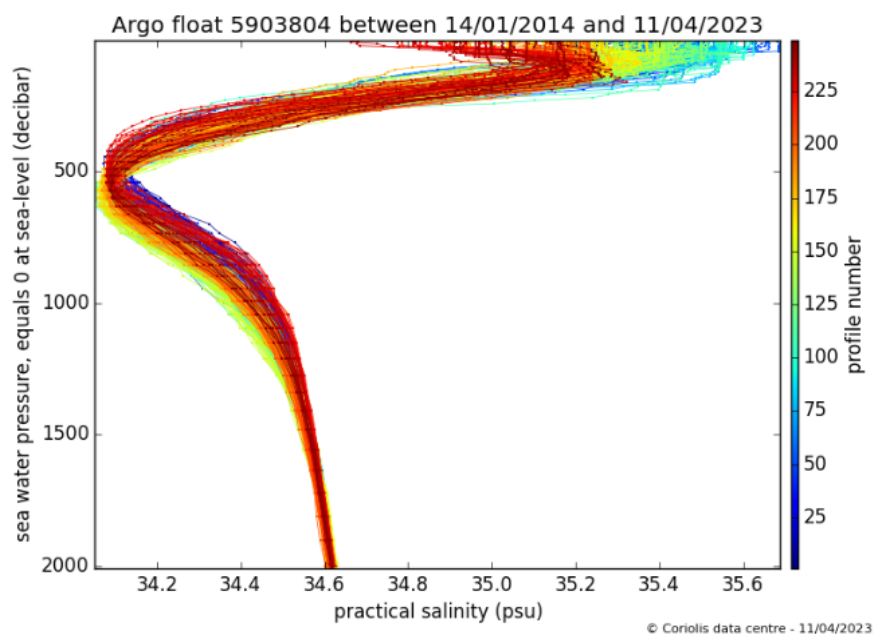


Рисунок 9 – Вертикальные профили распределения солености

Мировой океан получает достаточной много тепла от Солнечной энергии, т.к. океан занимает большую часть Земли (суша – 29,1%, океан – 70,9%), то он и получает намного больше тепла, чем суша. Также, в океане накапливается огромное количество тепла, т.к. вода по физическим своим свойствам обладает большой теплоемкостью. Но солнечные лучи способны нагревать только верхний слой воды, но из-за перемешивания слоев температура распределяется.

На температуру океанических вод влияет ряд причин: географическая широта, климат территории и течения. Теплые течение переносят теплые воды от экватора в территорию умеренных широт, а холодные течения несут холодную воду от полярных областей. За счет теплых и холодных течений происходит равномерное распределение температур в водных массах Мирового океана. Среднегодовое поле температуры Мирового океана на горизонте 75м представлено на рисунке 10, а на рисунке 11 представлены вертикальные профили распределения температуры по данным проекта «Argo».



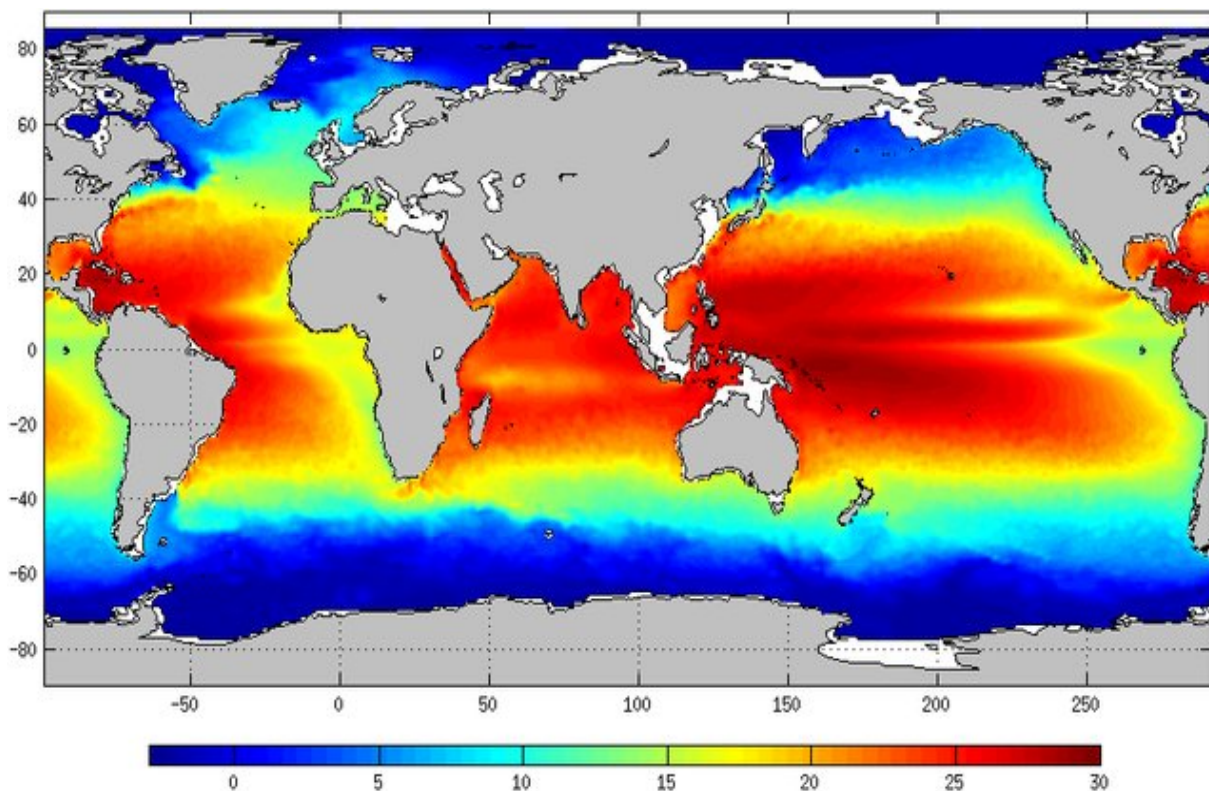


Рисунок 10 – Среднегодовое поле температуры Мирового океана на горизонте 75 м по данным АМИГО за период 2005-2014 гг.

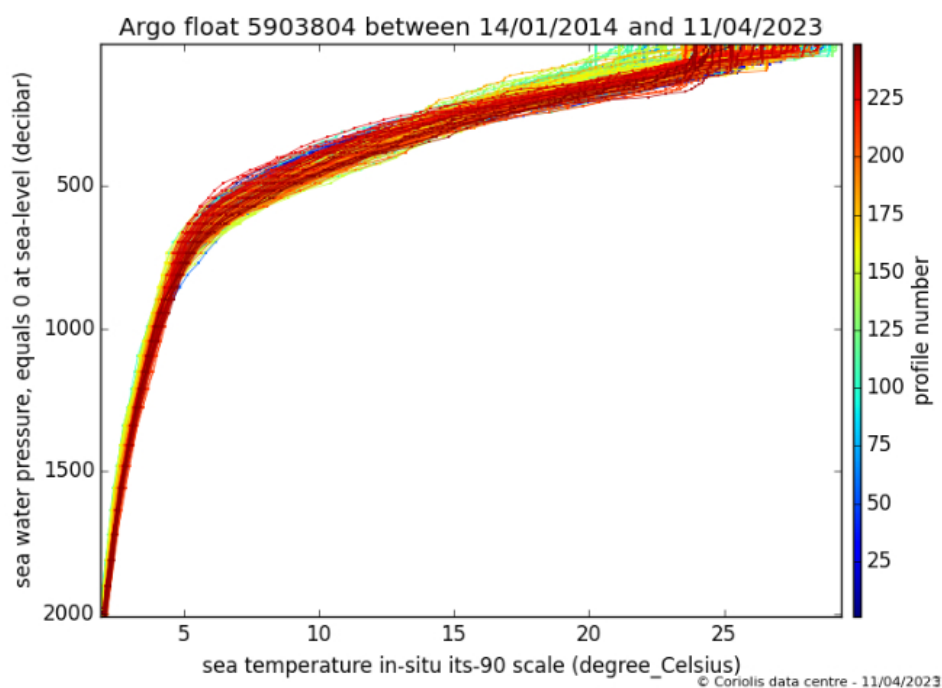


Рисунок 11 – Вертикальные профили распределения температуры  
 Для всего Мирового океана средняя температура поверхностного слоя океанических вод составляет около  $+18^{\circ}\text{C}$ . С изменением глубины средняя температура падает, но сначала скачкообразно, а затем плавно.



Температура и соленость океана являются самыми важными характеристиками морской воды. Для динамической океанологии имеет большое значение распределение плотности воды, определяющей движение водных масс, а плотность напрямую зависит от температуры и солености. Для измерения температуры водной поверхности Мирового океана используют инфракрасные радиометры, работающие на метеорологических и океанологических спутниках, обработанную информацию которых применяют для создания глобальных и региональных карт температур морской поверхности. Для измерения солености на данный момент нет аппаратуры, но идет интенсивная разработка аппаратуры на базе микроволновых радиометров. Но и в настоящее время, с помощью СВЧ-радиометров и программному обеспечению, ученые способны создавать графики распределения солености на поверхности Мирового океана.

Все данные, получаемые буями проекта «Argo», предоставляются пользователю в форме таблиц и в форме графиков зависимостей температуры от давления, солености от давления и солености от температуры.

Каждому циклу работы буев «Argo» соответствует один файл профиля. Есть 2 вида файлов профиля: файлы профиля в реальном времени и в режиме с задержкой.

Файлы профиля в реальном времени становятся общедоступными в GDAC, файлы этого вида содержат буквы «R» перед номером буя, например, R5930423\_001.nc, BR5903176\_001.nc. Все файлы профиля становятся доступны любому пользователю, изъявившему желания использовать данные, в течение 12-24 часов после того, как профилирующий буй закончит сбор профиля и передаст данные через спутниковую систему связи.

В файлах профиля в режиме реального времени данные, собранные буюм, записываются в переменные <PARAM> и основные данные о температуре и солености хранятся в <PARAM>=PRES, TEMP, PSAL. Также, каждая переменная <PARAM> имеет добавочную переменную <PARAM>\_QC, которая записывает флаги контроля качества данных. Флаги контроля качества

устанавливаются посредством ряда автоматических тестов, для обнаружения грубых ошибок.

Файлы профиля в режиме с задержкой аналогичны по описанию и виду файлам в режиме реального времени, но вместо буквы «R» все имена файлов содержат буквы «D» перед номером буя, например, D5930423\_001.nc, BD5903176\_001.nc. Файлы этого вида становятся доступны спустя 1-2 года после создания профиля. Также, данные файлов подвергаются тщательному изучению океанологами, и проходят процедуру корректировки, путем сравнения данных с данными, полученными судовыми измерениями.

Все файлы получают дополнительные переменные, описывающие качество данных, это помогает пользователям принять решение об использовании тех или иных данных. В таблице 4 представлены флаги контроля качества с расшифровкой их значений.

Таблица 4 – Флаги контроля качества с расшифровкой их значений[17]

Флаг контроля качества	Значение	Расшифровка для режима реального времени	Расшифровка для отложенного времени
1	2	3	4
«0»	Контроль качества не проводился	Контроль качества не проводился	Контроль качества не проводился
«1»	Скорее хорошие данные	Все тесты пройдены	Значения статистически непротиворечивы
«2»	Хорошие данные	Все тесты пройдены	Значения соответствует статистическим данным
«3»	Неверные данные, потенциально можно исправить	Некоторые тесты не пройдены. Данные нельзя использовать без корректировки.	Корректировка применена, но значения могут оставаться неверными

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
«4»	Неверные данные	Некоторые данные не пройдены, скорректировать невозможно	Неверные данные, корректировка невозможна
«5»	Данные изменены	Данные изменены	Данные изменены
«6»	В настоящее время данные не используются	В настоящее время данные не используются	В настоящее время данные не используются
«7»	Оценочное значение	Оценочное значение (интерполированное, экстраполированное или иное оценивание).	Оценочное значение (интерполированное, экстраполированное или иное оценивание).
«8»	Значение отсутствует	Значение отсутствует	Значение отсутствует

Для того, чтобы получить максимально чистые и максимально точные данные, следует использовать только данные в режиме реального времени с флагами контроля равным «1» или «2».

В результате анализа современного состояния информационного обеспечения проекта «Argo» выявлено:

- проект «Argo» не имеет аналогов в своей области и предоставляет пользователям в открытом доступе информацию гидрофизических показателей Мирового океана;
- техническое устройство буев и их цикл работы позволяют получать данные с гидрофизическими характеристиками Мирового океана в режиме реального времени;

## 2. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ПРОЕКТА «ARGO»

### 2.1. Анализ информационных систем визуализации данных «Argo»

Для написания данной работы необходимо изучить уже созданные проекты для визуализации данных «Argo», чтобы выделить основные направления для создания собственной базы данных и определить какие решения негативно сказываются на понимании пользователем информационной системы.

Обычным людям, не связанным с океанографическими системами, может быть трудно проанализировать и использовать «сырые» данные, которые может предоставить проект «Argo». «Сырые» данные «Argo» в формате NetCDF могут быть недоступны или закодированы, из-за чего происходит затруднение получения информации обычными пользователями. Хотя и существуют средства и инструменты для просмотра данных «Argo», такие как OceanDataView и JavaOceanAtlas, были разработаны и запущены другие средства визуализации и веб-приложения, которые способны помочь широкому кругу пользователей получать доступ и просматривать данные проекта «Argo». К таким средствам и веб-приложениям относятся:

- Argovis – веб-приложение глобального назначения для поиска, загрузки и визуализации данных об океанах, включая данные массива «Argo»;
- OSCAR (OceanSurfaceCurrentAnalysis) - сервис, предоставляющий данные анализа поверхностных течений океана в режиме реального времени;
- OceanOPSDashboard – веб-сайт глобального назначения, предназначенный для сообщества ГСНО, а также для научных и оперативных, океанографических и метеорологических сообществ;
- Global Argo Marine Atlas (GAMA) – глобальный морской атлас, позволяющий пользователям просматривать данные «Argo»;

- Monoseanetmoi – образовательный проект, посвященный океанам и их исследованиям, позволяет просматривать данные «Argo», которые находятся в их региональном центре (проект принадлежит Франции);
- Earth Null School – образовательный проект, визуализирующий океанские течения в режиме реального времени и использует ограниченные данные «Argo» в бета-версии;
- OceanNavigator – сервис для сравнения данных «Argo» с модельными данными.

Argovis позволяет визуализировать данные о температуре и солености морской воды, благодаря данным проекта «Argo», главная страница сайта представлена на рисунке 12. Также, Argovis позволяет осуществлять следующие действия:

- просматривать прогнозы траекторий профилирующих буев;
- просматривать основную информацию о каждом буйе.

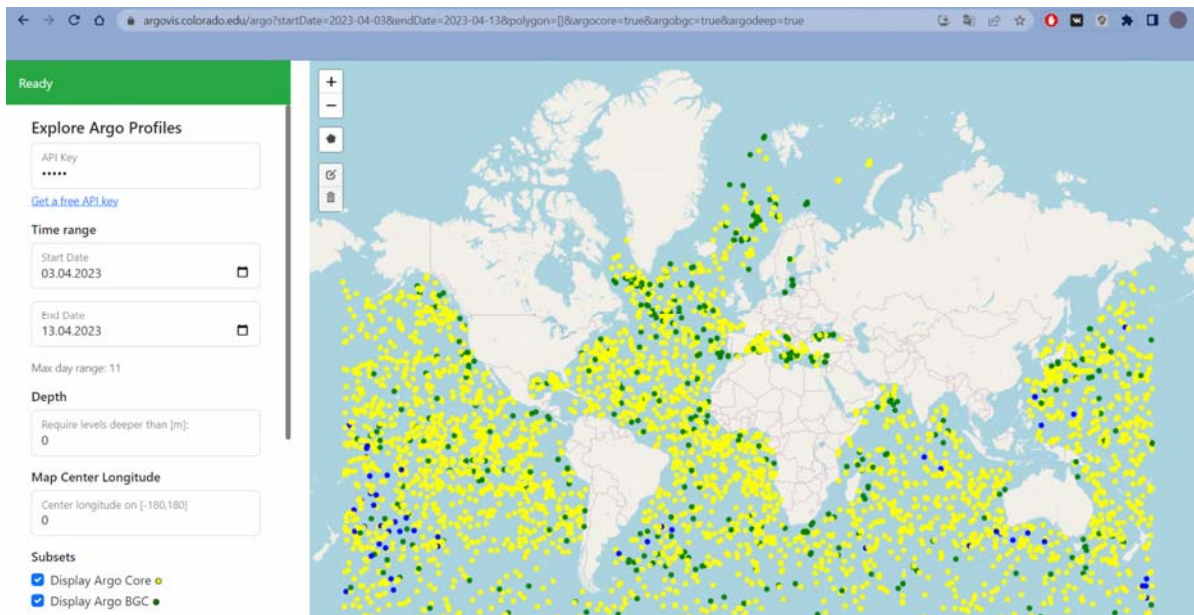


Рисунок 12 – Главная страница Argovis

Данное веб-приложение хорошо тем, что имеет чёткую и проработанную базу и позволяет пользователю достаточно быстро разобраться в интерфейсе и отследить всю необходимую для него информацию. Данные, используемые сайтом, предоставляются как из внешних, так и из внутренних источников, это

означает, что кроме анализа собственной базы данных, веб-приложение использует данные из других веб-приложений, чтобы отразить полную картину работы проекта «Argo».

Но Argovis имеет несколько минусов: веб-приложение не всегда работает корректно (некоторые районы могут быть пустыми при выборе области, не загружается информация о буях или вовсе показывает совершенно другие буи) и визуализированы не все буи, используемые в проекте «Argo». В целом сайт направлен на пользователей, которые осведомлены о проекте «Argo», что является как положительной, так и отрицательной чертой, т.к. пользователям без опыта работы с информационными системами «Argo» будет достаточно сложно использовать их.

OSCAR – является официальным хранилищем метаданных ИГСНВ Всемирной метеорологической организации для всех станций и платформ наземных наблюдений. Проект был достаточно удобен для анализа данных поверхностных течений, но на момент написания работы больше недоступен, что является главным его минусом.

OceanOPSDashboard имеет ряд преимуществ: большое количество инструментов для анализа информации (диаграммы количества предоставляемой информации в зависимости от информационного центра, диаграммы количества буев в зависимости от страны управления и прочее), но сайт не предусматривает визуализации данных температуры и солености, собранных буями суммарно или по отдельности. Также, сайт достаточно нестабилен и требует постоянного обновления для перезапуска, что негативно влияет на его использование пользователем. Главная страница сайта представлена на рисунке 13.

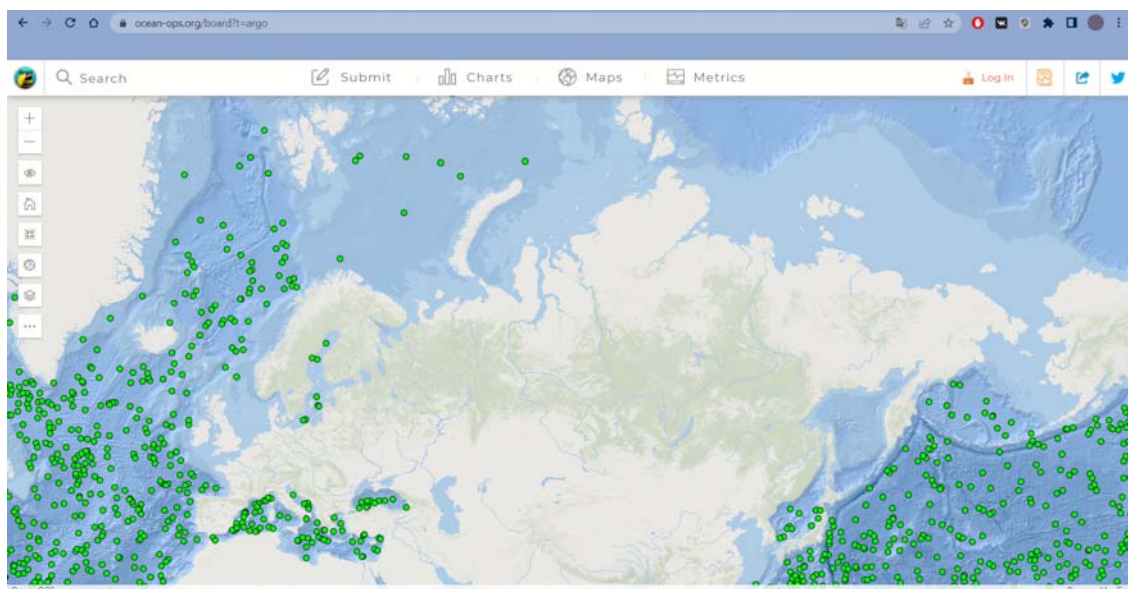


Рисунок 13 – Главная страница OceanOPSDashboard

GlobalArgoMarineAtlas, OceanNavigator схожи между собой и выполняют одинаковые функции – визуализируют местоположения буев проекта «Argo» и основные характеристики каждого буя.

Monoseanetmoi разработан специально для увеличения осведомленности учащихся школ Франции и не только об океанологии, на сайте располагается карта, показывающая расположение буев BGCArgo и их данные. Сайт имеет два недостатка: в основе своей сайт направлен на французских пользователей, поэтому отображены только данные буев, находящихся под управлением французского регионального информационного центра.

Проанализировав каждый сайт и веб-приложение можно обнаружить схожие черты, сравнительный анализ сайтов представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ информационных систем визуализации данных «Argo»

	Argovis	OceanOPS	GAMA	Mon ocean	EARTH	Ocean Navigation
Визуализация профилей	✓	Нет	✓	✓	Нет	Нет
Визуализация траектории	✓	✓	Нет	✓	Нет	Нет
Ссылки на данные	✓ GDACs	✓ GDACs	Нет	Нет	✓	Нет
Возможность скачать данные	✓	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Возможность скачать данные выбранной области	✓	Нет	Нет	✓	Нет	Нет
Возможность сравнения с другими данными	✓	Нет	Нет	Нет	Нет	✓

Argovis является единственным веб-приложением, которое в полной мере способно закрыть все исследовательские потребности пользователя, т.к. имеет все требующиеся для анализа гидрофизических характеристик функции. Но, Argovis имеет некоторые недостатки: веб-приложение работает некорректно и не имеет информационных разделов, которые могли бы помочь пользователю ознакомиться с историей проекта, миссией проекта, характеристиками морских и веб-приложению не хватает справочного раздела с инструкцией работы с сервисом.

## 2.2. Инструменты для визуализации данных и создание базы данных

Для разработки базы данных информационной системы следует выбрать способ и его программное-обеспечение для создания сайта. Создание сайта



осуществляется различными инструментами и методами. Зачастую используют конструкторы сайтов, у этого решения есть много плюсов:

- простота использования, любой человек без привлечения к работе разработчиков и дизайнера в состоянии создать сайт с помощью конструктора;
- отсутствие необходимости работать с кодом вручную;
- максимальное уменьшение времени для создания сайта;
- конструкторы сайтов оптимизируют организационную часть сайта (нет необходимости искать хостинг и т.д.);

Но все конструкторы сайтов имеют ряд недостатков:

- нет возможности реализовать все дизайнерские решения пользователя;
- многие конструкторы ставят ограничения на структуру и наполнение сайта;
- достаточно большой объем страниц, что напрямую влияет на скорость загрузки страниц;
- проект, созданный через конструктор сайта, частично принадлежит платформе, на которой он создан;
- ограниченная SEO;
- нет возможности анализа данных;
- ограничение возможности на интеграцию сторонних сервисов и приложений.

Из всего вышеперечисленного становится ясно, что использование конструкторов сайтов — это хорошее решение для маленьких проектов, которые не требуют визуализации и обработки данных.

Для обработки и визуализации данных разработчики используются специально разработанные дашборды. Дашборд (с англ. Dashboard — «приборная панель», также иногда называется «панель индикаторов») —

графический пользовательский интерфейс для визуализации данных, на рисунке 14 представлен пример использования дашборда в «Яндекс.Метрика».

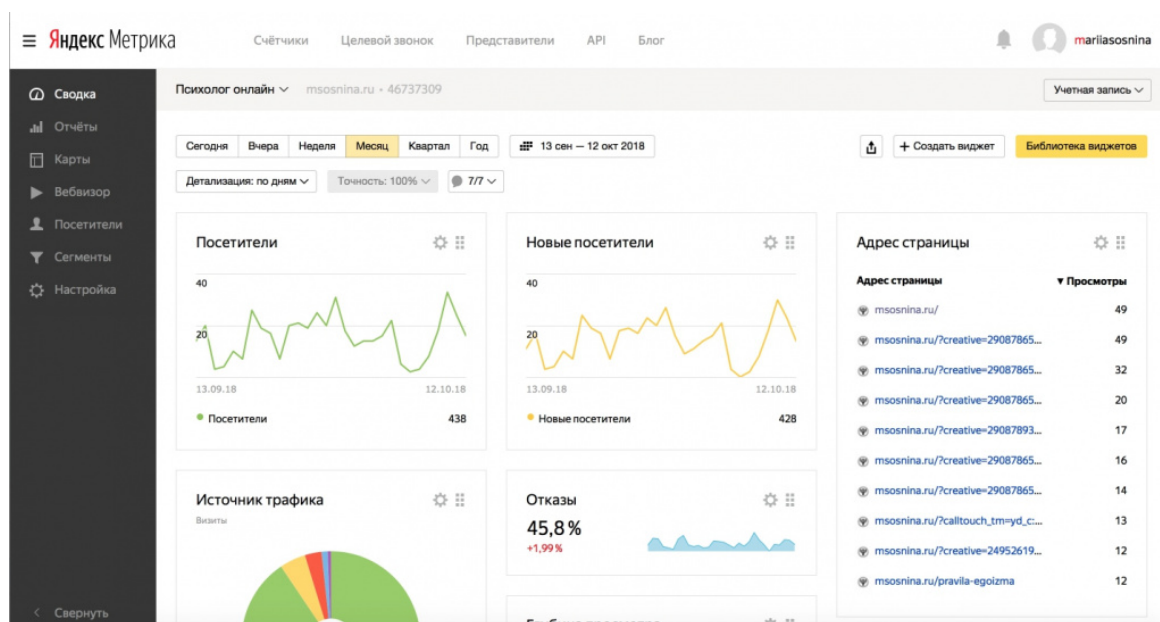


Рисунок 14– Страница «Сводка» с использованием дашбордов в сервисе «Яндекс.Метрика»

Дашборд многим отличается от отчетов и инфографики, но они также могут быть полезны для статичной визуализации данных. Отчеты, инфографики и дашборды зачастую путают, но они имеют разное функциональное значение:

- отчеты всегда имеют статичную визуализацию;
- инфографика является составной частью дашборда и также, имеет статичную визуализацию данных, но в различных визуальных форматах;
- дашборд позволяет визуализировать данные, дает возможность анализа данных различными способами.

Дополнительные различия инструментов визуализации данных представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнительный анализ инструментов визуализации данных

Отличия	Дашборд	Отчет	Инфографика
Данные могут быть изменены по запросу	Да	Нет	Нет

Возможность сортировки данных	Да	Нет	Нет
-------------------------------	----	-----	-----

Продолжение таблицы 6

Различные форматы визуализации	Да	Часть	Да
Отслеживание данных в режиме реального времени	Да	Нет	Нет

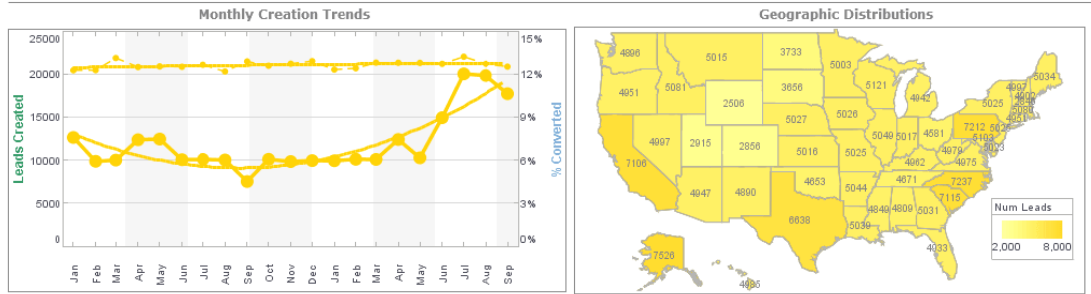
Дашборды используют в проектах, где необходима визуализация данных в режиме реального времени и требуется анализ данных. Он не является инструментом учета и хранения данных, и не способен заменить 1С или CRM, но способен выстраивать данные таким образом, чтобы их можно было достаточно быстро понять и проанализировать. Важнейшими целями дашборда являются:

- простота визуализации результатов анализа данных;
- предоставление оперативных сводок и динамики процессов;
- выстраивание иерархии данных.

Существует 3 вида дашбордов:

- Операционная панель –выводит и анализирует быстро изменяющиеся данные, например, показатели трафика сайта, количество продаж по конкретному продукту и т.д. (рисунок 15). Операционный вид дашбордов используется только для визуализации данных в реальном времени.

## Lead Supply



## Lead Quality

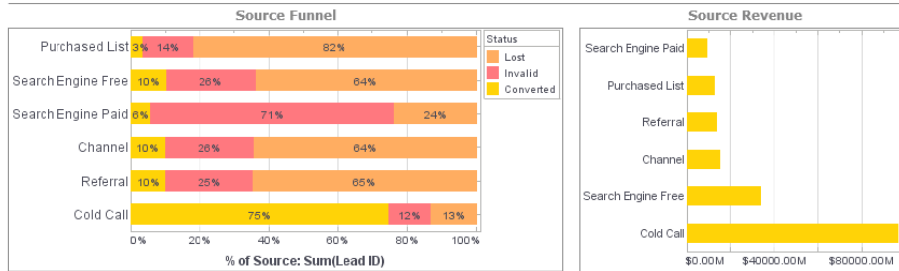


Рисунок 15 – Пример операционного вида дашбордов

- Стратегическая панель – используют для визуализации достижений или процесса, выстаивает общую картину процессов проекта или определенной задачи, пример стратегического дашборда представлен на рисунке 16.

## Revenue and Customer Overview - Q1

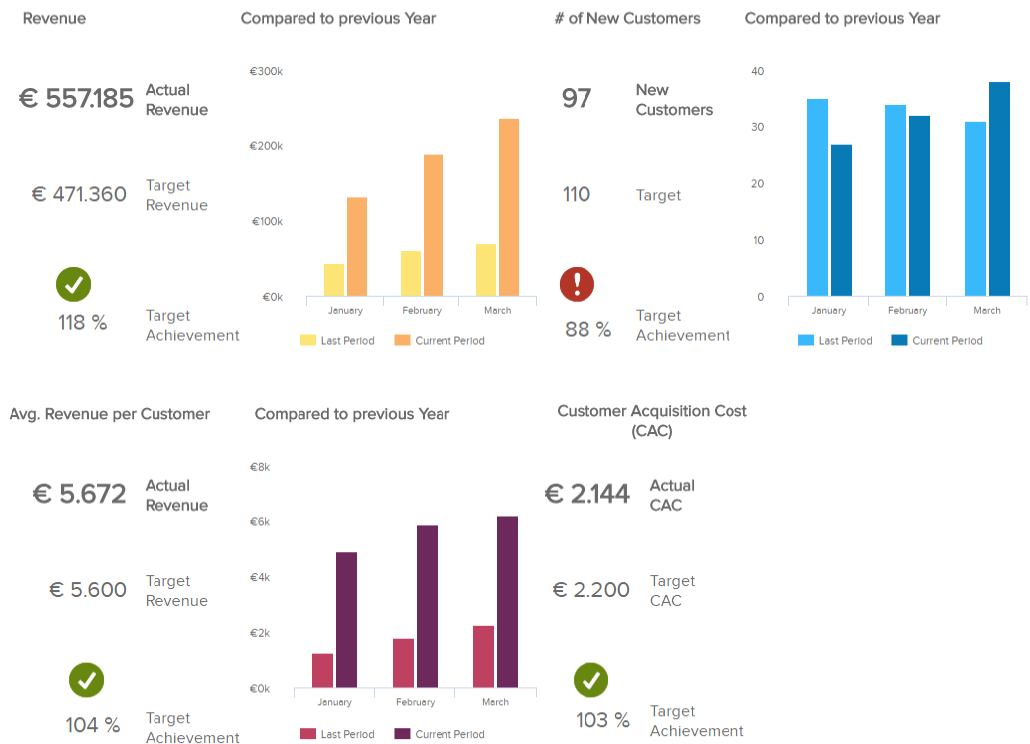


Рисунок 16 – Пример стратегического вида дашбордов

- Аналитическая панель – визуализирует отклонения процессов, позволяет обнаружить негативные развития процессов и скорректировать их, пример аналитического вида дашбордов представлен на рисунке 17.

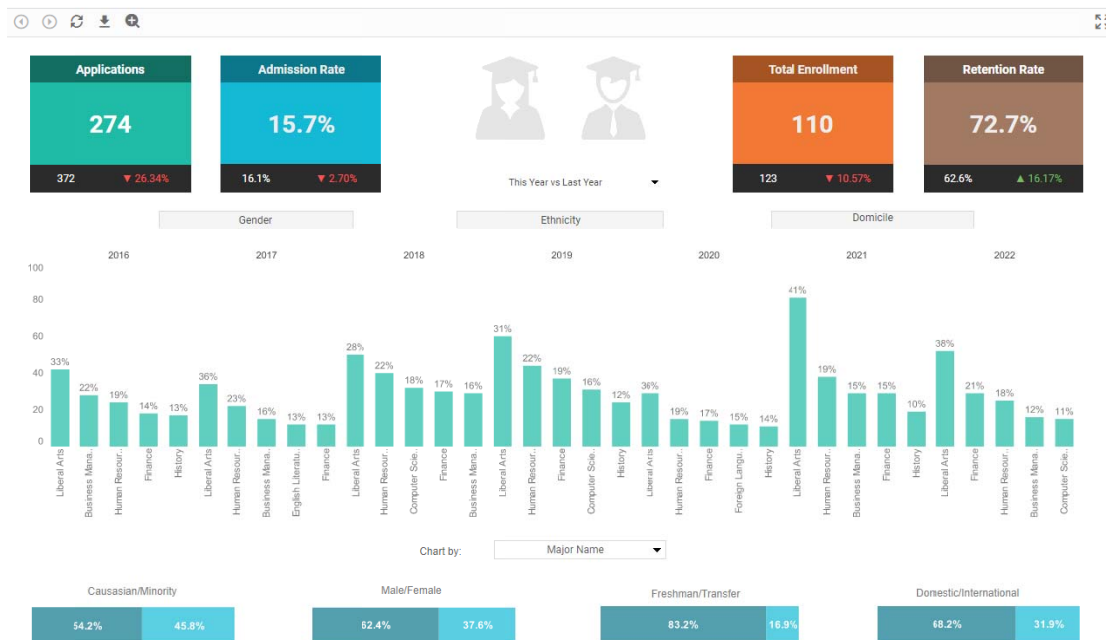


Рисунок 17 – Пример аналитического вида дашбордов

Дашборды имеют несколько видов визуализации индикаторной панели.

Можно выделить четыре основные модели:

- Динамическая визуализация – используется для сравнения данных за определенный период времени, пример динамической визуализации представлен главной страницей Google аналитики на рисунке 18.

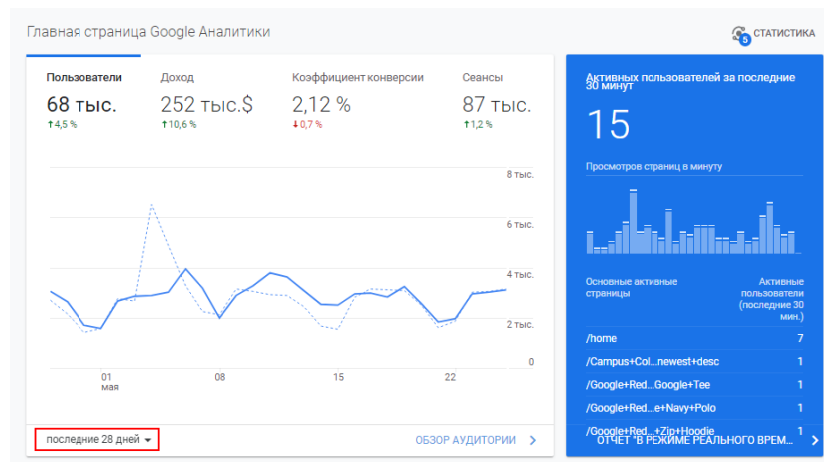


Рисунок 18 – Пример динамической визуализации (выделено красной рамкой)

- Сравнительная визуализация – позволяет сравнивать несколько типов данных за определенные периоды времени, пример сравнительной визуализации представлен на рисунке 19.

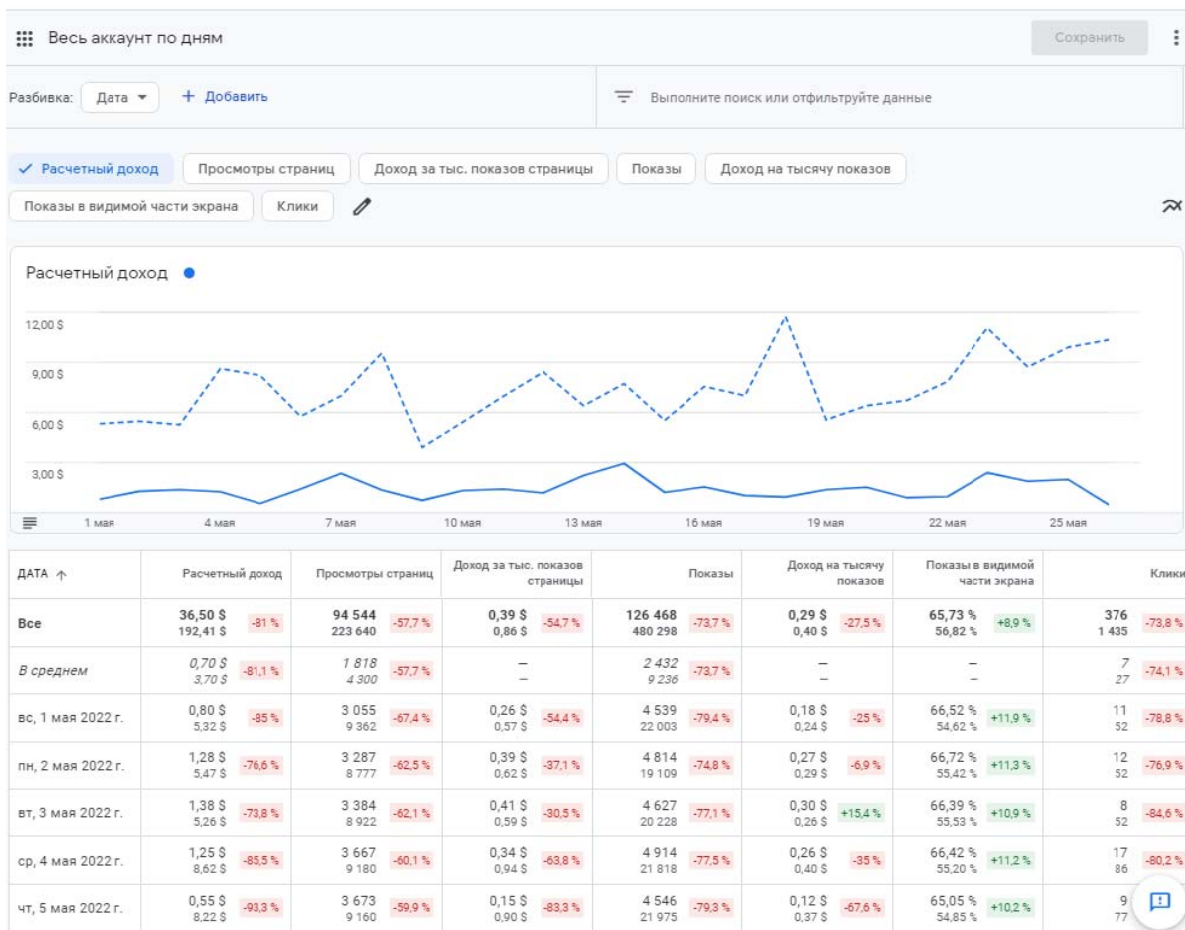


Рисунок 19 – Пример сравнительной визуализации

- Распределительная визуализация – предназначена для нахождения связей между различными данными, пример распределительной визуализации представлен на рисунке 20.

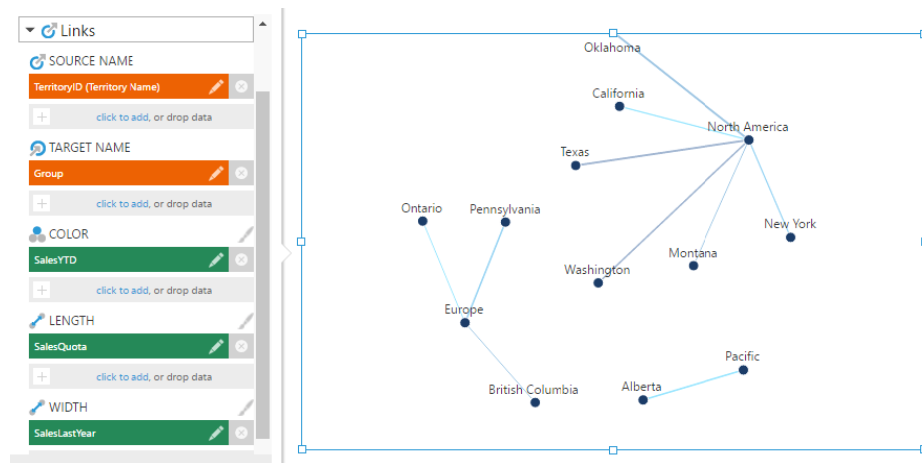


Рисунок 20 – Пример распределительной визуализации

- Композиционная визуализация – позволяет визуализировать доли из массива данных, пример композиционной визуализации представлен на рисунке 21.

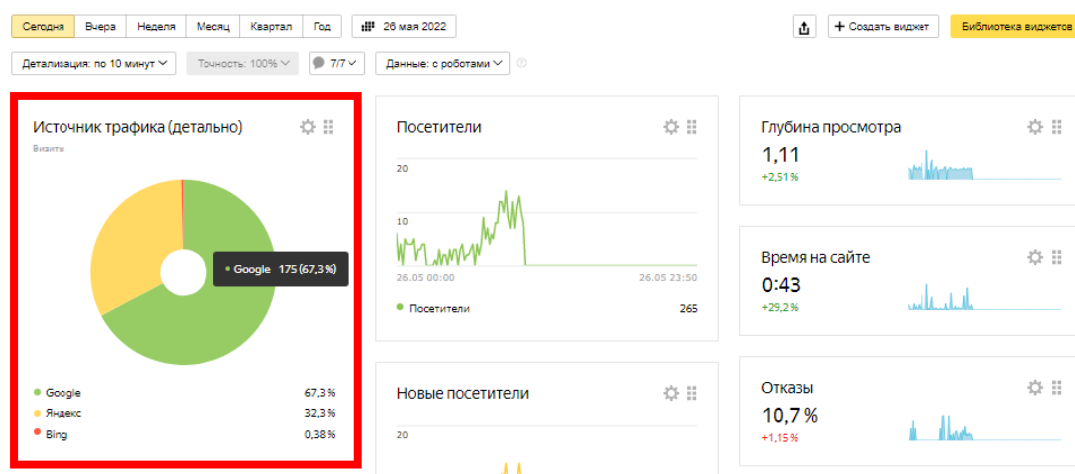


Рисунок 21 – Пример композиционной визуализации (выделено красной рамкой)

Для визуализации данных дашборд должен использовать источники данных. Отслеживаемые данные могут быть различными – посещаемость сайта, гидрофизические показатели, спутниковые данные и прочие. Любая информация с переменными данными может стать источником для использования в дашборде – самими простыми источниками являются таблицы в Excel, специализированные базы DataWarehouse и многомерные кубы OLAP и MDX. Часто дашборды могут использовать данные из различных источников, в том числе из многомиллионных источников BigData в облачных сервисах или в веб-сервисах.

Для создания дашбордов с целью анализа данных важно использовать фильтры и сортировку данных. Для разработчиков профессиональных аналитиков данных разработаны специальные фреймворки, такие как PlotlyDash для Python. Также, существуют специальные сервисы для создания дашбордов – GoogleDataStudio, PowerBI и другие.

При выборе инструмента для создания дашборда следует учитывать множество факторов:

- Какие источники данных будут использоваться. У разных инструментов создания дашбордов могут быть ограничения на подключаемые источники данных;
- Размеры обрабатываемых данных, если массивы данных достаточно большие, то важно выбрать более масштабный инструмент;
- Какая операционная система, некоторые инструменты создания дашбордов не могут работать на определенных ОС;
- Задачи и необходимая степень детализации визуализации данных.

Таким образом, во второй главе были проанализированы основные информационные платформы, занимающиеся визуализацией данных проекта «Argo», а также проанализированы инструменты визуализации данных для разработки базы данных в составе учебной информационной системы.



### 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БУЕВ ARGO ДЛЯ ЗАПАДНОЙ АРКТИКИ

#### 3.1. Исследование актуальности внедрения инструмента по обработке и выводу данных

В данном разделе были рассмотрены результаты опроса с помощью GoogleForm и проведен анализ полученных данных.

Процесс сбора данных с помощью Google Form включал в себя следующие шаги:

Создание формы: в Google Form создавалась форма, которая содержит вопросы и поля для ответов. Были выбраны различные типы вопросов, такие как множественный выбор, одиночный выбор, текстовый ответ и другие.

Настройка формы: после создания формы настраивались различные параметры, такие как название формы, описание, обязательность заполнения полей и другие параметры.

Распространение формы: сформированная форма была распространена с помощью ссылок, электронной почты, в социальных сетях и других каналах связи.

Получение ответов: участники формы заполняли ее и отправляли ответы на сервер Google. Владелец формы проверял полученные ответы в режиме реального времени и отслеживал, сколько человек заполнили форму.

Анализ результатов: после того, как форма была запущена и получены ответы, был произведен анализ результатов. В Google Form предусмотрены инструменты для анализа ответов, такие как диаграммы и графики, которые помогли визуализировать полученные данные. Далее представлены результаты опроса.

В проведенном исследовании, главными респондентами которого выступили студенты океанологии, было опрошено более 100 человек.

Было задано несколько вопросов, касающихся инструментов обработки данных буюев «Argo».

Было создано два блока опроса, где первым являлся сам опрос, а второй блок был создан для изучения желаний респондентов.

Первый блок заключал в себе ряд вопросов:

1. Знаете ли Вы какие-то сайты, приложения и т.д., что помогает в обработке данных буев ARGO? Если знаете, то укажите названия.
2. Укажите, насколько актуальна для Вас автоматизация обработки данных буев ARGO?
3. В каком виде информация была бы для Вас удобнее и нагляднее?
4. Какая информация была бы для Вас наиболее полезной?
5. Какие графики для Вас наиболее полезны?

Далее будут представлены результаты опроса.

Знаете ли Вы какие-то сайты, приложения и т.д., что помогает в обработке данных буев ARGO? Если знаете, то укажите названия.

112 ответов

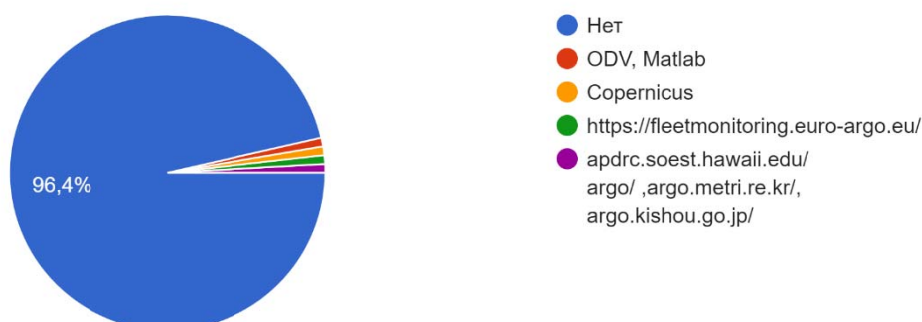


Рисунок 22– диаграмма ознакомленности респондентов об инструментах для обработки и изучения данных буев «Argo»

В данном вопросе из 112 ответов 3,6% респондентам известны инструменты для обработки данных. Это всего 4 человека. И лишь половина из них знает о сайтах по анализу данных буев. Результат предоставлен на рисунке 22.

Укажите, насколько актуальна для Вас автоматизация обработки данных буев ARGO?

112 ответов

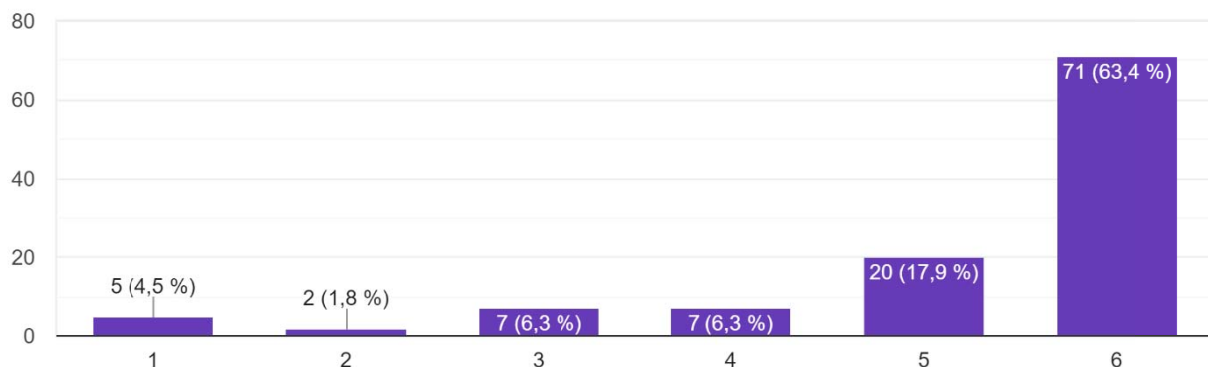


Рисунок 23– гистограмма актуальности автоматизации обработки данных буев «Argo»

На данной вопрос 81,3% опрошенных ответили, что для них актуальна автоматизация обработки данных. Результат предоставлен на рисунке 23.

В каком виде информация была бы для Вас удобнее и нагляднее?

112 ответов

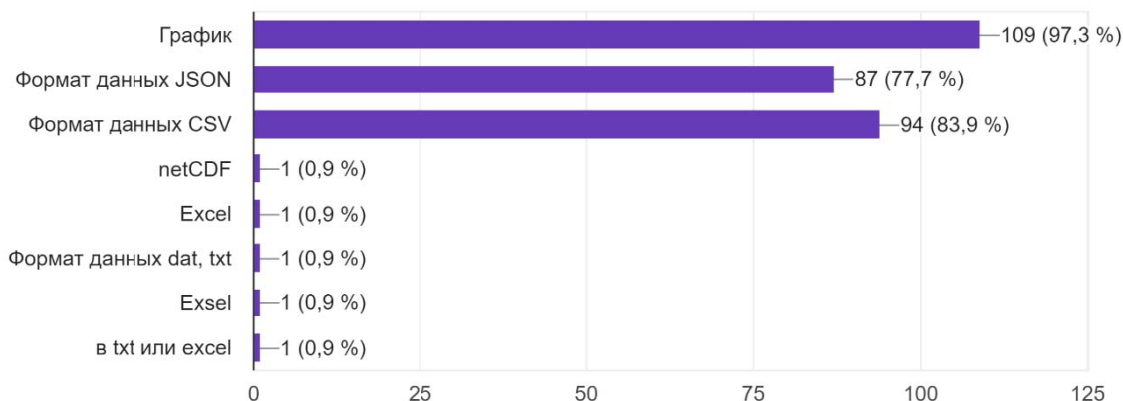


Рисунок 24– линейчатая диаграмма, показывающая, какой вид информации удобнее для респондентов

На рисунке видно, что более 77% респондентов ответили, что для них необходимы графики, а также данные в формате JSON и CSV. Результат предоставлен на рисунке 24.

### Какая информация была бы для Вас наиболее полезной?

112 ответов

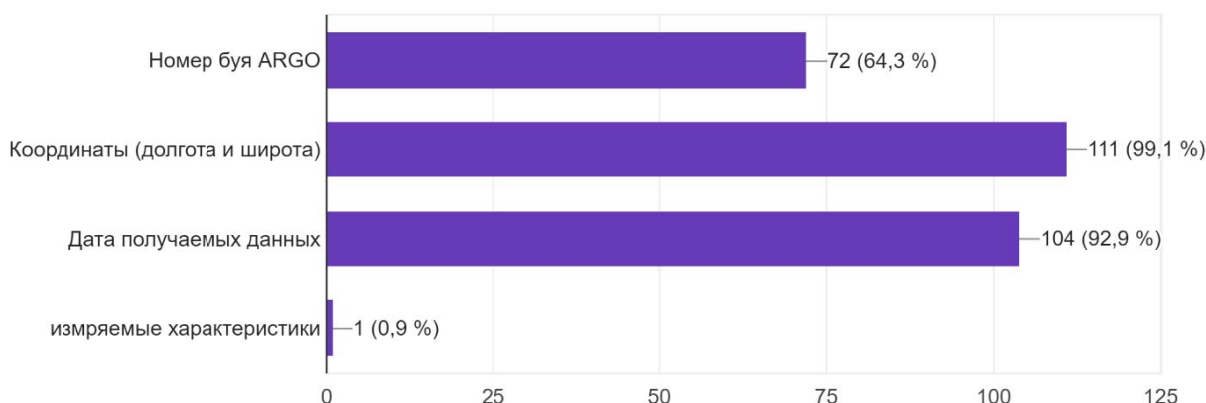
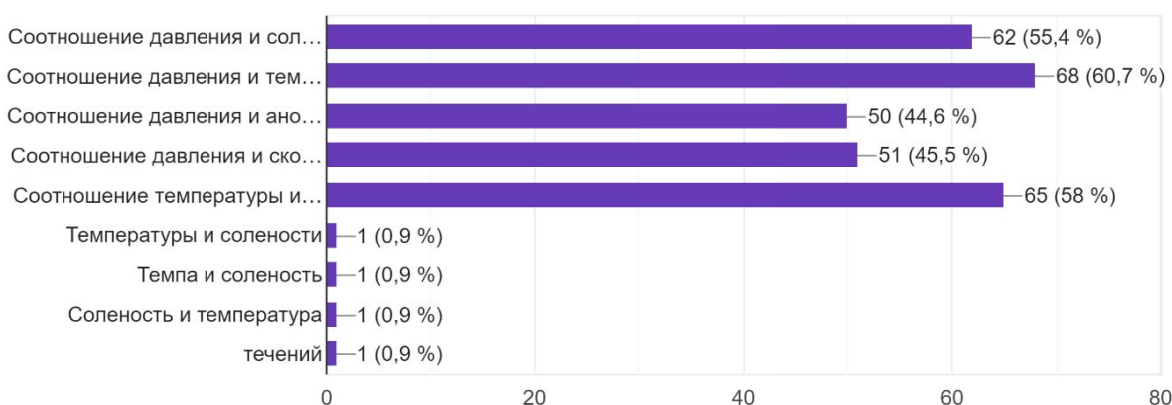


Рисунок 25– линейчатая диаграмма наиболее необходимой информации. Ответы на данный вопрос показывают, что более 93% респондентам необходимы координаты буйев и дата их местоположения. Результат предоставлен на рисунке 25.

### Какие графики для Вас наиболее полезны?

112 ответов



### Рисунок 26– линейчатая диаграмма необходимых графиков для анализа данных

На рисунке 26 видно, что необходимыми графиками для респондентов являются:

1. Соотношение давления и солёности;
2. соотношение давления и температуры;

3. соотношение давления и аномалии плотности;
4. соотношение давления и скорости звука;
5. соотношение температуры и солености.

Вариант соотношения температуры и солености был добавлен после того, как 4 респондента указали его дополнительным ответом.

Своих предложений от респондентов не последовало.

Подводя итог, можно сказать, что:

1. Большинству респондентов не известны сайты по анализу данных буев «Argo». Из этого можно сделать вывод, что российском рынке будет актуально создание собственной платформы.
2. Большинство респондентов самостоятельно создают графики и изучают полученные данные, поэтому платформа необходима для автоматизации этого процесса.
3. Помимо автоматизации графиков, необходимо предоставить возможность скачивать данные в формате CSV и JSON.
4. Обязательной информацией для просмотра данных являются координаты и дата местоположения.
5. Порядок актуальности вывода графиков должен быть следующий:
  - a. соотношение давления и температуры;
  - b. соотношение температуры и солености;
  - c. соотношение давления и солености;
  - d. соотношение давления и скорости звука;
  - e. соотношение давления и аномалии плотности.

### 3.2. Разработка макета сайта «Argo»

На основе изученного опроса был создан сайт с помощью языка программирования Python и нескольких библиотек, в числе которых были Pandas и Dash. Далее подробнее про библиотеки.

Pandas - это библиотека на языке Python, которая предоставляет удобные инструменты для работы с данными. Она позволяет обрабатывать и анализировать данные из разных источников, включая файлы CSV, Excel, базы

данных SQL и другие форматы. Библиотека Pandas содержит высокоуровневые структуры данных, такие как DataFrame и Series, которые обеспечивают удобный доступ к данным, а также мощные функции для работы с ними. Pandas позволяет выполнять широкий спектр операций над данными, таких как фильтрация, сортировка, группировка, агрегирование и многие другие.

Dash – это библиотека на языке Python, которая предоставляет инструменты для создания интерактивных веб-приложений с использованием языка программирования Python. С помощью Dash можно создавать интерактивные визуализации данных, аналитические приложения и панели управления, которые могут быть развернуты в Интернете.

Основным компонентом Dash является Dash Core Components, которые включают в себя HTML-элементы и пользовательские элементы управления, такие как графики, таблицы, выпадающие списки и другие. Они позволяют создавать интерактивные элементы управления на веб-страницах, которые могут реагировать на действия пользователя.

Другой ключевой компонент Dash – это Plotly, библиотека для визуализации данных, которая предоставляет мощные инструменты для создания графиков, диаграмм и других визуализаций.

Dash также предоставляет множество инструментов для настройки внешнего вида веб-приложения, включая возможность настройки темы, шрифтов, цветов и других параметров.

Dash позволяет создавать приложения, которые могут быть запущены на локальном компьютере или развернуты в Интернете.

Далее описан выбор доменного имени и хостинг провайдера.

Было выбрано доменное имя <https://argo.na4u.ru/> для проекта, потому что оно является легким и запоминающимся, а также включает в себя ключевое слово, которое отражает суть проекта. Бесплатное предоставление домена от хостинг-провайдера NetAngels также сыграло роль в выборе доменного имени, поскольку это позволило сэкономить на затратах на создание и поддержку сайта.

Главная страница сайта, показанная на рисунке 27, состоит из заголовка, отражающего суть проекта, а также нескольких дополнительных кнопок, в числе которых:

1. «Визуализация данных» – кнопка, которая запускает проект по обработке и визуализации данных
2. «О проекте» – кнопка открывает информацию о проекте «Argo».

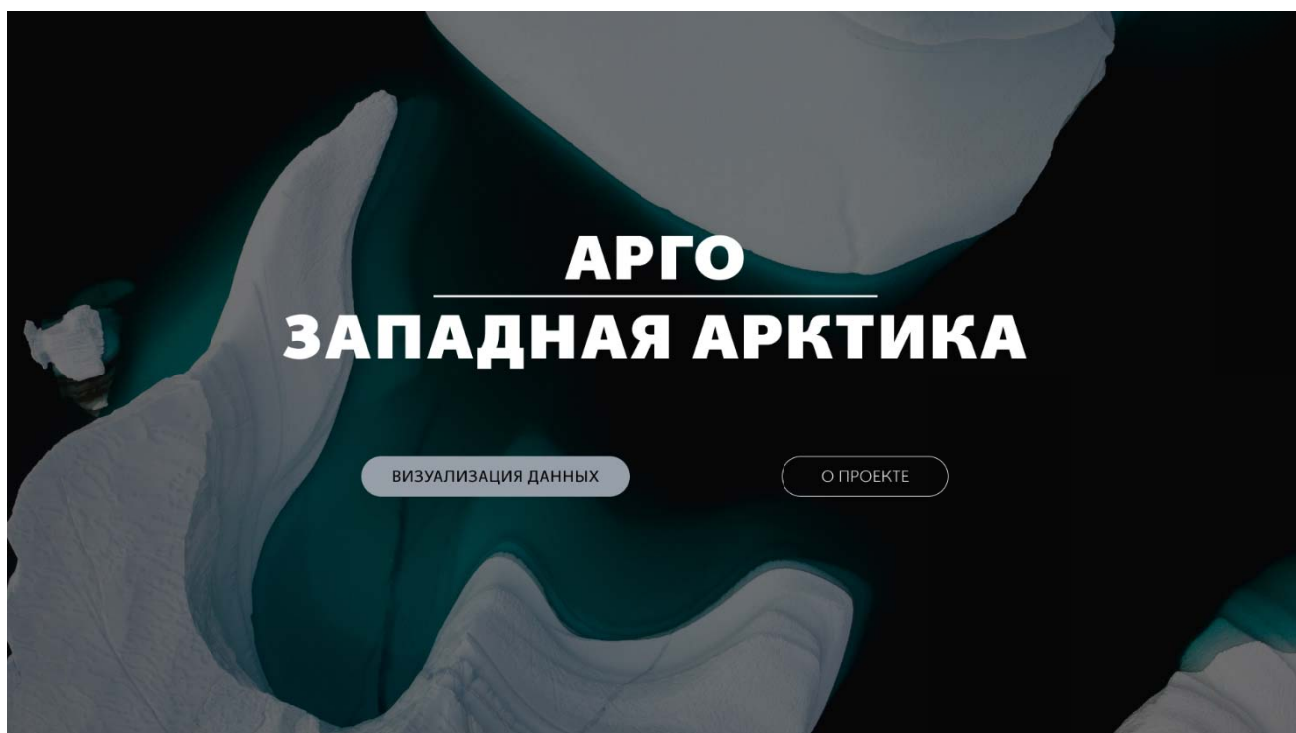


Рисунок 27 – главная страница сайта

Для анализа Западной Арктики были выбраны координаты с 68с.ш. 25з.д до 85°с.ш. 120°в.д. Пример на рисунке 28.

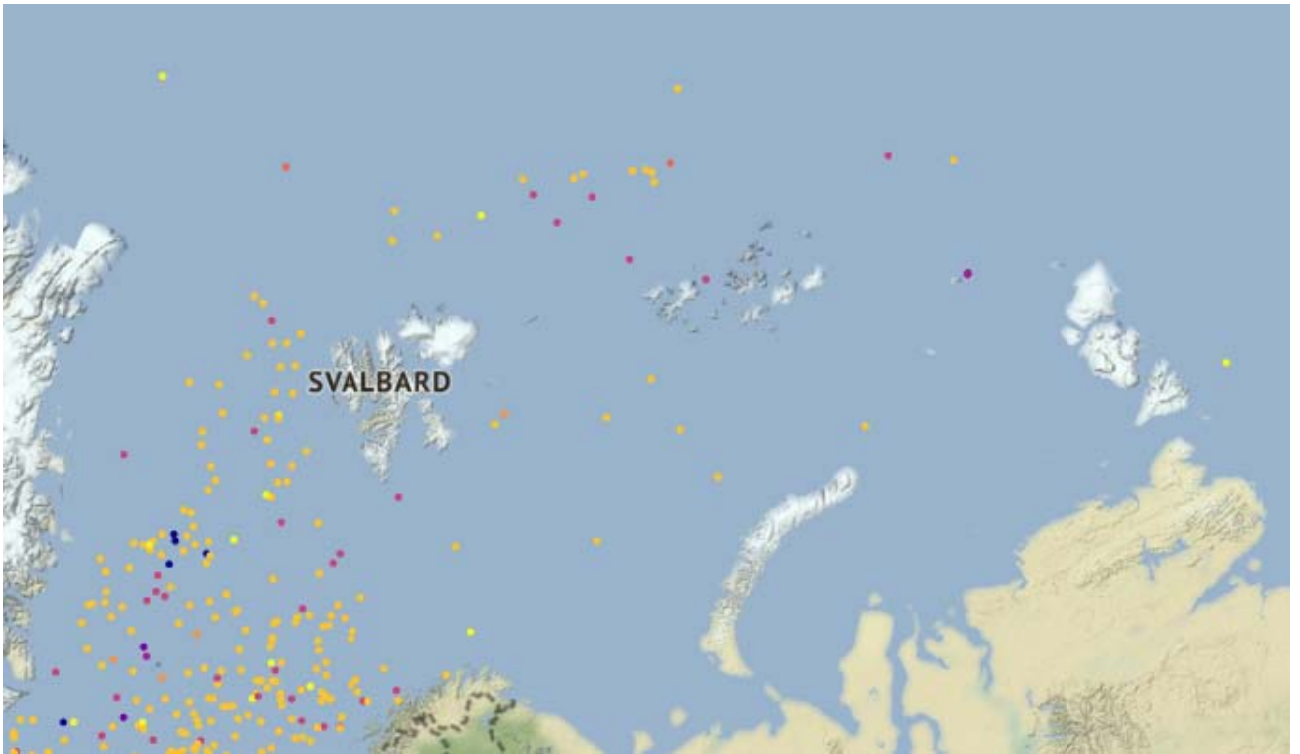


Рисунок 28 – территория изучения Западной Арктики

Далее рассмотрены технические составляющие разработанного сайта.

Ниже даны пояснения по каждому блоку кода.

```
from dash import Dash, dcc, html, Input, Output
import plotly.express as px
import plotly.graph_objs as go
import pandas as pd
```

Импортируются необходимые библиотеки и модули:

1. Dash и, связанные с ним, классы и функции (Dash, dcc, html, Input, Output)
2. Plotly для построения графиков (plotly.express, plotly.graph\_objs)
3. pandas для работы с данными (pd)

```
df = pd.read_csv('ArgoFloats.csv', low_memory=False)
df = df.dropna()
```

Загружается файл с данными и удаляются строки с пропущенными значениями.



```

Convert_dict = {'latitude': float,
'longitude': float,
'pres': float,
'temp': float,
'psal': float}
df = df.astype(convert_dict)

```

Некоторые столбцы в датафрейме приводятся к типу float, чтобы можно было с ними работать.

```

df_last = df.sort_values('cycle_number',
ascending=False).drop_duplicates(['fileNumber'])

```

Из датафрейма удаляются дубликаты по значению столбца "fileNumber", а затем датафрейм сортируется по убыванию "cycle\_number", который определен в данных. Это позволит выбрать последнее местоположение для каждого буйка.

```

app = Dash(name="my_first_dash_app",
external_stylesheets=external_stylesheets)

```

Создается объект приложения Dash и устанавливаются параметры стилей для внешнего вида.

```

app.layout = html.Div(children=[
html.Div(children=[
dcc.Dropdown(df['fileNumber'].unique(), id='Number',
style={'width': '250px'}),
dcc.Dropdown(id='cycle', style={'width': '250px'})],
style={'display': 'flex', 'justify-content': 'space-
between', 'width': '600px'}),
html.Div(children=[
dcc.Graph(id='map')]),
html.Div(children=[
dcc.Graph(id='PSU_decibar', style={'width': '450px',
'height': '450px'}),

```

```

dcc.Graph(id='degrees_decibar', style={'width': '450px',
'height': '450px'}),
dcc.Graph(id='anomaly_density', style={'width': '450px',
'height': '450px'}),
dcc.Graph(id='speed_of_sound', style={'width': '450px',
'height': '450px'})
], style={'display': 'flex'})]]

```

Внутри объекта приложения определяется разметка `html.Div`, в которой находятся дочерние элементы. В данном случае это:

1. `dcc.Dropdownid='Number'` для выбора номера буйка с данными
2. `dcc.Dropdownid='cycle'` для выбора цикла буйка
3. `dcc.Graphid='map'` для отображения карты с координатами буйка
4. `dcc.Graphid='PSU_decibar'` для отображения графика зависимости значения солености от давления
5. `dcc.Graphid='degrees_decibar'` для отображения графика зависимости температуры от давления
6. `dcc.Graphid='anomaly_density'` для отображения графика зависимости аномалии плотности от давления
7. `dcc.Graphid='speed_of_sound'` для отображения графика зависимости скорости звука от давления

Для обработки и расчета данных аномалии плотности используется упрощенное уравнение состояния морской воды:

$$\sigma = 28.132 - 0.0734T - 0.00469T^2 + (0.803 - 0.002T)(S - 35), (1)$$

где  $T$  – температура;  $S$  – соленость.

Рассчитывается столбец "anomaly\_density" с помощью формулы для вычисления аномалии плотности. Формула использует значения столбцов "temp" и "psal".

Для обработки и расчета данных скорости звука используется формула Вильсона, которая имеет следующий вид:

$$c(S, T, P) = c_0 + Dc_T + Dc_S + Dc_P + Dc_{STP}, (2)$$

$$c_0 = 1449.14,$$

$$Dc_T = 4.5721T - 4.453 * 10^{-2}T^2 - 2.6045 * 10^{-4}T^3 + 7.9851 * 10^{-6}T^4,$$

$$Dc_S = 1.39799(S - 35) + 1.69202 * 10^{-3}(S - 35)^2,$$

$$Dc_P = 1.63432P + 1.06768 * 10^{-3}P^2 + 3.73403 * P^3 - 3.6332 * 10^{-8}P^4,$$

$$Dc_{STP} = (S - 35)(-1.1244 * 10^{-2}T + 7.7711 * 10^{-7}T^2 + 7.8534 * 10^{-4}P - \\ -1.3458 * 10^{-5}P^2 + 3.2203 * 10^{-7}PT + 1.6101 * 10^{-8}T^2P) + \\ + P(-1.8974 * 10^{-3}T + 7.6287 * 10^{-5}T^2 + 4.6176 * 10^{-7}T^3) + \\ + P^2(-2.6301 * 10^{-5}T + 1.9302 * 10^{-7}T^2) + P^3(-2.0831 * 10^{-7}T)$$

где  $c(S,T,P)$  – скорость звука, м/с;  $T$  – температура, °C;  $S$  – соленость, промилле;  $P$  – гидростатическое давление, МПа.

Рассчитывается столбец "speed\_of\_sound" с помощью формулы для вычисления скорости звука. Формула использует значения столбцов "temp", "pres" и заданные константы.

Далее используются функции-обработчики, которые вызываются при изменении значения элементов веб-страницы, заданных в качестве входных параметров. Каждая из этих функций генерирует графическое представление (фигуру), которое затем выводится на страницу в соответствующем элементе.

```
@app.callback(
    Output('cycle', 'options'),
    Output('cycle', 'value'),
    Input('Number', 'value'))
def update_cycle(input_obj):
    return df[df.fileNumber ==
input_obj]['cycle_number'].unique(), None
```

Здесь принимается номер буя, который необходим для изучения. В ответ пользователь получает все номера циклов, доступные для изучения.

```
@app.callback(
    Output('map', 'figure'),
    Input('Number', 'value'),
    Input('cycle', 'value'))
```

```

def set_cities_value(inp_number, inp_cycle):
if inp_cycle is None and inp_number is None:
    ...
    elif inp_cycle is None and inp_number is not None:
    ...
else:
    ...

```

Данная функция-обработчик принимает значения номера буев и циклов, и, в зависимости от того, выбраны ли буи и циклы, отображает их на карте. Пример на рисунках 28-30.



Рисунок 29– пример отображения всех циклов буя под номером 6901934



Рисунок 30– отображение точного местоположения буя после выбора цикла

Для обновления карты используется представленный ниже код, который обновляет данные карты с учетом записанных заранее настроек.

```
figure_1.update_layout(  
margin={'l': 0, 't': 0, 'b': 0, 'r': 0},  
mapbox={  
'style': "stamen-terrain",  
'center': {'lon': 70, 'lat': 70},  
'zoom': 1.5})  
return figure_1
```

Далее идет обработка графиков отношения давления и солености. Пример показан на рисунке 31.

```
@app.callback(  
    Output('PSU_decibar', 'figure'),  
    Input('Number', 'value'),  
    Input('cycle', 'value'))  
def fig(number, cycle):  
    if cycle is None:  
        ...  
    else:  
        ...  
    figure_psal.update_yaxes(autorange='reversed')  
    figure_psal.update_layout(margin={'l': 0, 't': 0, 'b': 0,  
    'r': 0})  
    return figure_psal
```

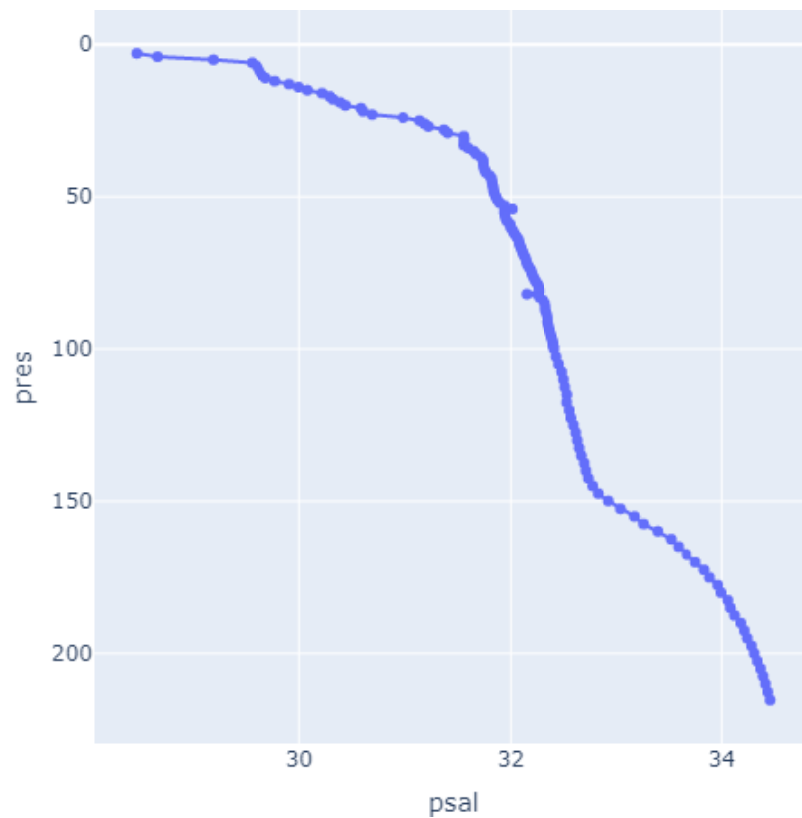


Рисунок 31– график отношения давления и солёности

Ниже показана обработка отношения давления и температуры. Примерна рисунке 32.

```
@app.callback(
    Output('degrees_decibar', 'figure'),
    Input('Number', 'value'),
    Input('cycle', 'value'))
def fig(number, cycle):
    if cycle is None:
        ...
    else:
        ...
    figure_temp.update_yaxes(autorange='reversed')
    figure_temp.update_layout(margin={'l': 0, 't': 0, 'b': 0,
    'r': 0})
    return figure_temp
```

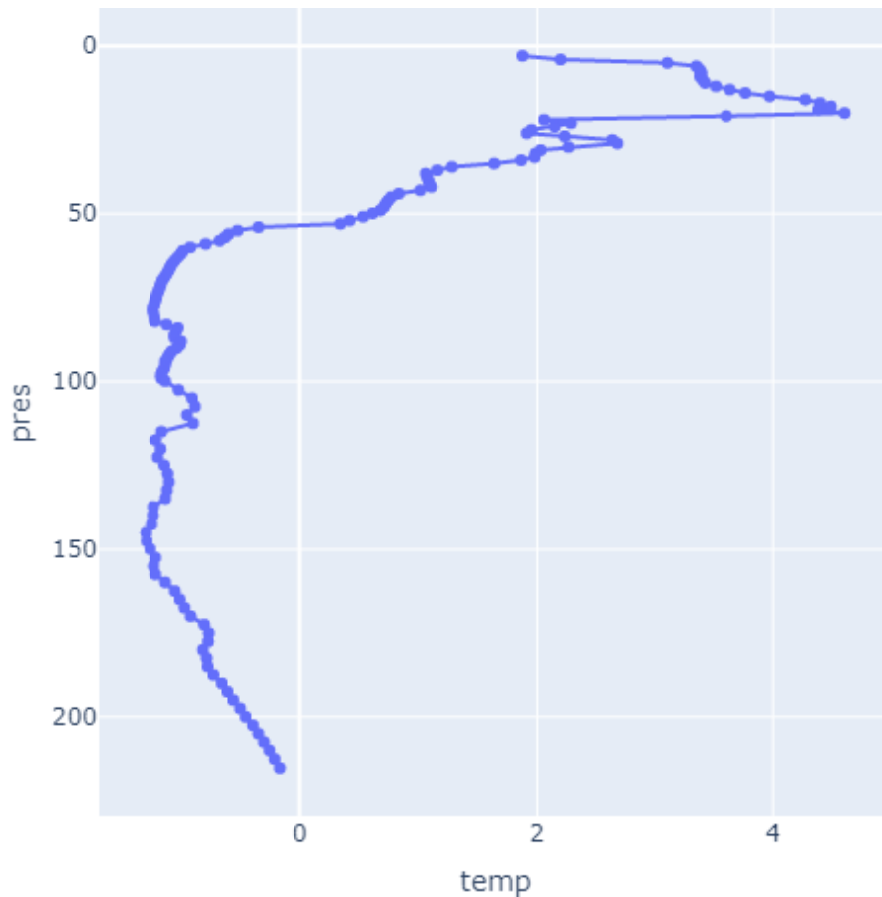


Рисунок 32– график отношения давления и температуры

Далее показан код отношения давления и аномалии плотности.

Примерграфиканарисунке 33.

```
@app.callback(
    Output('anomaly_density', 'figure'),
    Input('Number', 'value'),
    Input('cycle', 'value'))
def fig(number, cycle):
    if cycle is None:
        ...
    else:
        ...
    figure_psal.update_yaxes(autorange='reversed')
    figure_psal.update_layout(margin={'l': 0, 't': 0, 'b': 0,
    'r': 0})
    return figure_psal
```

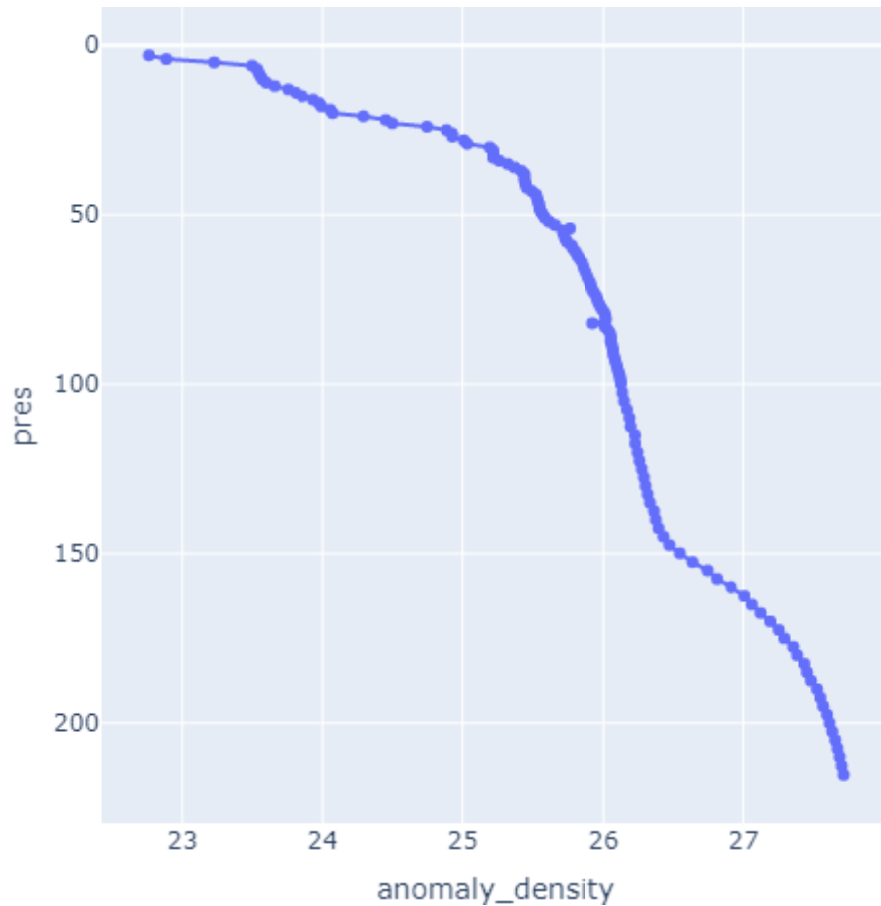


Рисунок 33 – график отношения давления и аномалии плотности

Ниже представлен код обработки отношения давления и скорости звука.

Пример показан на рисунке 34.

```
@app.callback(
    Output('speed_of_sound', 'figure'),
    Input('Number', 'value'),
    Input('cycle', 'value'))
def fig(number, cycle):
    if cycle is None:
        ..
    else:
        ..
    figure_psal.update_yaxes(autorange='reversed')
    figure_psal.update_layout(margin={'l': 0, 't': 0, 'b': 0,
```



```
'r': 0})  
return figure_psal
```

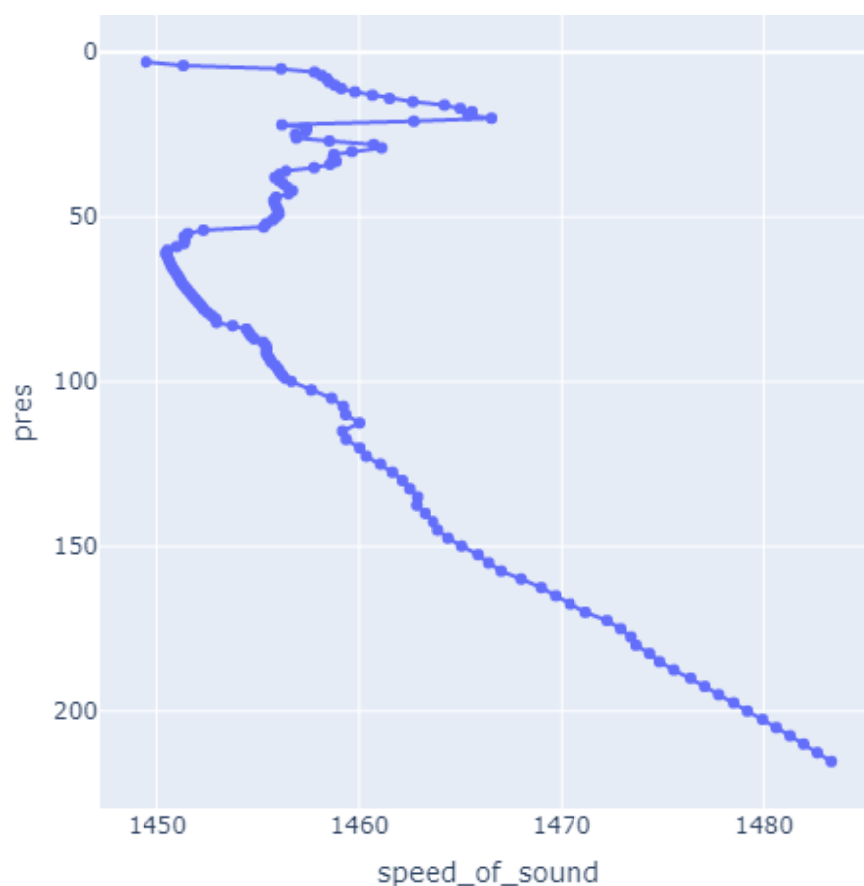


Рисунок 34– график отношения давления и скорости звука

Для загрузки данных предложены две кнопки для загрузки данных в формате CSVи JSON. Пример на рисунке 35.



Рисунок 35–кнопки загрузки данных

### 3.3. Исследование ожидаемой коммерциализации разработки баз данных в составе учебной информационной системы для Западной Арктики

Разработанный веб-сайт предназначен для аудитории всех возрастов, заинтересованных в исследовании гидрофизических характеристик Мирового океана. Данный веб-сайт разработан с целью визуализации данных проекта «Argo» Западной Арктики. С помощью веб-сайта пользователи смогут

анализировать визуализированные данные, получаемые международным проектом «Argo».

Воспользуемся технологией QuaD для определения характеристики качества и измерения перспективности на рынке веб-сайта. Нахождение средневзвешенной величины двух групп показателей качества и потенциала разработки – основа технологии QuaD. Результаты оценки представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения веб-сайтов

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
Показатели качества разработанного проекта					
Выполнение основных функций	0,25	45	100	0,45	0,1125
Надежность	0,15	80	100	0,8	0,12
Интуитивный интерфейс	0,2	95	100	0,95	0,19
Качество визуального оформления	0,1	85	100	0,85	0,085
Показатели оценки коммерческого потенциала разработанного проекта					
Конкурентоспособность	0,1	80	100	0,8	0,08
Финансовая эффективность	0,2	80	100	0,8	0,16
Итого	1		100		0,7475

По технологии QuaD оценка качества и перспективности определяется по формуле:

$P_{cp} = \sum V_i * B_i$ , где  $P_{cp}$ - средневзвешенное значение показателя качества и перспективности разработанного проекта или научной разработки,  $V_i$  – вес

показателя, а  $B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя. Исходя из таблицы 7, получаем, что  $P_{cp}$  для разработанного проекта равняется 0,7475.

Таблица 8 – Зависимость перспективности проекта от  $P_{cp}$

Перспективность проекта в зависимости от $P_{cp}$	Значение $P_{cp}$
Низкая	Ниже 0,19
Ниже среднего	От 0,2 до 0,39
Средняя	От 0,4 до 0,69
Выше среднего	От 0,7 до 0,79
Высокая	0,8 до 1

Полученное значение  $P_{cp}$  для разработанного проекта на основе таблицы 8 позволяет считать, что данная разработка обладает перспективой выше среднего.

Для определения трудоемкости выполнения работ для реализации проекта, оценка каждого этапа оценивается экспертным путём в человеко-днях и носит теоретический характер. Определение трудоемкости описывается формулой:

$$t_{ож}i = 3 * t_{min t} + 52 * t_{max t},$$

где

$t_{ож}i$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы;

$t_{min t}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения работы;

$t_{max t}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения работы;

Т.к. работа выполняется одним исполнителем, то продолжительности каждой работы в рабочих днях будет определяться по формуле:

$$T_{pi} = t_{ож}i$$

Результат временных показателей предоставлен в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели трудоемкости для разрабатываемого проекта

Название работы	Трудоемкость работ			Длительность работ, $T_{pi}$
	$t_{\min t}$	$t_{\max t}$	$t_{ожl}$	
1	2	3	4	5
Разработка требований	1	1	1	1
Анализ требований	1	1	1	1
Анализ предметной области	1	1	1	1
Выбор инструментов и методов	1	1	1	1
Создание веб-сайта	3	5	3,8	3,8
Создание структуры базы данных	2	4	2,8	2,8
Интеграционное тестирование	6	8	6,8	6,8

По показателям, приведенным в таблице 8, следует, что реализация проекта имеет среднюю трудоемкость.

Важную роль в принятии решения о разработки и размещении веб-сайта играет его стоимость. В таблице 10 приведен расчет предположительных доходов от размещения веб-сайта.

Таблица 10 – Доход веб-сайта

Доход	В день (руб.)	В месяц (руб.)	В год (руб.)
-------	---------------	----------------	--------------

Доход от информационных услуг	140	4200	50400
-------------------------------	-----	------	-------

Продолжение таблицы 10

Доход от рекламы	400	12000	144000
Итого	540	16200	194400

Также необходимо рассчитать заработную плату сотрудников за реализуемый проект и поддержку веб-сайта. Расчет предоставлен в таблице 11.

Таблица 11 – Заработная плата

Сотрудник	Кол-во сотрудников	Средний оклад, руб.	Страховые взносы, руб.
Руководитель проекта	1	50000	15000
Программист-разработчик+тестировщик	1	50000	15000
Итого выплат сотрудникам за месяц, руб.		130000	

После подсчета заработной платы следует вычислить общую стоимость проекта и периодических затрат в год, результаты подсчетов представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Общая стоимость проекта

Общие затраты за проект		Общие затраты за год	
Заработная плата	130000 руб.		
Сервер	980 руб.	Сервер	11760 руб.
Утилиты и инструментальные средства	10000 руб.	Утилиты и инструментальные средства	120000 руб.
Итого за проект	140980 руб.	Итого за год	131760 руб.

Оценка экономической эффективности внедренной системы является одним из основных требований проекта и достигается путем соотношения результатов производства и средств производства.

Экономическая эффективность высчитывается по нескольким показателям, которые делятся на категории: количественные и качественные.

К качественным показателям относятся:

- сайт удобен для людей, не умеющим опыта работы с информационными системами проекта «Argo»;
- сайт позволяет анализировать информацию, полученную из вне, с базы данных проекта «Argo»;

Количественные показатели рассчитываются в основном исходя из затрат на эксплуатацию и функционирование сайта, к таким характеристикам относят затраты на дизайн сайта, расходы на хостинг.

Расчёт эффективности веб-сайта основывается на количестве пользователей и посещений сайта. Последние, в свою очередь, обуславливаются SEOоптимизацией. Экономическую эффективность интернет ресурса можно рассчитать через общую видимость сайта на поисковых сервисах. Для расчета используют формулу:

$V_z = \sum V_i * D_i * 100$ , где  $i=1, \dots, m$ ,  $m$  – число поисковых систем,  $V_z$  – видимость сайта при поисковом запросе,  $V_i$  – коэффициент видимости,  $D_i$  – доля поисковой системы.

Далее прогнозируется общая видимость сайта по запросу «Арго Западная Арктика»:

$$V_z = \sum V_i * D_i * 100 = ((0,5 * 1) + (0,4 * 1) + (0,05 * 0,5)) * 100 = 90,25\%$$

Вышеперечисленное дает возможность сделать вывод, что создание базы данных в составе учебной информационной системе для Западной Арктики является конкурентоспособной, а также может приносить достаточно хорошую прибыль при небольших затратах.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка сайта и создание базы данных для автоматического анализа данных буев «Argo».

В процессе достижения цели были выполнены следующие задачи:

1. Обзор проекта Argo и его деятельности.
2. Анализ информационных систем визуализации данных проекта Argo.
3. Разработка макета сайта «Argo»

Поставленные задачи в данной работе были выполнены в полном объеме, однако дальнейшие исследования в данной теме должны быть продолжены по причине научной новизны, теоретической и практической значимости.

Результаты исследования изложены в публикациях [26, 27], опубликованы и представлены на конференции ИНФОГЕО 2022 (Приложение А).



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gregory C. Johnson, Shigeki Hosoda, Steven R. Jayne // Argo — Two Decades: Global Oceanography, Revolutionized // Annual Review of Marine Science 2022 14:1, 379-403
2. Roemmich Dean, Alford Matthew H., ClaustreHervéOn the Future of Argo: A Global, Full-Depth, Multi-Disciplinary Array // Frontiers in Marine Science 2019
3. HervéClaustre, Kenneth S. Johnson, Yuichiro Takeshita // Observing the Global Ocean with Biogeochemical-Argo // Annual Review of Marine Science 2020 12:1, 23-48
4. Bittig Henry C., Maurer Tanya L., Plant Joshua N. // A BGC-Argo Guide: Planning, Deployment, Data Handling and Usage // Frontiers in Marine Science 2019
5. Wong Annie P. S., Wijffels Susan E., Riser Stephen C. // Argo Data 1999–2019: Two Million Temperature-Salinity Profiles and Subsurface Velocity Observations From a Global Array of Profiling Floats // Frontiers in Marine Science 2020
6. Wong Annie, Keeley Robert, Carval Thierry // Argo Quality Control Manual for CTD and Trajectory Data // Argo Data Management Team 2023 // <https://doi.org/10.13155/33951>
7. Anne Barnoud, Julia Pfeffer, Adrien Guérou // Contributions of altimetry and Argo to non-closure of the global mean sea level budget since 2016 // Geophysical Research Letters 2021
8. Arthun, M., and T. Eldevik // On anomalous ocean heat transport toward the Arctic and associated climate predictability // J. Climate, 29, 689–704, 2016 // <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0448.1>
9. Wang, T., S. T. Gille, M. R. Mazloff, N. V. Zilberman, and Y. Du, 2018: Numerical Simulations to Project Argo Float Positions in the Middepth and Deep Southwest Pacific. J. Atmos. Oceanic Technol., 35, 1425–1440, <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-17-0214.1>

10. Liu, Z., Wu, X., Xu, J. et al. China Argo project: progress in China Argo ocean observations and data applications. *Acta Oceanol. Sin.* 36, 1–11 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13131-017-1035-x>
11. Origins of Argo // URL: [http://www.argo.ucsd.edu/Origins\\_of\\_Argo.html](http://www.argo.ucsd.edu/Origins_of_Argo.html) (дата обращения: 11.03.2023)
12. Polar Argo | Argo // Argo URL: <https://argo.ucsd.edu/expansion/polar-argo/> (дата обращения: 11.03.2023)
13. Магазов С.С. Информационные ресурсы глобальных систем мониторинга океана для задач гидроакустики. *Евразийское научное объединение* – 2015.– Т. 1.– № 10. – С. 29 – 42
14. Арго-модель исследования глобального океана (АМИГО) // ResearchGate URL: [https://www.researchgate.net/publication/301331623\\_Argomodel\\_issledovaniia\\_globalnogo\\_okeana\\_AMIGO](https://www.researchgate.net/publication/301331623_Argomodel_issledovaniia_globalnogo_okeana_AMIGO) (дата обращения: 25.03.2023).
15. How to use Argo profile files // Argo URL: <https://argo.ucsd.edu/data/how-to-use-argo-files/> (дата обращения: 26.03.2023)
16. Аппаратно-программные средства геоинформационного обеспечения поддержки решений в рамках рационального природопользования / Н.Н. Попов, Л.В. Александрова, В.М. Абрамов, – СПб.: СпецЛит, 2016. – 51 с.
17. Карлин Л.Н., Воробьев В.Н., Абрамов В.М., Гогоберидзе Г.Г. Научное обеспечение стратегического планирования развития Северного морского пути в качестве транспортного коридора с учетом изменения климата в Арктике. *Морской и речной транспорт: приложение №1/2014 к журналу «Транспорт Российской Федерации»,* – 2014.
18. Инновационные технологии геоинформационного обеспечения картографирования территориальных объектов в Арктике бесконтактными методами / В.М. Абрамов [и др.] // *Использование информационно-коммуникационных технологий для автоматизации и оптимизации хранения и обработки информации* – 2019.

- 19.Бескид П.П., Куракина Н.И., Орлова Н.В. Геоинформационные системы и технологии. - СПб.: изд. РГГМУ, – 2010. – 173 с.
- 20.ГОСТ 34.201-91 Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем;
- 21.ГОСТ34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы;
- 22.ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.
- 23.ГОСТ 34.603-89 Виды испытаний автоматизированных систем;
- 24.РД 50-34.698-90 Методические указания. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов;
- 25.Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, – 2015. – 206 с.
- 26.Бушля П.А., Баширов Р.Э., Яроцкий В.А. и др.// Разработка баз данных профилирующих буев Арго в Арктике в составе учебной информационной системы // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – №4 (44). – С. 25-32.
- 27.Баширов Р.Э., Алексеева А.А., Бушля П.А. и др.// Цифровой инструмент для мониторинга затока теплых вод в Западную Арктику // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – № S2. – С. 19-24.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

**ИНФОГЕО 2022:  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
В АРКТИКЕ**



### СЕРТИФИКАТ

участника

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО

Баширов Р.Э.

ПРИНЯЛ(А) УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТУПИЛ(А) С ДОКЛАДОМ

**Разработка баз данных профилирующих буев Арго в  
Арктике в составе учебной информационной  
системы**

Заместитель председателя  
Организационного комитета  
конференции ИНФОГЕО 2022.



*Истомин Е.П.* Истомин Е.П.

25-26 ноября 2022 г.  
г. Санкт-Петербург

<http://dmkvadrat.tilda.ws/arctica>

Рисунок А.1 – Сертификат участника конференции ИНФОГЕО 2022

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

**ИНФОГЕО 2022:**  
**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
В АРКТИКЕ**



## **СЕРТИФИКАТ**

участника

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО

Баширов Р.Э.

ПРИНЯЛ(А) УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТУПИЛ(А) С ДОКЛАДОМ

**Цифровой инструмент для мониторинга залива  
теплых вод в западную Арктику**

Заместитель председателя  
Организационного комитета  
конференции ИНФОГЕО 2022.



*Истомин Е.П.* Истомин Е.П.

25-26 ноября 2022 г.  
г. Санкт-Петербург

<http://dmkvadrat.tilda.ws/arctica>

Рисунок А.2 – Сертификат участника конференции ИНФОГЕО 2022