



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Морские информационные системы

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

(Магистр)

На тему: Исследование ледовых режимов арктических портов

Исполнитель Саватеев Никита Николаевич

(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, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Сикарев Игорь Александрович

(фамилия, имя, отчество)

«8» июня 2022 г.

Санкт-Петербург

2022

## Оглавление

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перечень сокращений и условных обозначений.....                                  | 3  |
| Введение.....                                                                    | 4  |
| 1 Анализ арктических портов России.....                                          | 8  |
| 1.1 Арктические порты Российской Федерации.....                                  | 8  |
| 1.2 Северный порт Сабетта.....                                                   | 11 |
| 1.3 Северный порт Дудинка.....                                                   | 14 |
| 1.4 Северный морской порт Хатанга.....                                           | 15 |
| 1.5 Северный морской порт Архангельск.....                                       | 17 |
| 1.6 Северный морской порт Певек.....                                             | 20 |
| 2 Геоинформационные инструменты.....                                             | 25 |
| 2.1 Геоинформационная открытая платформа (ГИОП) погодных условий.....            | 25 |
| 2.2 Платформа по отслеживанию судов и морской разведке.....                      | 32 |
| 2.3 Геоинформационный инструмент для работы со спутниками .....                  | 44 |
| 2.4 Платформа по отслеживанию судов и морской разведке.....                      | 51 |
| 3 Исследования ледовых режимов с помощью геоинформационных платформ .....        | 59 |
| 3.1 Анализ ледовой обстановки с помощью Earth.....                               | 59 |
| 3.2 Анализ ледовой обстановки портов с помощью Land Viewer и Marine Traffic..... | 60 |
| Заключение.....                                                                  | 77 |
| Список использованных источников .....                                           | 79 |
| Приложение А – Сертификат об участии в научно практической конференции .....     | 83 |

## Перечень сокращений и условных обозначений

АМТС - Арктическая морская транспортная система

СМП - Северный морской путь

СПГ - сжиженный природный газ

ЗАО - закрытое акционерное общество

ГИОП - геоинформационная открытая платформа

ОВ - относительная влажность

ПЭВ - плотность энергии ветра

ТСО - трехчасовые суммы осадков

ТПМ - температура поверхности моря

ТАПМ - температурные аномалии поверхности моря

## Ведение

На сегодняшний день ведется полным ходом освоение Арктики. Это не только полезные ископаемые как нефти и газа. Это так же и важнейшие судоходные пути, которые соединяют наши Российские порты, с портами по всему миру. В военное время порт играл важную стратегическую роль, по воде доставлялись припасы, амуниция и военная техника. Сейчас же порты играют важную экономическую роль. Северный морской путь – это единственный путь для судов, который соединяет практически все арктические и субарктические регионы Российской Федерации. Как принято считать, этот маршрут связан со значимыми промышленными местами нашей страны. Это Норильский комбинат, Восточно-Сибирским нефтегазовым комплексом, множеством предприятий, которые находятся в Якутии, Магадане, Чукотки. Баренцево и Берингово моря не являются составом Северного морского пути, так как водные пространства Баренцева моря, кроме как его юго-восточной части, почти всегда освобождены от ледового покрова.

Для того, чтобы обеспечить безопасность мореплавателям, а так же, чтобы предотвратить загрязнение морской среды Федеральным законом были узаконены правила плавания в акваториях СПМ. И ко всему этому так же была установлена плата за проход судна, размер которой определяется Федеральным законом «О естественных монополиях». На основе всех норм и правил, которые были приняты на законодательном уровне, была сформирована общая система управления акваториями Северного морского пути. А так же современная инфраструктура, обеспечивающая безопасные условия судоходства в арктических морях, включая в себя гидрометеорологическое обеспечение и гидрографическое. Ко всему этому так же относятся ледокольные и ледовое сопровождение лоцманами, постоянный контроль, в каком месте находится судно. Данные темы затрагиваются в следующих источниках [1-16].

Маршрут состоит из ряда окраинных морей – Карского моря, моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, которые соединены примерно 58 проливами, протекающими через три архипелага - Новую Землю, Северную Землю и Новосибирские острова. Иногда надводные суда, идущие в составе конвоев, вынуждены следовать к северу от больших островных массивов из-за скопления паковых льдов (многолетних) в проливах, которые могут быть покрыты морским льдом. Ледовые условия восточной части маршрута в целом более тяжелые, чем в западной. Самым труднопроходимым участком является Восточно-Сибирское море, а именно Айонский ледяной массив недалеко от порта Певек. В море Лаптевых, Восточно-Сибирском море и Юго-западной части Чукотского моря выделяется пять таких ледяных массивов – большие участки сплоченного и очень сплоченного льда. Эти массивы часто перекрывают входы в важные судоходные проливы.

Некоторые из данных ледяных массивов являются достаточно стабильными, в очень редких случаях они исчезают, где то в конце сезона таяния, но снова появляются в зимнее время. Самым мелководным шельфовым участком является восточный сектор. Он так же является частью маршрута. Чукотское море имеет глубину где-то около 88 метров, а Восточно-Сибирское средне около 58 метров. Мелководность шельфа больше всего выражена в небольших проливах с глубиной около 8 метров. Все это в совокупности влияет на тоннаж и размер судов, которые проходят там. Это следует учитывать при составлении путей. Но водные акватории к западу от полуострова Ямал имеют более глубокий шельф, хоть и не на много, и в среднем более легкие ледовые условия, чем восточный сектор. На данные темы ссылаются следующие источники [17-25].

Отчасти данное сопряжено с этим, то что Карское море охвачено с севера некоторыми архипелагами, какие как правило мешают вторжению серьезных долголетних льдов с Центрального Северного Ледовитого океана. Продолжительный гололед, что считается весьма жестким также, таким

образом, весьма значительным преградой в интересах судоходства, испытывает время года летнего таяния также как правило обладает толщину вплоть до 5 м. Амбровый раздел никак не обладает такого рода охраны также считается наиболее не закрытым с целью притока долголетних льдов с Основного Приполярного водоема. Арктика имеет очень большую территорию, на которой находятся большие запасы нефти, газа, золота и других полезных ископаемых. Температура Арктической зоны средне в год ниже нуля, поэтому все находится в снегу, а вода покрыта многолетними льдами. Именно это играет большую роль в судоходстве. Толстые льды могли испортить судно, из-за чего оно могло затонуть. В прошлом, не все корабли были приспособлены к путешествию по водным акватория затянутыми льдами, но судоходство развивалось и адаптировалось, были придуманы ледоколы. Первый ледокол «Ермак» был построен под руководством Русского адмирала Степана Осиповича Макарова в 1898 году. С этого момента стало возможным проходить по морским путям, которые были охвачены льдами. Для международного судоходства СМП был официально открыт 1 января 1991 года после выступления Михаила Горбачева в Мурманске в 1987 году, в котором он продвигал инициативу развития международного сотрудничества в Арктике и, в частности, упомянул судоходство. Международный исследовательский проект «Северный морской путь» (INSROP) был инициирован Россией в период с 1993 по 1999 гг. с целью изучения условий для расширенного использования морского пути. С данной темой связаны следующие источники литературы [26-30].

Сейчас технологии шагнули далеко вперед, были усовершенствованы суда специально для арктических зон. Но льды все еще представляют опасность для передвижения по воде. Судно может быть зажато с двух сторон льдами и вмерзнуть в него. Чтобы вызволить его из ледяного плена придется потратить немало денежных средств, что отразится на экономике. Поэтому были придуманы средства мониторинга за ледовой обстановкой, с помощью спутников. Так же можно отслеживать передвижение судов, что поможет

корректировать путь и делать его наиболее безопасным. Данные средства будут описаны далее. Их упоминание затрагивается в следующих источниках [31-36].

Цель работы: Исследование ледовых режимов арктических портов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать арктические порты России
2. Проанализировать геоинформационные инструменты
3. Выполнить исследования ледовых режимов с помощью геоинформационных платформ

## 1. Анализ арктических портов России

### 1.1 Арктические порты Российской Федерации

Арктические порты являются самым проблемным элементом инфраструктуры Арктической морской транспортной системы (АМТС), призванной обеспечивать развитие Арктической зоны РФ, в которой сосредоточены значительные запасы энергетических ресурсов, металлов, минеральных удобрений и леса.

Основными задачами арктических портов и перегрузочных комплексов в настоящее время и в перспективе являются:

- экспорт углеводородов и продукции горнодобывающей промышленности, обеспечение освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений, включая шельфовые;
- обеспечение арктического транзита и обслуживание судов, работающих на трассах СМП;
- обеспечение жизнедеятельности и развития арктических субъектов РФ, их внешнеторговых связей и туризма.

В настоящее время работа большинства арктических портов убыточна. На модернизацию технического оборудования портов в последние два десятилетия практически не выделялось средств. Причальные сооружения требуют капитального ремонта и реконструкции. Необходимо дноуглубление для приема современных судов.

К примеру, порт Тикси, являющийся базовым портом Республики Саха, ранее перегружавший свыше 800 тыс. тонн грузов в год, в 2010 году переработал всего 8 тыс. тонн и сократил численность персонала до 18 человек.

На сегодня инициатива бизнеса в развитии арктических специализированных портов и терминалов опережает инициативу исполнительной власти. Так, компанией «Лукойл» в Баренцевом море создан и успешно эксплуатируется нефтяной отгрузочный терминал «Варандей».



В июне 2008 года завершено строительство стационарного морского ледостойкого отгрузочного терминала, расположенного у порта Варандей, и начаты регулярные отгрузки нефти танкерами усиленного ледового класса дедвейтом 70 тыс. тонн. Расчетная пропускная способность терминала составляет 12 млн тонн в год.

По результатам оценки состояния инфраструктуры арктических портов в целях транспортного обеспечения развития районов Крайнего Севера, внешнеторговых связей и арктического транзита предлагается:

- минтрансу России совместно с администрациями субъектов РФ и заинтересованными компаниями разработать Программу развития арктических портов вдоль трассы СМП, которая будет включена в государственную Программу развития Арктической зоны РФ;
- рассмотреть целесообразность создания контейнерных терминалов и портовых особых экономических зон в отдельных базовых портах АМТС на примере портов Мурманск и Петропавловск-Камчатский с возможным привлечением инвестиций и контейнерного транзитного потока Японии, Китая, Южной Кореи;
- ввиду строительства широтной железной дороги «Белкомур» (Архангельск – Сыктывкар – Гайны – Соликамск) построить новый базовый порт-хаб в западном секторе Арктики на Белом море в северной части губы Сухое море (глубоководный район Архангельского порта) с грузооборотом не менее 30-35 млн тонн в год;
- в интересах безопасности мореплавания расширить участие Минтранса России и головных бассейновых администраций морских портов в выборе оптимальных мест строительства отгрузочных терминалов, создаваемых нефтегазовыми компаниями, и создании необходимых средств навигационного обеспечения.

В целях реализации «Транспортной стратегии России до 2030 года» и принятой «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года»,

утвержденной президентом РФ 20 февраля 2013 года, необходимо создать в северных регионах РФ, тяготеющих к трассе СМП, транспортно-логистические узлы:

- Кольский (Мурманск, Териберка);
- Урало-Западно-Сибирский (Архангельск, Индига);
- Ямальский нефтегазовый (Харасавэй, Сабетта, Новый Порт);
- Норильско-Туруханский и Нижне-Енисейский (Игарка, Дудинка, Диксон);
- Ленский (Якутск, Тикси);
- Чукотско-Камчатский (Певек, Провидения, Петропавловск-Камчатский).

Развитие базовых портов АМТС – Мурманск, Архангельск и Петропавловск-Камчатский – следует рассматривать как создание портов-хабов, способствующих привлечению транзитных грузопотоков, росту контейнеризации перевозок, экономическому развитию регионов.

Финансирование проектирования и создания транспортных узлов должно осуществляться за счет федерального и регионального бюджетов, а также за счет частного капитала заинтересованных компаний.

В таблице 1 будут приведены Арктические порты России и их координаты.

Таблица 1- Арктические порты и их координаты

| Название порта | Координаты порта      |
|----------------|-----------------------|
| Мурманск       | 68.98412° / 33.061°   |
| Архангельск    | 64.53784° / 40.53406° |
| Нарьян-Мар     | 67.67496° / 53.08496° |
| <u>Сабетта</u> | 71.27882° / 72.06001° |
| Дудинка        | 69.39889° / 86.16114° |
| Хатанга        | 72.45° / 104.28°      |
| Тикси          | 71.64757° / 128.8989° |
| <u>Певек</u>   | 69.68932° / 170.2583° |

Далее будут выбраны порты, которые в данный момент наиболее подвержены развитию и играют важную роль в экономическом плане.

## 1.2 Северный порт Сабетта

Порт Сабетта является арктическим, располагается он на западном берегу Обской губы Карского моря. Находится на восточном берегу полуострова Ямал в районе поселка Сабетта. Рисунок 1.2.1 и Рисунок 1.2.2

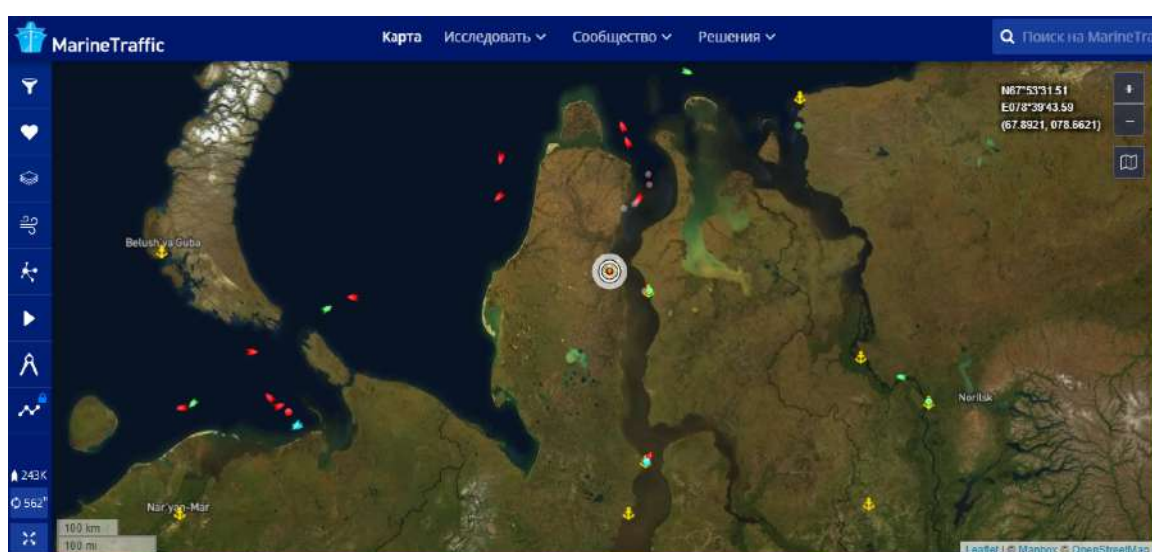


Рисунок 1.2.1- Местоположение порта Сабетта в приближении 100 км

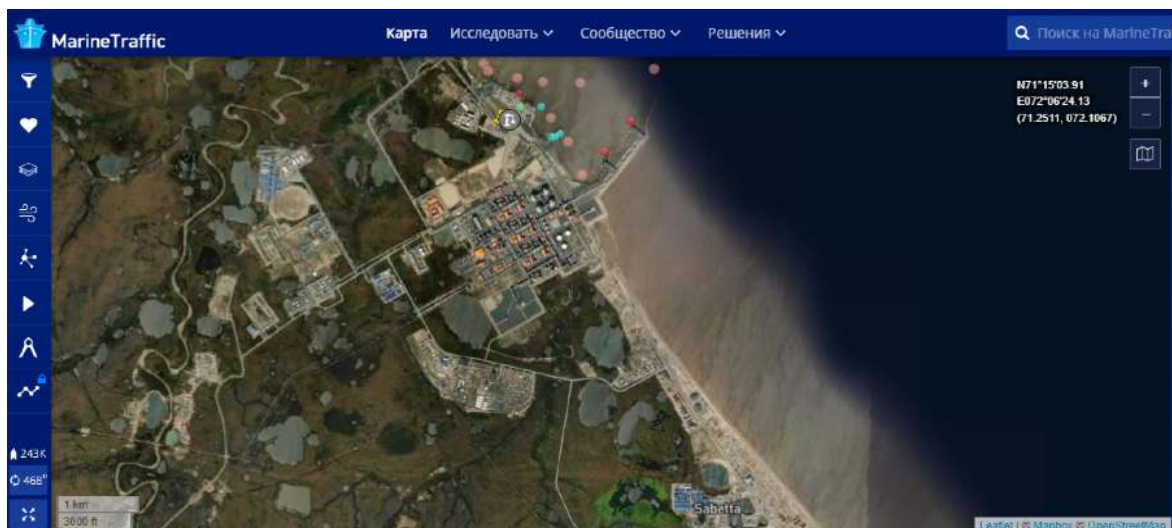


Рисунок 1.1.2- Местоположение порта Сабетта в приближении 1 км

Строительство этого порта началось в 2012 году. Предназначен для перевозок сжиженного природного газа. Так же он обеспечивает навигацию по Северному морскому пути круглый год.

Характеристика порта

Основные параметры:

- подходный канал длиной 6 км, шириной 495 м, глубиной 15.1 м;
- морской канал длиной 49 км, шириной 295 м, глубиной 15.1 м;
- акватория порта глубиной 15.2 м.

Также на территории порта был построен завод по производству сжиженного газа (СПГ).

Водная акватория около порта Сабетта свободна ото льда только около трех месяцев, остальное же время порт осуществляет зимнюю навигацию. Чтобы обеспечить безопасность прохода судов проводится работа по организации ледокольных проводок. То есть когда водные пути затянуты льдами, ледоколы прорубают путь для судов меньших габаритов, которые не способны самостоятельно преодолеть льды.

Также правительством рассматривается план по постройке железнодорожных путей до порта Сабетта. Благодаря этой магистрали можно будет коротким путем доставлять грузы из Урала, Поволжья, Сибири.

Порт подает большие надежды на дальнейшее развитие экономики России. Ведь продажи сжиженного газа ведутся по всему миру. А Северный морской путь сократит время транспортировки грузов в несколько раз. Так путь до Китая по СМП на 20% меньше, в Южную Корею на 32% по сравнению с традиционными маршрутами. Это все сократит расход топлива и уменьшит затраты на перевозку грузов, что в свою очередь повысит прибыль.

Самым большим проектом, который развивается в Северном морском пути, является «Ямал СПГ». Это проект по созданию центра, в котором будет производиться сжиженный газ. Мощность данного центра составляет 16.5 млн тонн в год. Так же были построены специальные причалы для перевалки сжиженного газа, причалы накатных грузов, причалы строительных грузов, складские помещения и многое другое. В таблице 2 приведены показатели деятельности порта по грузообороту и обслуживанию судов.

Таблица 2 – Показатели деятельности порта Сабетта

| Порт Сабетта |                    |                 |
|--------------|--------------------|-----------------|
| Год          | Грузооборот, млн т | Обслужено судов |
| 2014         | 0,186              |                 |
| 2015         | 0,538              |                 |
| 2016         | 2,84               |                 |
| 2017         | 7,99               |                 |
| 2018         | 9                  | 155             |
| 2019         | 19,5               | 300             |

### 1.3. Северный порт Дудинка

Порт Дудинка – морской арктический порт федерального значения на трассе Северного морского пути, расположенный на правом берегу реки Енисей в устье притока реки Дудинка. Рисунок 1.3.1 и рисунок 1.3.2.



Рисунок 1.3.1- Местоположение порта Дудинка в приближении 200 км

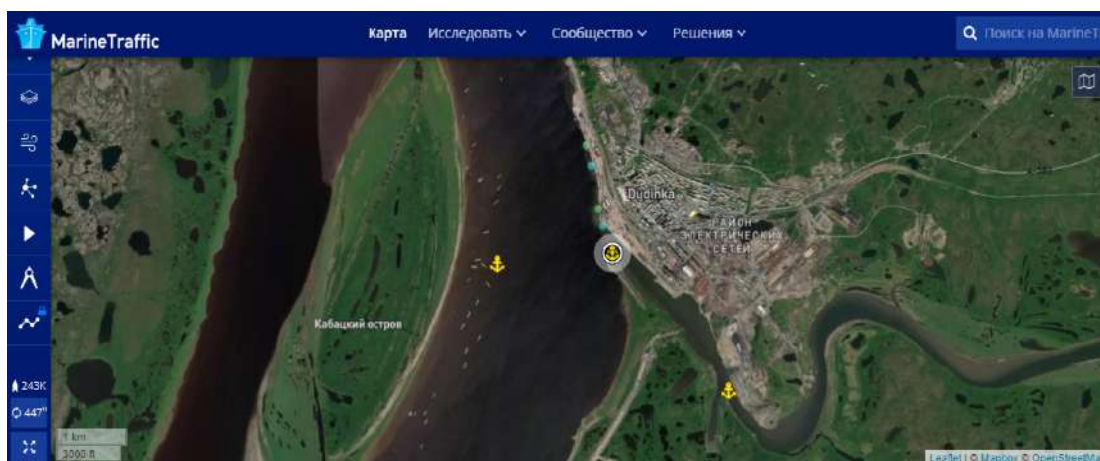


Рисунок 1.3.2- Местоположение порта Дудинка в приближении 1 км

Данный порт единственный во всем мире, причалы которого затапливаются из-за весеннего половодья. Он используется и как морской порт и как речной.

Чтобы снабжать Норильский горно-металлургический комбинат, который в то время строился, было начато возведение порта в 1935 году. Через год уже были готовы 40 погонных метров ряжевого причала, внутрипортовой железный путь, причалы и навесы для хранения грузов.

В Дудинский порт поступают различные грузы. Это лесные, навалочные, генеральные грузы, нефтепродукты. Вывозятся медь, никель,

кобальт, селен, сера, уголь. Благодаря речному пути порт связан с другими портами Красноярска, Лесосибирска, Абакана.

Каждый год во время весеннего половодья происходит полная эвакуация техники и грузов на незатопляемую отметку 20 м. Пик паводка приходится в среднем на 7 июня, во время ледохода. Основные морские причалы порта на восьмиметровой отметке освобождаются от воды к 1 июля. На косе сооружена ледозащитная дамба для обеспечения безопасности инфраструктуры порта.

Так же существует и пассажирская инфраструктура. Сейчас действует транспортная линия Красноярск-Дудинка. Причал для пассажиров располагается на северном конце порта. Что касается производственной инфраструктуры, то причал для грузов имеет 23 ручных и 9 морских причалов. Так же есть причал для специальных грузов, который расположился в устье реки Дудинка. Глубина причалов 8 - 12 м. Это позволяет принимать суда грузоподъемностью до 17 тыс. тонн.

В акватории порта Дудинка начал работу морской ледокол «Дудинка». По данным где-то осенью уже начинает образовываться лед, а в декабре уже многие суда не могут самостоятельно проходить по льдам. Поэтому они допускаются только с проводкой ледокола. В марте и апреле толщина льда может достигать двух и более метров. Данный ледокол был построен на судовой верфи в Финляндии.

#### 1.4. Северный морской порт Хатанга

Хатангский морской торговый порт расположен на правом берегу реки Хатанга. Рисунок 1.4.1 и рисунок 1.4.2. Занимается он погрузочно-разгрузочными работами, транспортировкой энергоносителей и генеральных при северном заводе.



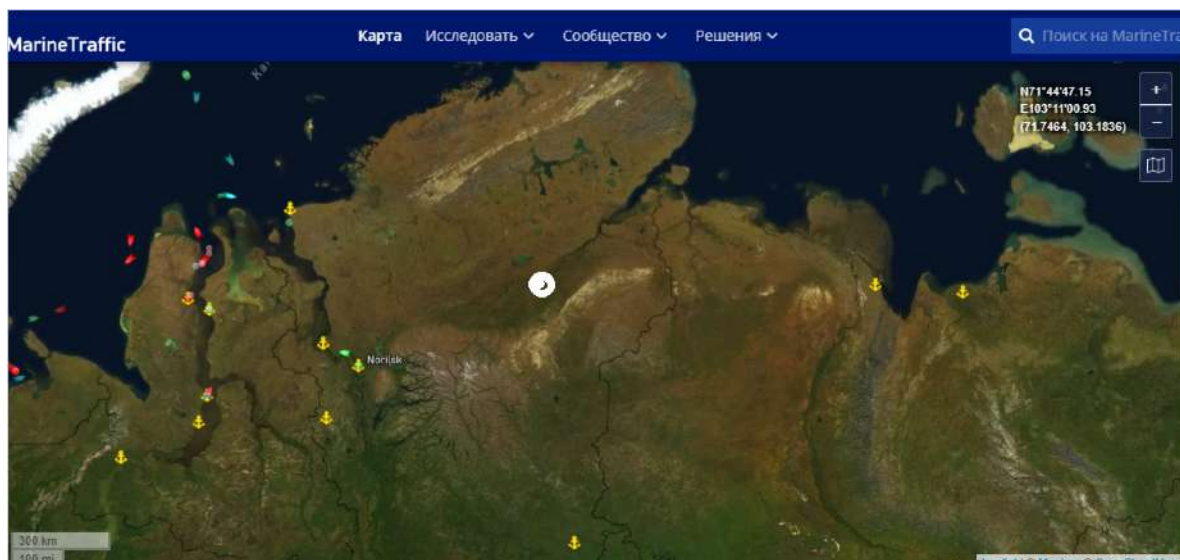


Рисунок 1.4.1- Местоположение порта Хатанга в приближении 300 км



Рисунок 1.4.2- Местоположение порта Хатанга в приближении 500 м

Для защиты «зимующего» флота в Хатангском порту ежегодно строится ледяная дамба в 20 м высотой и 60 м длиной, позволяющая «прятать» суда от ледяных полей, идущих по реке на север, к морю Лаптевых. В настоящее время это единственная известная ледяная дамба в портах мира.

В настоящее время в эксплуатации ЗАО «ХМТП» имеется флот, в состав которого входят морские суда, суда класса «река — море», самоходные и несамоходные суда речного класса, плавкраны. Это позволяет компании выполнять задачи самого различного назначения, в том числе доставку грузов в районы мелководья с ограниченными сроками завоза



в бассейне реки Хатанга, перевозку пассажиров в бассейне реки Хатанга, перевозку грузов из южных районов РФ по ВВП и Северному морскому пути в районы Крайнего севера, выполнение комплексных услуг по доставке грузов с выгрузкой на необорудованный берег, международные перевозки грузов морским транспортом в Азово-Черноморском бассейне, Средиземном море, морях Западной и Северной Европы.

### 1.5. Северный морской порт Архангельск

Архангельск – это морской порт, который располагается в устье реки Северная Двина, в 50 километрах от Двинской Губы Белого моря. Рисунок 1.5.1 и рисунок 1.5.2

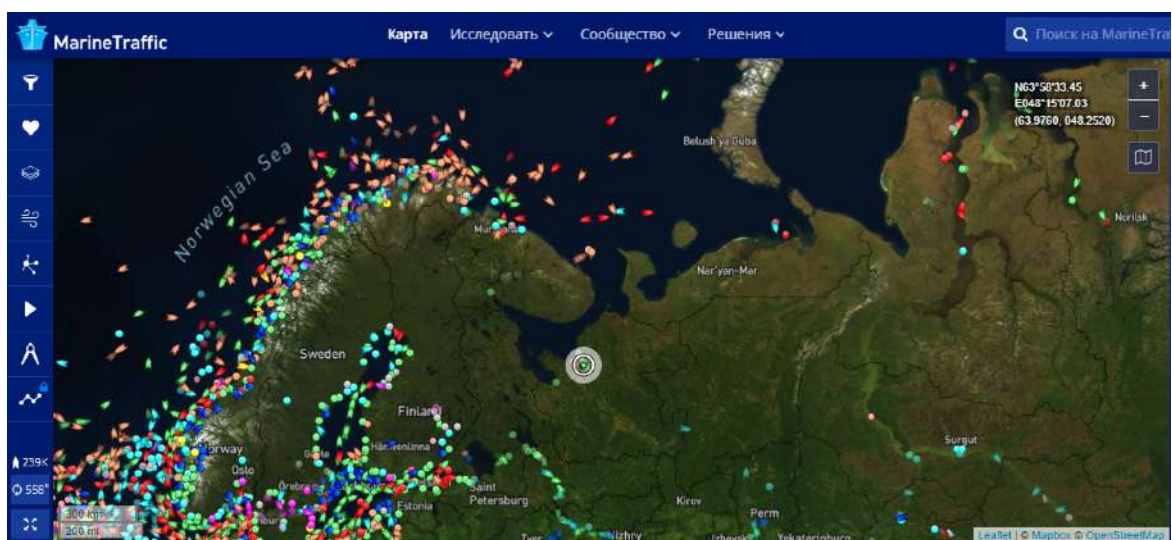


Рис. 1.5.1 – Местоположение порта Архангельск в приближении 300 км

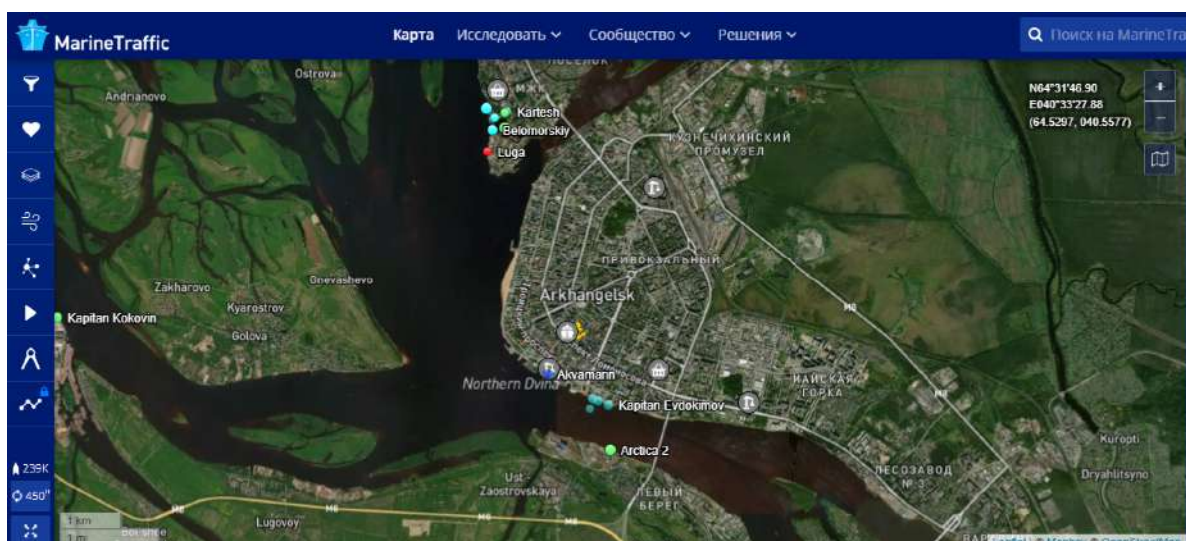


Рис.1.5.2 – Местоположение порта Архангельск в приближении 1 км

Архангельск является важным пунктом каботажных связей с районами Русского Севера. Каботаж – является прибрежным судоходством. Это термин, который обозначает « плавание грузового или коммерческого судна». Так же данный порт является самым большим транспортным предприятием города Архангельска. Данное расположение является очень выгодным, так как оно позволяет выйти в океан, кратчайшим путем, через Белое море. Причем это возможно сделать как в западном, так и в восточном направлениях без всяких ограничений. У данного порта очень много резервных портовых и железнодорожных мощностей.

Первая пристань порта была возведена в 1584 году. Это случилось во время основания города. Царем, Федором Иоанновичем, был издан приказ о возведении данного порта, для иностранных судов.

Во времена Первой мировой войны данный порт остался единственным портом, который был открыт в Европейской России. Так как раньше он использовался в мирных целях, то есть для торговли и путешествий, то во времена войны его стали перестраивать под военные нужды. В 1915 году при Управлении Архангельского торгового порта открыли Ледокольное бюро. В его состав входили 13 ледоколов и судов, которые могли пробить бреж во льдах.

13 января 1917 года недалеко от терминала «Экономия» произошел взрыв парохода «Семен Челюскин». Рисунок 1.5.3



Рис.1.5.3 – Терминал «Экономия»

Архангельский морской порт принимает и отправляет множество материалов. В них входят пиломатериалы, уголь, целлюлоза, металлы, промышленные товары. Так же данный порт является основной базой Северного пароходства, выполняющего различные морские перевозки по Белому, Баренцеву, Карскому морям.

В настоящее время, в порту находится семь очень крупных компаний, которые выполняют услуги по преревозке различных грузов. Одна из таких компаний это ОАО «Архангельский морской торговый порт». Она предоставляет услуги по перевозке генеральных грузов, целлюлозы, металлов и других грузов. Мощности порта позволяют перерабатывать до 4.5 млн тонн грузов в год.

Три грузовых района, контейнерный терминал и судоходная компания «Портфолио». Все это входит в состав порта. В 2019 году ОАО "АМТП" передало правительству области знаменитое здание Морского-речного вокзала Архангельска, изображённое на 500-рублёвой купюре. Общая протяжённость причального фронта — 3,3 км. Причалы порта позволяют принимать и ставить под грузовые операции суда с осадкой 9,2 м и длиной 175—200 м. Общая полезная площадь для складирования грузов — 292000 м<sup>2</sup>, в том числе закрытые склады — 40000 м<sup>2</sup>, открытые бетонированные

площадки — 250 000 м². Таможенные склады 2000 м². В архангельском порту находится единственный на Севере контейнерный терминал, включающий в себя открытую площадку площадью 98000 м², где могут храниться 5762 TEUs одновременно, в том числе до 200 рефрижераторных контейнеров и до 2200 контейнеров с опасными грузами. Пропускная способность контейнерного терминала 75000 TEUs в год. Архангельск — порт круглогодичной навигации. В таблице 3 приведен отчет по объемам перевалки грузов в период 2016-2020 г.г.

Таблица 3 – Объем перевалки грузов порта Архангельск

| год  | всего  |        | экспорт |       | импорт |      | каботаж |        | не <u>связ.с м/гр</u> |      |
|------|--------|--------|---------|-------|--------|------|---------|--------|-----------------------|------|
|      | план   | факт   | план    | факт  | план   | факт | план    | факт   | план                  | факт |
| 2016 | 1438,1 | 1342,6 | 509,0   | 216,4 | 30,0   | 17,0 | 889,1   | 1058,3 | 10,0                  | 50,8 |
| 2017 | 874,8  | 1084,3 | 82,5    | 338,2 | 8,0    | 8,2  | 777,9   | 732,0  | 6,4                   | 5,9  |
| 2018 | 1345,0 | 1012,9 | 752,0   | 398,1 | 5,4    | 49,8 | 587,6   | 563,0  | 0                     | 2    |
| 2019 | 1100,9 | 908,9  | 464,0   | 323,5 | 134,9  | 4,7  | 502,1   | 576,7  | 0                     | 3,8  |
| 2020 | 825,5  | 1015,2 | 56,7    | 100,0 | 0      | 6,4  | 768,8   | 885,2  | 0                     | 23,6 |

#### 1.6. Северный морской порт Певек

Певек является морским арктическим портом России федерального значения на трассе Северного морского пути. Находится он в Чаунской губе Восточно-Сибирского моря. Рисунок 1.6.1 и рисунок 1.6.2



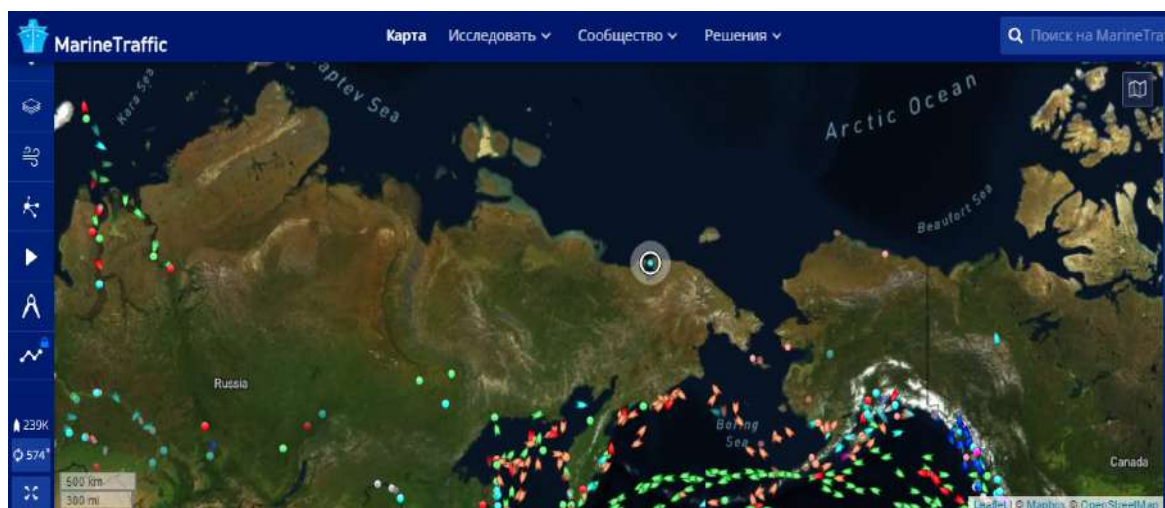


Рис.1.6.1 – Морской порт Певек в приближении 500 км

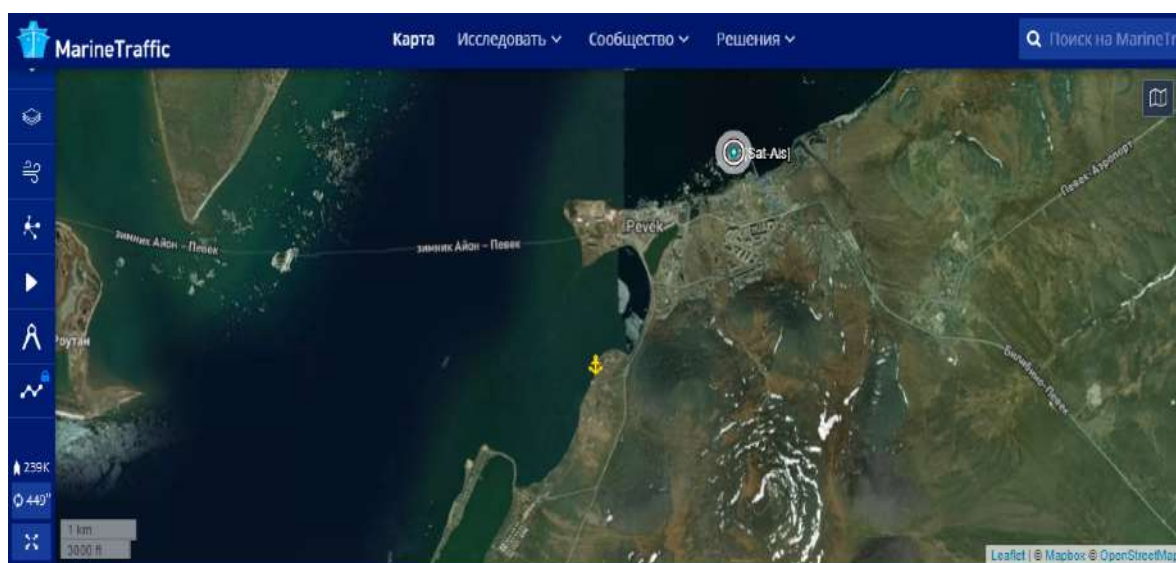


Рис.1.6.2 – Морской порт Певек в приближении 1 км

Порт Певек является самым северным морским портом России. Благодаря берегу, данный порт защищен от ледовой нагрузки со стороны моря. Когда скорость ветра достигает 15 м/с, течение может быть скоростью 1,5 узла. Считается, что датой основания 20 апреля 1951 года, когда было создано Управление арктического морского порта Певек. Из-за того, что были найдены очень большие залежи природных ресурсов, было решено построить морской порт. А именно это было золото, которое нашли в Чаунском районе Чукотского полуострова. В 1957 году, по решению Совета Министров СССР данный порт вошел в состав Дальневосточного морского пароходства.

В 1997 году Певек был преобразован в открытое аукционерное общество. В будущем по проекту, по перестройке порта, сделают

улучшенные перевалочные станции, для экспорта каменного угля в Китай из Якутии.

Порт имеет четыре причала и один резервный пирс. Первый пирс обычно используют для того, чтобы выгрузить уголь, второй и третий для обработки генеральных грузов. Четвертый причал используется для слива нефти с танкеров. В акватории порта действуют пять якорных стоянок с глубинами 15-30 метров. Якорная стоянка № 1 предназначена для сухогрузов, № 2 — для сухогрузов и ледоколов, № 3 — для судов с взрывоопасными грузами и судов с ядерными энергетическими установками, № 4 — для танкеров, № 5 — для карантинной стоянки судов. В таблице 4 приведены сведения об уплаченных суммах налогов и сборов.

Таблица 4 – Сведения об уплаченных суммах налогов и сборов

| Год  | Наименование                                                                                                                                                   | Сумма       |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2021 | Налог на прибыль                                                                                                                                               | 23 204 200р |
| 2021 | Налог на имущество организаций                                                                                                                                 | 720 920р    |
| 2021 | Страховые взносы на обязательное медицинское страхование работающего населения, зачисляемые в бюджет Федерального фонда обязательного медицинского страхования | 13 980 000р |
| 2021 | Страховые и другие взносы на обязательное пенсионное страхование, зачисляемые в Пенсионный фонд Российской Федерации                                           | 54 610 300р |
| 2021 | Налог на добавленную стоимость                                                                                                                                 | 55 789 200р |
| 2021 | Страховые взносы на обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством                                        | 4 456 560р  |
| 2021 | Транспортный налог                                                                                                                                             | 180 200р    |
| 2021 | Земельный налог                                                                                                                                                | 0р          |
| 2021 | Налог на добычу полезных ископаемых                                                                                                                            | 180 300р    |
| 2021 | НЕНАЛОГОВЫЕ ДОХОДЫ, администрируемые налоговыми органами                                                                                                       | 0р          |

В таблице 5 приведены сведения о доходах и расходах от 09.04.2022

Таблица 5 – Расходы и доходы порта Певек

| Год  | Доходы        | Расходы      | Доходы-Расходы |
|------|---------------|--------------|----------------|
| 2020 | 653 758 000 р | 572 962 00 р | 80 796 000 р   |

Таким образом, можно сделать вывод, что товарооборот достаточно большой и порт является очень значимым в экономическом плане. Поэтому



необходимо вовремя проводить работы по обеспечению прокладки ледовых трасс с помощью ледоколов, чтобы транспортные суда могли без всяких проблем добраться до него.

Вывод: В данной главе были рассмотрены арктические порты, их характеристики, местоположение, влияние на экономические отношения.

## 2 Геоинформационные инструменты

### 2.1 Геоинформационная открытая платформа (ГИОП) погодных условий

Из-за особенностей климата в Арктических зонах России, безопасность судоходства зависит от ледовой обстановки. Арктические порты являются одним из проблемных, а может быть и самым проблемным элементом инфраструктуры морской транспортной системы. Сейчас, во время развития Арктической зоны РФ, в которой находится большое количество энергетических ресурсов, металлов, минеральных удобрений и леса. И единственным видом перевозок из одного места в другое является судоходство. Для безопасного передвижения судна необходимо все время следить за обстановкой ледового покрова в водных акваториях. Сейчас существуют ледоколы, которые прокладывают путь для судов, когда все затянуто льдами, но толщина может быть такой, что и ледокол не справиться. Поэтому, для мониторинга ледовой обстановки есть множество средств, некоторые из них будут представлены далее.

Earth является визуализацией глобальных погодных условий, которые были спрогнозированные с помощью суперкомпьютеров. Информация, которая отображается на карте, обновляется каждые три часа, что позволяет более точно следить за погодной обстановкой. Так же, каждые три часа обновляются данные по океаническим волнам. Далее будет рассмотрена ГИОП более подробно.

На рисунке 2.1.1 изображен общий вид интерфейса, с помощью которого проводятся все необходимые манипуляции по выбору нужных функций.

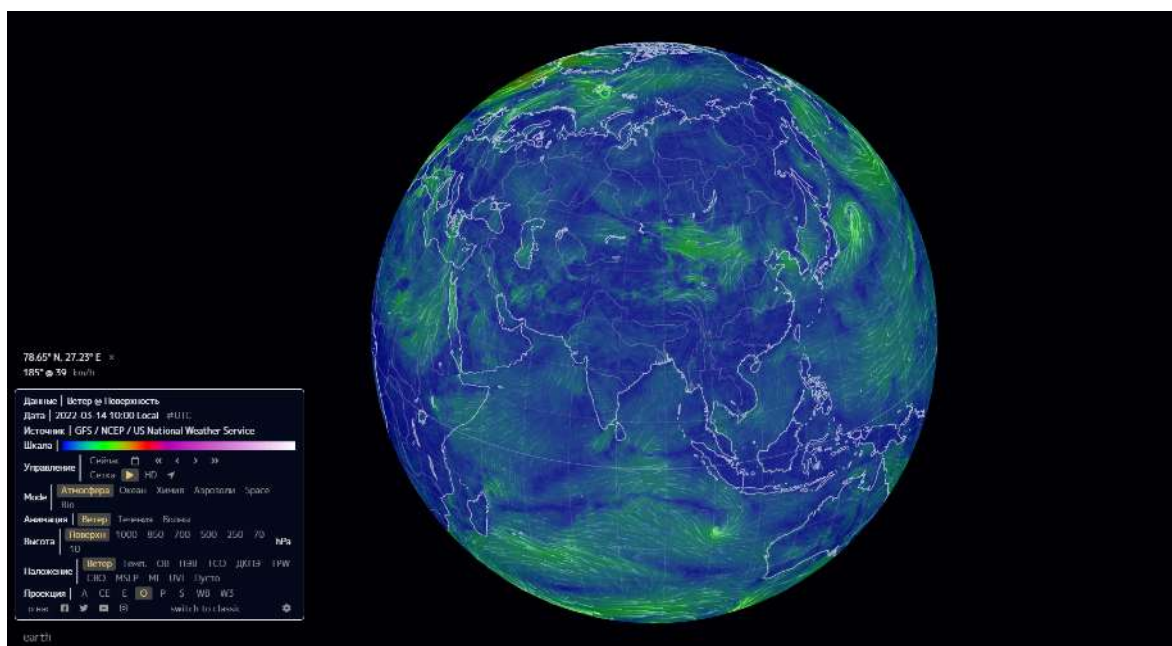


Рис.2.1.1 – Общий вид интерфейса

Чтобы открыть меню параметров, как показано на рисунке 2.1.1 необходимо нажать на слово earth в нижнем левом углу. Выбрав нужный пункт, будет доступна соответствующая информация.

«Данные» Здесь по умолчанию используется Ветер @ Поверхность, что дает информацию о потоках ветра.

«Дата» Показывает время и дату, которая соответствует изображению на карте. В случае необходимости ее так же можно менять.

«Источник» Предоставляется информация, откуда были взяты снимки.

«Шкала» Цветовая шкала температур.

«Управление» Данный пункт позволяет выбирать интересующую дату любого погодного явления.

«Mode» В этом пункте есть несколько параметров. Атмосфера, океан, химия, аэрозоли, space (космос), Bio (Biology Mode).

«Анимация» В данном пункте так же имеются параметры для выбора. Это ветер, течения, волны.

«Высота» можно выбрать разные высоты над поверхностью.

«Наложение» В этом пункте можно выбрать ветер, температуру, ОВ (относительная влажность), ПЭВ (мгновенная плотность энергии ветра), ТСО (трехчасовые суммы осадков).

«**Проекция**» С помощью этого пункта можно рассмотреть планету в разных проекциях.

При выборе раздела **Океан**, в пункте **Mode**, визуализация карты меняется, так как теперь, в пункте **Наложение**, разделы меняются на те, которые нужны для изучения свойств океана, в данном случае это направление ветра и температура поверхности моря, как показано на рисунке 2.1.2.

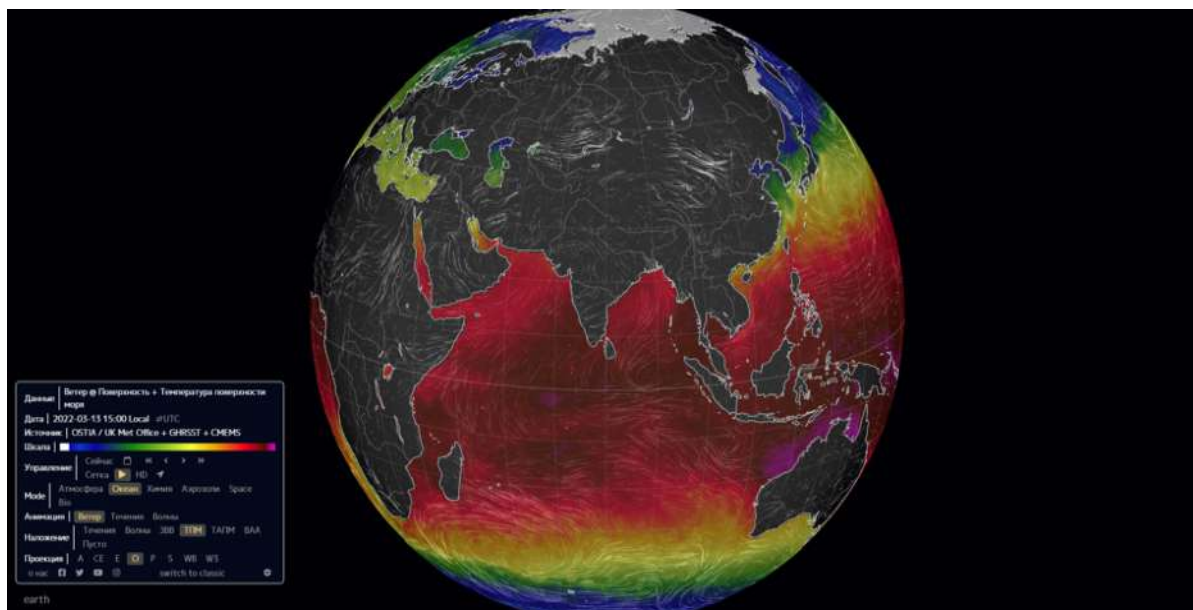


Рис.2.1.2 – Температура поверхности моря

Так же в данном параметре появились такие пункты, как течения, позволяющие узнать направление течений; волны, дающие информацию, на сколько большие волны в любой области; ТПМ (температура поверхности моря, позволяющий определить температуру водных акваторий; ТАПМ (температурные аномалии поверхности моря). Так как отдельного параметра со льдами нет, будет выбран пункт **ТПМ**. Так же, так как в основном дрейф льдов происходит благодаря ветру, в пункте **Анимация**, будет выбран параметр **Ветер**.

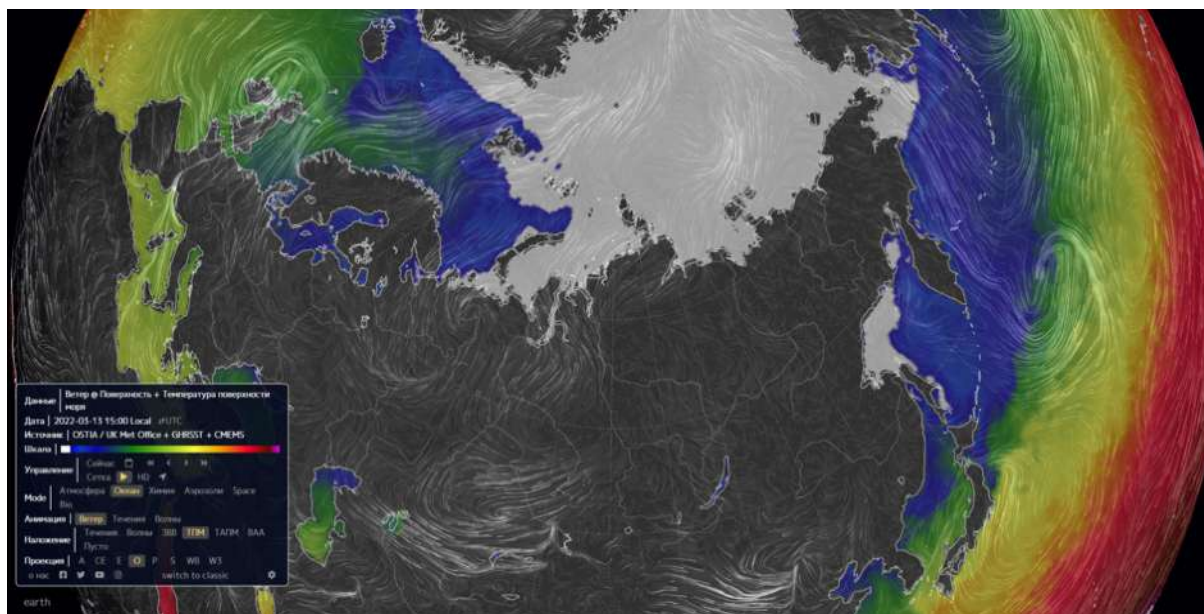


Рис.2.1.3. – ТПИМ Арктической зоны.

На рисунке 2.1.3 серым цветом обозначается водная акватория покрытая льдом. Эти данные предоставлены за 13.03.2022 год. С помощью данного инструмента видно, что от Новой Земли до Чукотского моря вода покрыта льдами. Для того, чтобы проследить наименьшее количество льда выбирается дата 29.08.2021 год, как показано на рисунке 2.1.4.

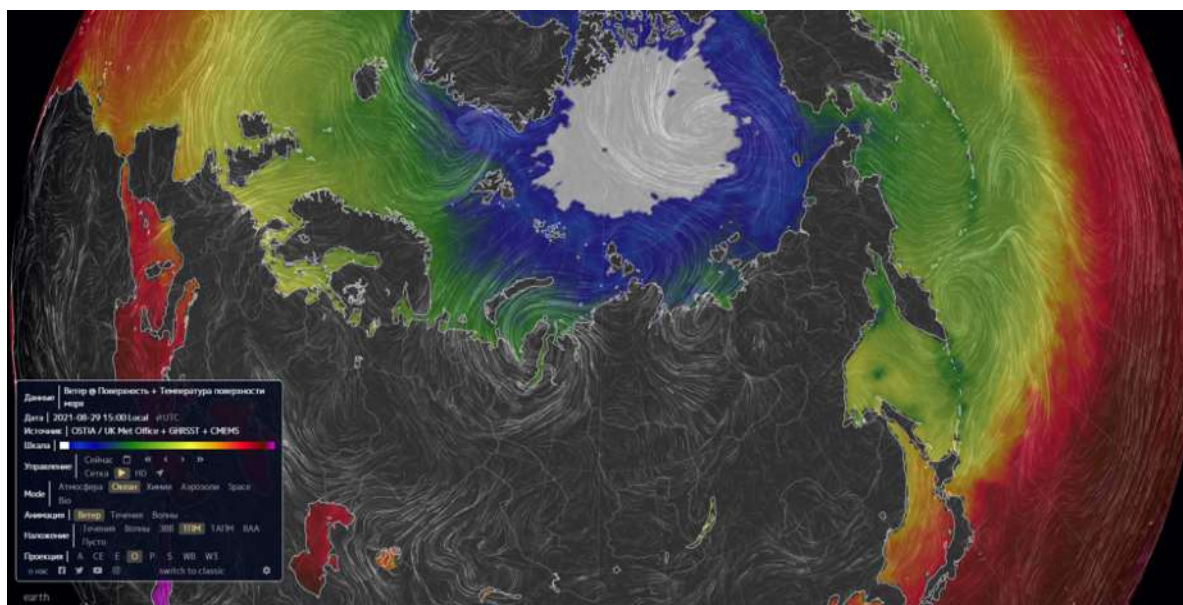


Рис.2.1.4 – Данные по льдам за 29.08.2021 г.

Данная дата была выбрана потому, что наименьшее количество льда приходилось на это время. Из этого можно сделать вывод, что лед, который находится севернее, является многолетним, так как он не растаял. Данная



информация является важной для судоходства, ведь большую опасность представляет многолетний лед, он является более толстым, что может повредить судно. Сейчас для прокладки путей используются ледоколы, но лед может достигать такой толщины, что ледокол не справится. Так же благодаря данным по льду, открываются пути в более высоких широтах, что позволит совершать путь намного быстрее.

Опустившись южнее в Индийский океан и выбрав точку на карте, в левом нижнем углу, если убрать меню карты, нажав на слово earth, появятся данные о выбранном месте, как показано на рисунке 2.1.5.

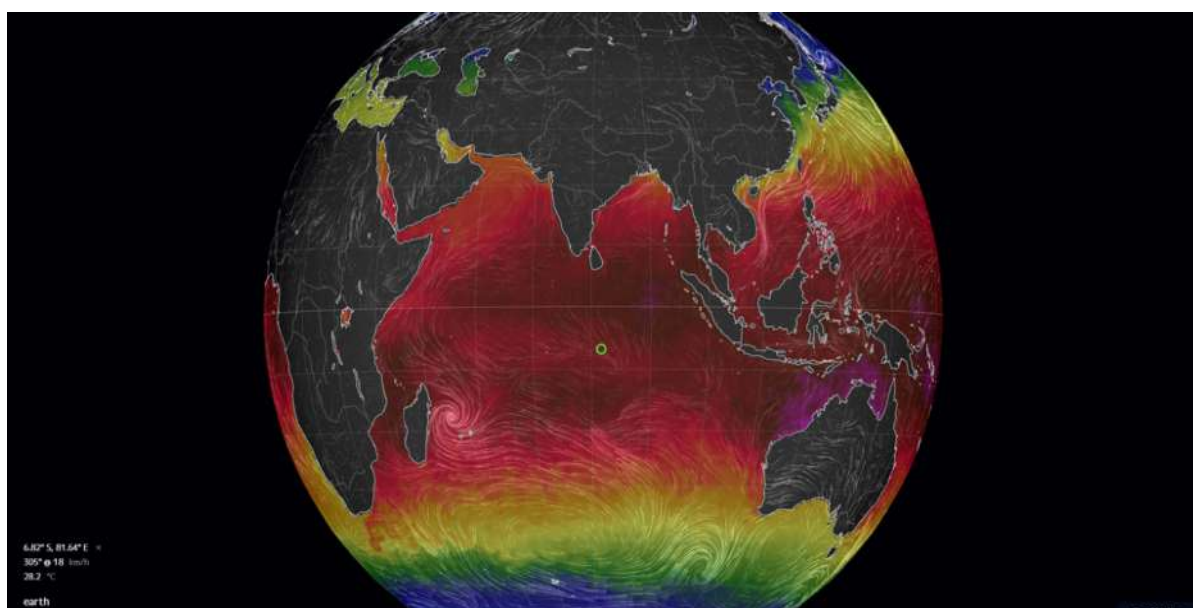


Рис.2.1.5 – Индийский океан.

По этим данным видно, что скорость течения составляет 18 километров в час, а температура в выбранной точке 28.2 градуса по Цельсию.

Выбрав в пункте **Mode** параметр **Химия**, можно увидеть углекислый газ на поверхности рисунок 2.1.6.



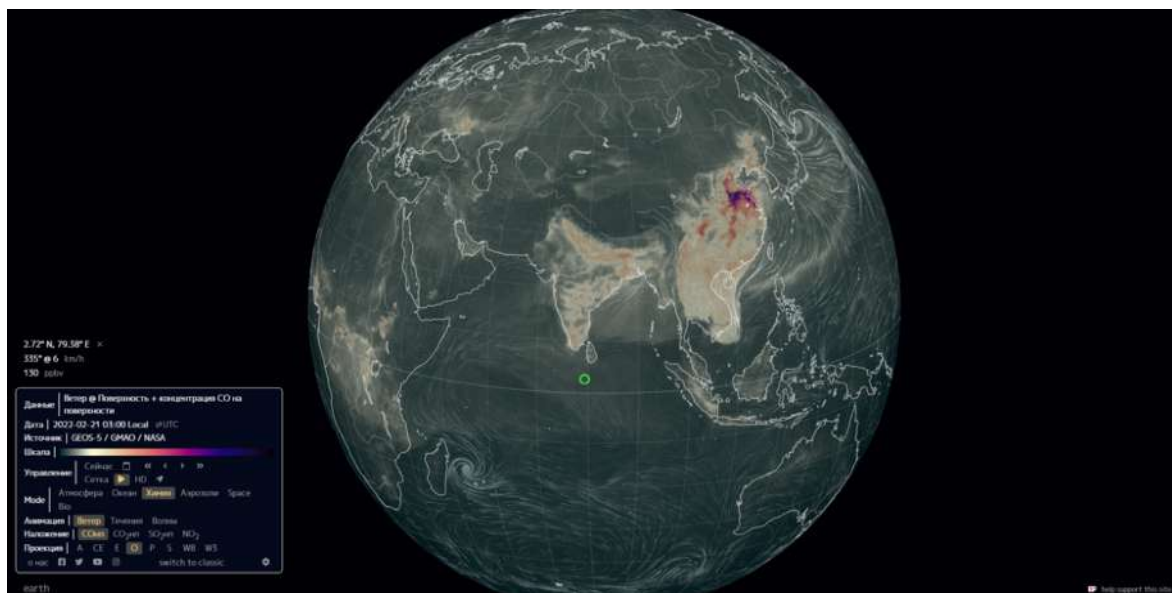


Рис.2.1.6 – Углекислый газ на поверхности

Так же есть параметры SO<sub>2</sub> (оксид серы) и NO<sub>2</sub> (оксид азота). С помощью данной программы можно мониторить выброс вредных веществ в атмосферу. Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. Сегодня, наиболее крупным источником выбросов в атмосферу газовых выбросов — оксидов серы (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), азота NO<sub>x</sub>, а также оксидов углерода (CO, CO<sub>2</sub>) — является энергетика. На долю ТЭЦ и ДЭС приходится около 60 % дымовых газовых выбросов (и в том числе NO<sub>x</sub>) от общего поступления оксидов азота в атмосферу.

Выбрав параметр Аэрозоли, в пункте Mode для выбора анимации станут доступны пыль, PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub> и другие частицы в воздухе, как показано на рисунке 2.1.7.

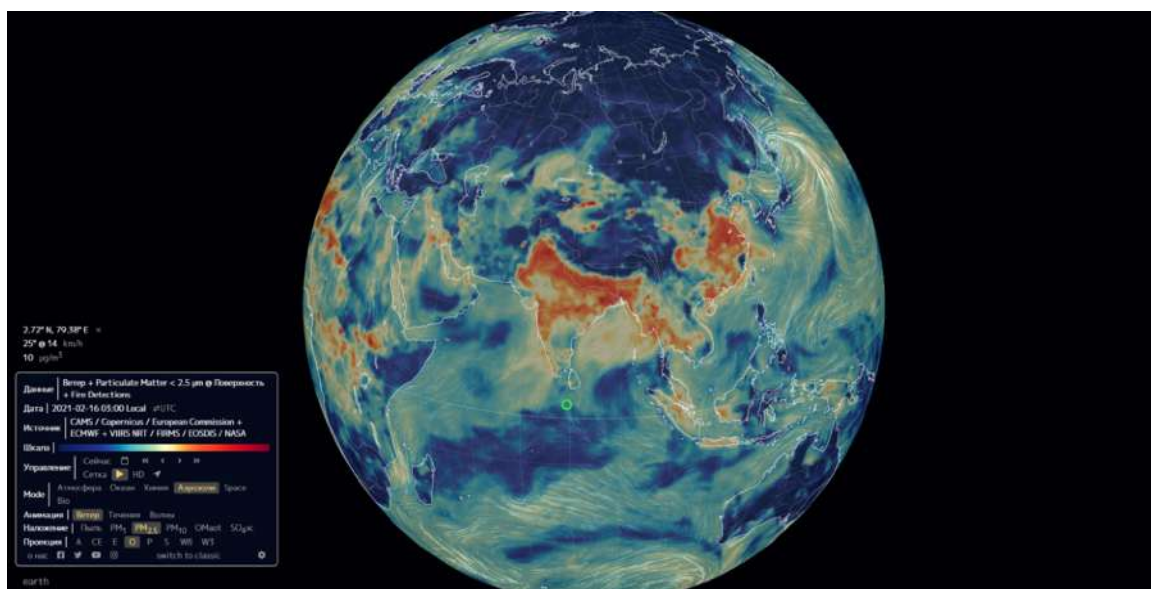


Рис.2.1.7 – РМ 2.5 атмосфере

РМ 2.5 — они являются очень маленькими веществами, размер которых составляет от 0,001 до 2,5 микрометра (мкм), которые чаще всего находятся в воздухе. Для того чтобы существовало очевидно, подобные масштабы — данное значительно тоньше человеческого волоса (его слой Сорок-120 мкм), менее кровяного эритроцита (его поперечник — 7 мкм). Кроме того закрепляются наиболее большие частички во атмосфере, величиной 0-Десяти мкм — они именуются РМ Десяти. РМ — данное неполное британское Particulate Matter — жесткие частички. Значимость РМ2.5 также РМ10 обуславливается во весе — число единица в кубичный единица (мкг/м³).

Перейдя на вкладку Bio, и открыв пункт Fires, будет доступна карта активных пожаров в реальном времени. При изменении даты, данные не будут показываться, так как показаны только пожары, которые действуют в данный момент, как показано на рисунке 2.1.8.

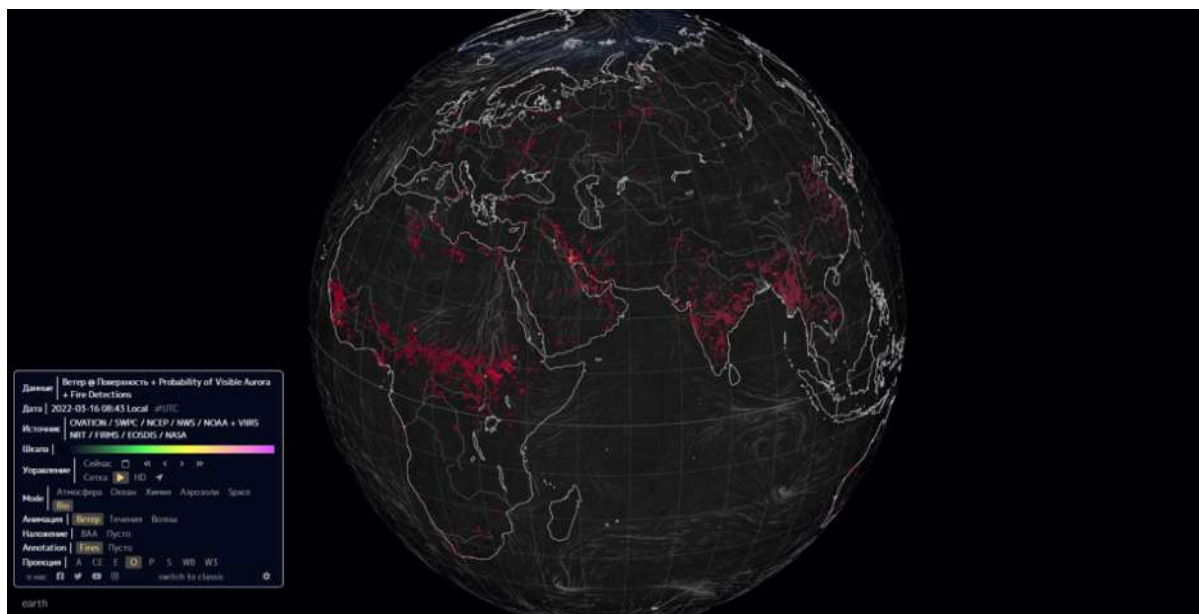


Рис.2.1.8 – Карта пожаров

Таким образом, с помощью данной ГИОП, можно не только проследивать такие явления погоды, как ветер, течения, волны, льды, но так же всякие химические процессы в атмосфере, по типу загрязненных выбросов частиц и производственной пыли, которые пагубно влияют на здоровье человека. Так же имеется карта активных пожаров, что может помочь в выявлении очагов воспламенения. Данная платформа является удобной и будет использована дальше как инструмент по мониторингу ледовой обстановки.

## 2.2 Платформа по отслеживанию судов и морской разведке

Marine Traffic являются одним из ведущих поставщиков в мире, которые предоставляют информацию, по отслеживанию судов и морской разведке. Информация является легкодоступной. Благодаря базам данных, собранным со станций Ais, расположенных в прибрежной зоне, и спутниковым данным, которые дополняют информацию, ко всему этому применяются алгоритмы, которые дают информацию о судоходстве. С самого начала технология Ais использовалась для того чтобы обеспечить безопасность в плавании. Радары, установленные на судах, даже в хорошую погоду не всегда могут определить не большие плавательные средства. Тем более если в данный момент на море плохая погода, то видимость

практически нулевая. Но для радиоволн плохие погодные условия не являются помехой, поэтому и ночью, и в непогоду будут отображаться на оборудовании. С помощью данной технологии можно избежать столкновения. В настоящее время появилась еще одна сфера в которой применяются Ais технологии. Это отслеживание коммерческого трафика. Marine Traffic, в режиме реального времени, показывает движущиеся суда и информацию о них. Ее используют не только для того, чтобы корабли заранее знали местоположение друг друга, но и для:

- отслеживания перемещения своих судов транспортными компаниями;
- возможности контроля заказчиком перевозки морских грузов;
- как вспомогательное средство для государственных служб, следящих за безопасностью прибрежных вод;
- для спасения экипажа в экстренных ситуациях.

Спустя время, когда данная технология стала набирать популярность по всему миру, стали устанавливаться буи, которые ретранслируют Ais сигнал. Датчики устанавливаются на плавучих станциях, на берегу и даже на космических станциях. С помощью этого любой сигнал, даже самый слабый будет виден на радарх проплывающих судов.

Данная компания имеет главные офисы в Великобритании, Греции и Сингапуре и она стремительно расширяется. Общий вид платформы представлен на рисунке 2.2.1.



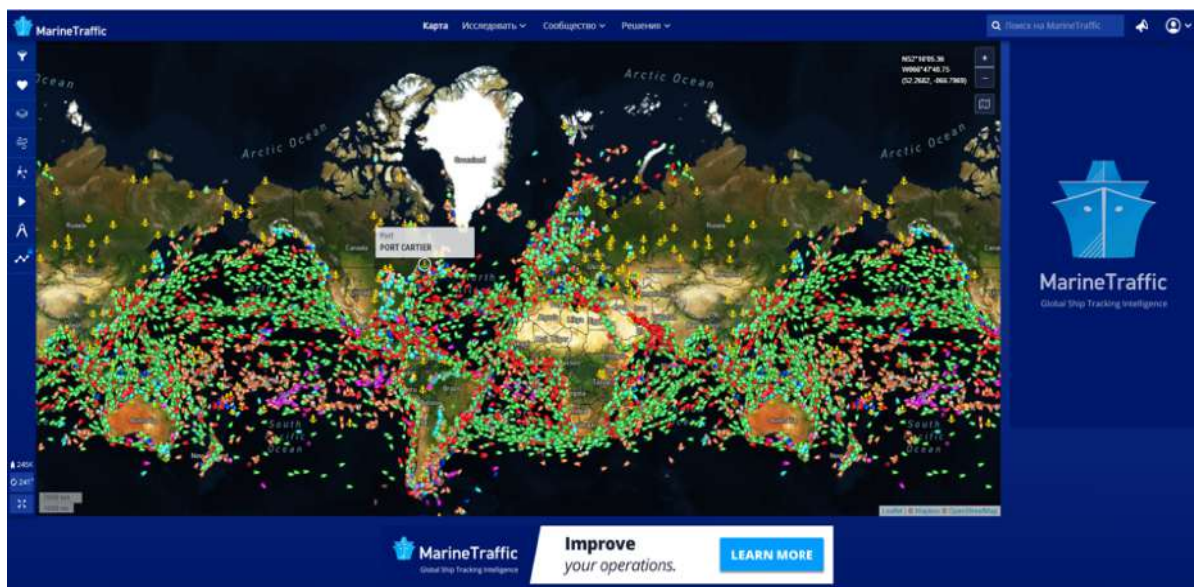


Рис.2.2.1 – Общий вид платформы Marine Traffic

На данной платформе представлена мировая карта, на которой обозначены все порты и суда, которые есть на данный момент. Данный сайт является не полностью бесплатным, для доступа ко всем разделам, необходима оплата. В левом верхнем углу расположено меню данной платформы. Первым пунктом расположены фильтры, для удобства отслеживания объекта. Рисунок 2.2.2

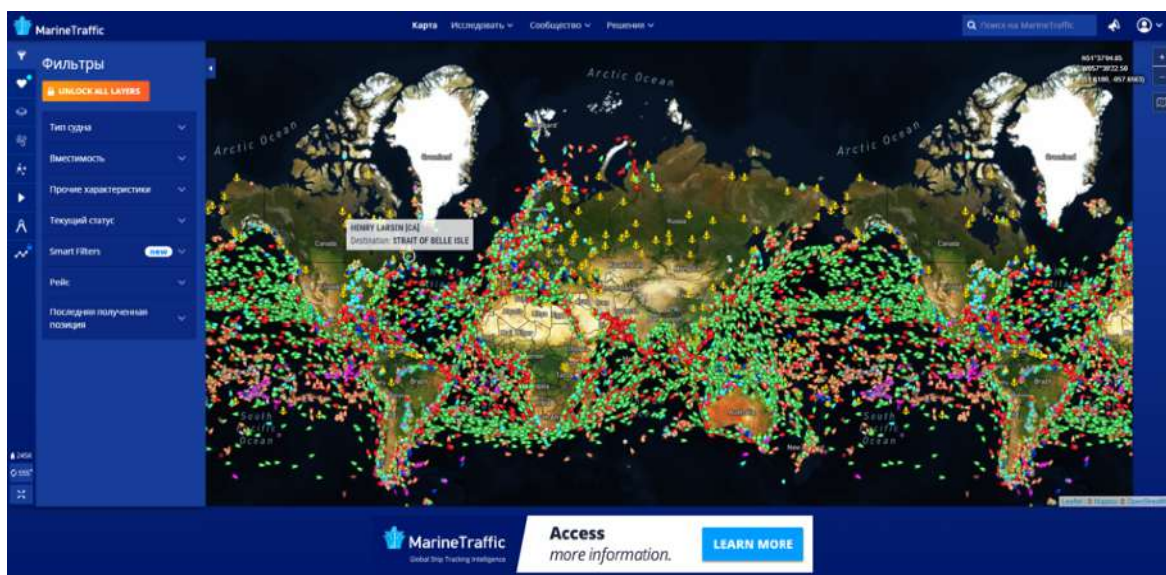


Рис.2.2.2 – Меню с фильтрами Marine Traffic

В первом пункте находится тип судна, открыв вкладку можно поставить галочку напротив интересующего объекта. Здесь представлены и рыбные суда, и танкеры, и высокоскоростные катера и многие другие

объекты. Каждый тип судна помечен определенным цветом, чтобы было легче идентифицировать его на карте. Таблица 6

Таблица 6 – Типы судов на карте

| Тип судна               | В<br>пути                                                                             | На якорю                                                                              |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Грузовое судно          |    |    |
| Танкер                  |    |    |
| Пассажирский лайнер     |    |    |
| Быстроходное судно      |    |    |
| Буксирное судно, лоцман |    |    |
| Рыболовное судно        |    |    |
| Яхты и др.              |  |  |
| Неопределенное судно    |  |  |
| Средства навигации      |  |  |

Вторым пунктом идет вместимость. Здесь сортировка происходит по характеристикам вместительности. Валовая вместимость, дедвейт, жидкий газ. Если компании необходимо судно, чтобы перевести какие то товары, можно указать во вкладке дедвейт, (дедвейт (англ. deadweight) — величина, равная сумме масс переменных грузов судна, измеряемая в тоннах, то есть сумма массы полезного груза, перевозимого судном, массы топлива, масла, технической и питьевой воды, массы пассажиров с багажом, экипажа и продовольствия) необходимую массу которое может перевозить судно, и тем самым найти нужную информацию, про данное судно.



Третьим пунктом идут прочие характеристики. В них входит год постройки и наибольшая длина. При необходимости можно отфильтровать суда по дате постройки.

Четвертый пункт это текущий статус судна. Отсортировать и показать какие суда сейчас на ходу, а какие на якоре. Так же есть пункты: в балласте, частично загружен, загружен и текущая скорость.

Smart Filters является новой функцией, и, чтобы воспользоваться ею необходима оплата, поэтому этот пункт рассмотрен не будет.

Следующая вкладка Мои флоты, здесь с помощью ползунка можно включать и отключать отображение судов на карте. Рисунок 2.2.3.

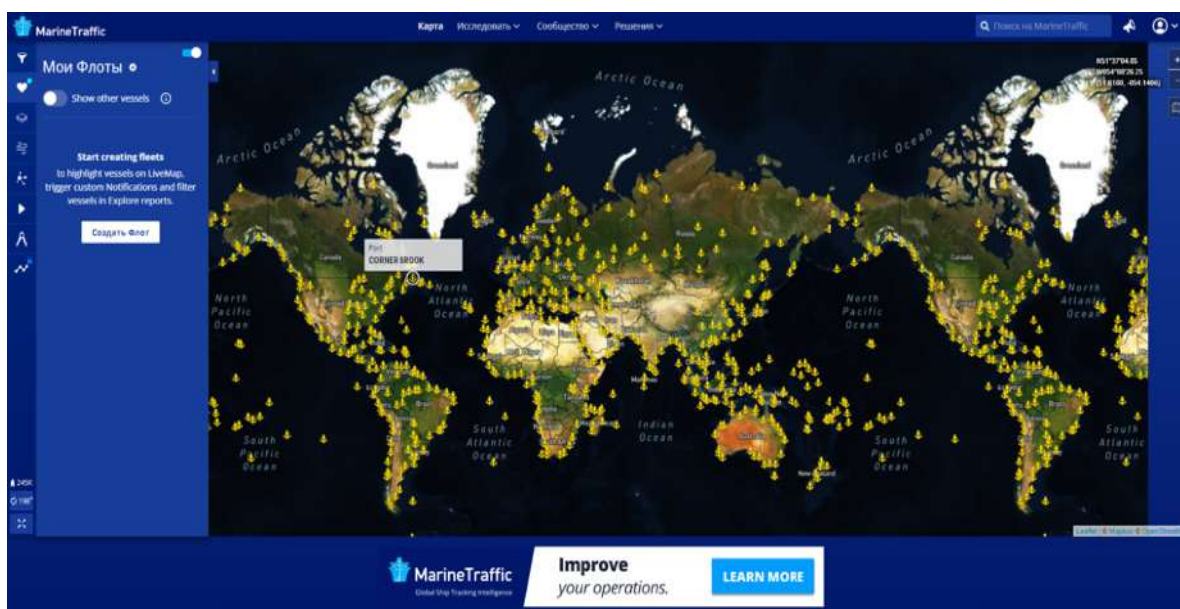


Рис.2.2.3 – Карта с выключенным отображением судов.

В пункте «тип карты» можно выбрать, как будет отображаться карта, сейчас выбрана карта со спутника. Стандартный тип карты представлен на рисунке 2.2.4.

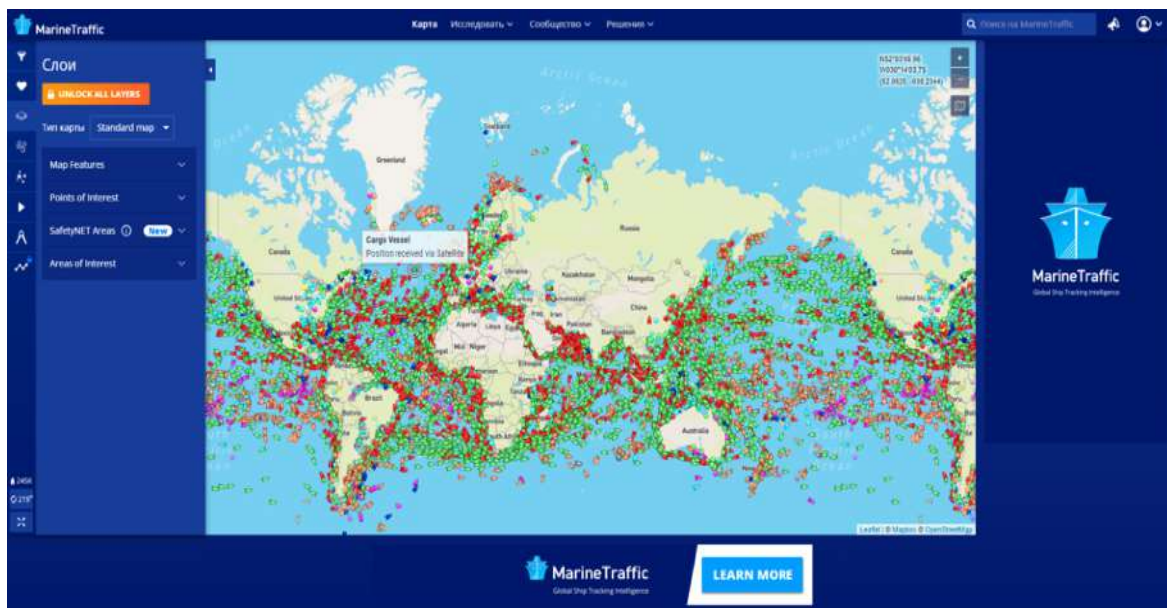


Рис 2.2.4 – Стандартный вид карты

Но так как вид карты со спутника дает больше информации, будет использована именно она. Так же здесь присутствует пункт Map Features (функции карты). Поставив галочку напротив пункта показать имена судов, на карте будет отображаться название интересующего нас судна. А если нажать на само судно, то можно получить куда больше информации, пример представлен на рисунке 2.2.5.

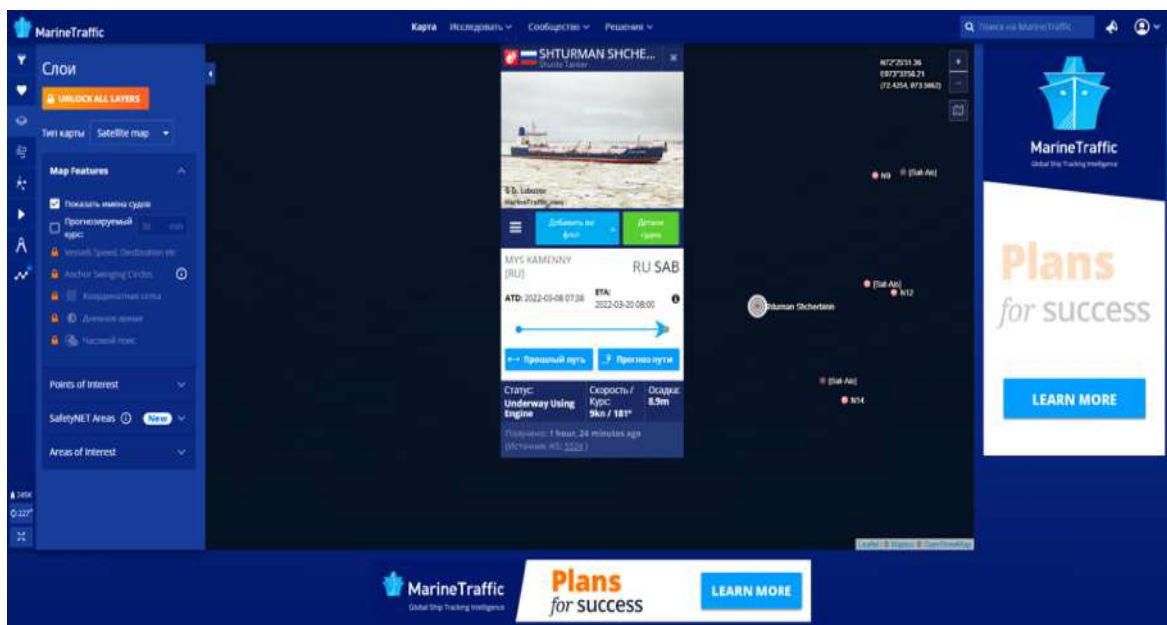


Рис.2.2.5 – Информация о судне

Но так как в бесплатной версии программы доступны не все функции, то не все суда можно идентифицировать. Если необходимо узнать больше

информации по данному судну, необходимо нажать на кнопку детали судна, тогда откроется страница, где будет детально описано все про данный объект. Что за судно, откуда оно держит путь, какой тип, оставшееся расстояние и многое другое. Но и здесь для бесплатного использования доступна лишь часть информации. Рисунок 2.2.6

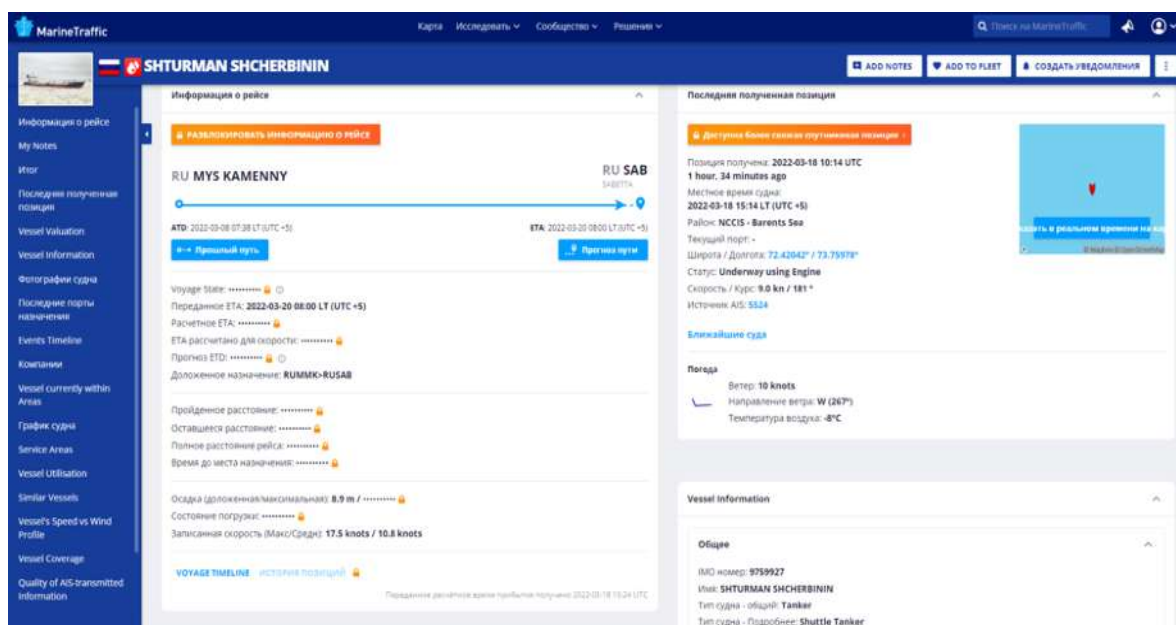


Рис.2.2.6 – Подробная информация о судне Shturman shcherbinn

Так же предоставлена информация о компании, владеющей судном, при необходимости с ней можно связаться.

Следующий пункт во вкладке слои это points of interest (достопримечательности). Здесь можно выбрать, что будет отображаться на карте: порты, пристани для яхт, станции, огни и знаки фотографии. Нажав на интересующий объект, информация будет выведена на экран, как это было с судном, рисунок 2.2.7.

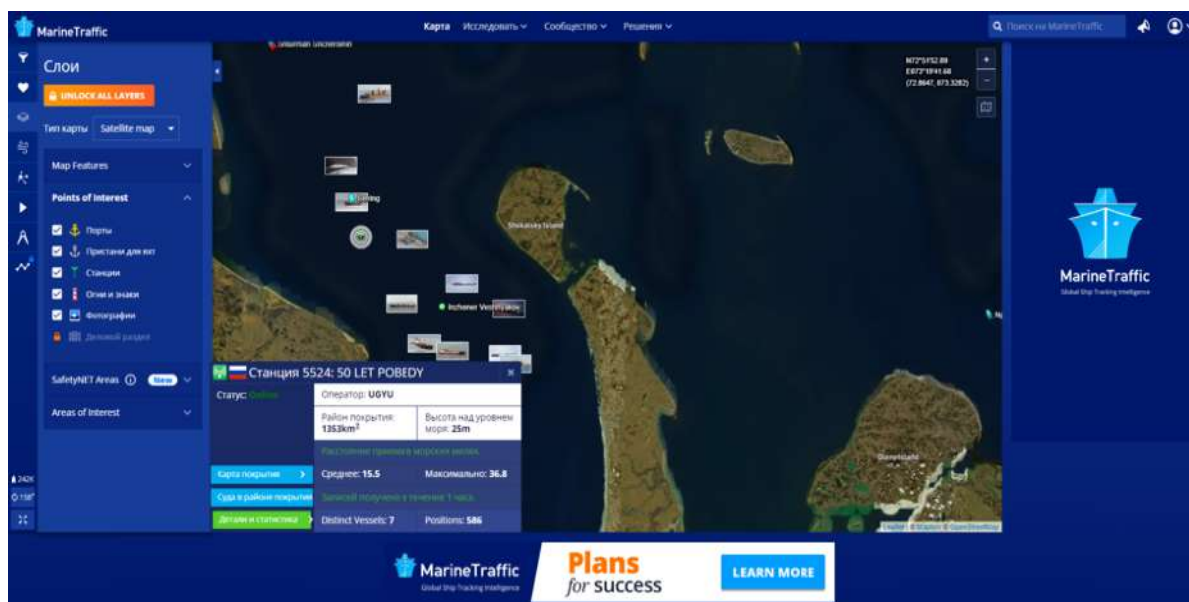


Рис.2.2.7 – Информация по станции

Далее переходим на вкладку погодные карты. Здесь информация закрыта, так как чтобы ее получить, необходима плата. Но рассмотреть пункты можно. Единственное, что является бесплатным это флажки ветра, то есть направление ветра и его скорость. Рисунок 2.2.8

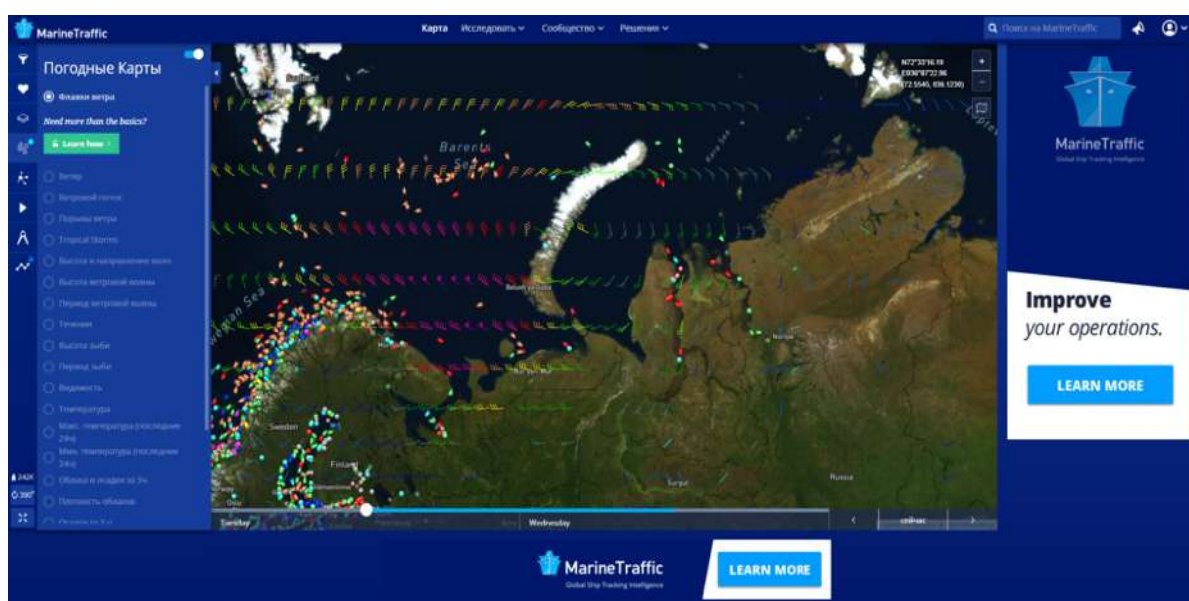


Рис. 2.2.8 – Погодная карта

Информация о погоде всегда была жизненно важной для обеспечения безопасности и эффективной работы морских отраслей экономики, особенно транспорта и рыболовного промысла. В начале двадцатого века радиотелеграфная связь позволила обеспечить регулярную связь между

судном и берегом, и началась передача по радио метеорологических сводок для судов. Первая Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (Конвенция СОЛАС) призвала транслировать по радио информацию о погоде на акваторию всех судоходных морских путей и рыбопромысловых районов; правительства согласились разделить ответственность за проведение этих радиопередач по океаническим районам. Всемирная служба Международной морской организации (ИМО)/ВМО метеорологической и океанографической информации и предупреждений (ВСМОИП) обеспечивает равномерное покрытие прогнозами и предупреждениями судов, пересекающих океаны. Полярный кодекс ИМО предоставляет дополнительные руководящие указания по предоставлению соответствующего морского метеорологического обслуживания и информации о состоянии морского льда в целях поддержки безопасности судоходства в полярных водах.. В данной вкладке, помимо ветра, его порывов есть так же видимость, благодаря которой можно узнать, как далеко из-за погодных условий можно увидеть ту или иную цель, облака и осадки, плотность облаков и осадки за 3 часа.

Выбрав вкладку исследователь вверху карты, а затем суда, откроется большая база данных всех судов, о которых есть информация. Здесь можно найти интересующее судно, отфильтровать их так как необходимо и многое другое. Так же напротив каждого судна имеется информация по нему и соответственно нажав на интересующее судно откроется подробнейшая информация. Рисунок 2.2.9



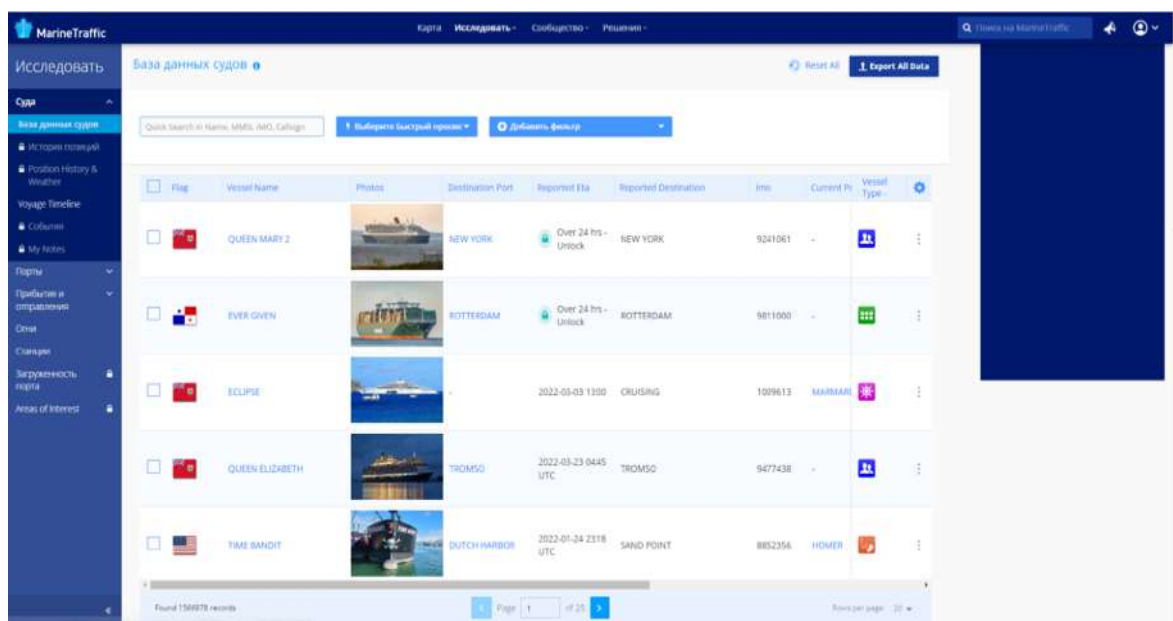


Рис.2.2.9 – База данных судов

В нынешнее время практически все корабли оснащены автоматической идентификационной системой АИС, которая позволяет отследить судно и избежать столкновения кораблей. На каком же максимальном расстоянии можно отследить судно на карте? Все зависит от высоты антенны, расположенной на самом корабле и на ближайшей станции на суше. Обычные станции АИС покрывают диапазон около 40 морских миль (около 75 км). В некоторых случаях, местоположение корабля можно отследить и на расстоянии 200 миль, а это, много не мало, 370 км. Но это в случае, если станция АИС расположена высоко над уровнем моря, например на горе, и сам корабль оснащен хорошей антенной. Таким образом, любой желающий может отследить судно онлайн с помощью сервиса Marinetraffic.

Так же во вкладке исследователь, выбрав пункт порты, будет предоставлена база данных всех портов, так же как и с судами. Вся информация, которая является бесплатной так же доступна, пример на рисунке 2.2.10.



| Country | Port      | UN/LOC | Photos | Vessels in Port | Departures (last 24hrs) | Arrivals (last 24hrs) | Expected Arrivals | Local Time           | Related Anchorage |
|---------|-----------|--------|--------|-----------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|         | SHANGHAI  | CNSHG  |        | 2297            | 628                     | 619                   | 451               | 2022-09-22 07:40 UTC | Qin               |
|         | ZHOUSHAN  | CNZDS  |        | 1607            | 719                     | 517                   | 323               | 2022-09-22 07:40 UTC | ZHOUSHAN ANCH     |
|         | NANJING   | CNNKG  |        | 1206            | 303                     | 633                   | 132               | 2022-09-22 07:40 UTC | Unknown           |
|         | NANTONG   | CNNTG  |        | 1073            | 592                     | 557                   | 209               | 2022-09-22 07:40 UTC | NANTONG ANCH      |
|         | SINGAPORE | SGSIN  |        | 1055            | 1560                    | 1568                  | 1011              | 2022-09-22 07:40 UTC | SINGAPORE ANCH    |

Рис.2.2.10 – База данных портов

Таким образом, можно сделать вывод, что Marine Traffic является достаточно хорошей платформой по отслеживанию судов и морской разведке. Даже для бесплатного пользования доступны многие функции, которые помогут в исследовании интересующих нас судов или портов. Для большего функционала следует заплатить за подписку и тогда можно будет не только следить за судами, но и так же мониторить погоду на пути следования. Данная платформа будет использоваться в дальнейшем при работе с портами и мониторингу ледовой обстановки. В данной программе есть возможность установки собственной АИС станции, для это необходимо заполнить документ и отправить его, пример на рисунке 2.2.11

Рис.2.2.11 – Установка АИС станции

Здесь заполняется некоторая информация, с помощью которой специалисты в дальнейшем будут ориентироваться для подбора вам нужного оборудования.

Так же в данном разделе есть уже существующие станции, с которыми можно познакомиться, пример на рисунке 2.2.12.

| Country                                 | Place/Station Name                      | Station ID | Status       | Last Signal          | Availability (%) | Max Distance | Average Distance | Area Covered          |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------|--------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------------|
| South Africa                            | Handorp, Africa                         | 6610       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 48.2 NM      | 30.7 NM          | 984 km <sup>2</sup>   |
| Ireland                                 | Froses, Ireland                         | 6608       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 19.1 NM      | 7.1 NM           | 246 km <sup>2</sup>   |
| Port Louis                              | Port Louis                              | 6602       | LOW COVERAGE | 2022-05-12 11:24 UTC | 33.8%            | 3.3 NM       | 0.1 NM           | 246 km <sup>2</sup>   |
| OKINAWA, JAPAN                          | OKINAWA, JAPAN                          | 6601       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 86.8 NM      | 17.2 NM          | 3043 km <sup>2</sup>  |
| Cxará                                   | Cxará                                   | 6599       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 17.7 NM      | 16.9 NM          | 123 km <sup>2</sup>   |
| Valencia                                | Valencia                                | 6592       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 97.2%            | 194.6 NM     | 43.7 NM          | 2706 km <sup>2</sup>  |
| Kakadu National Park                    | Kakadu National Park                    | 6590       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 30.0 NM      | 13.7 NM          | 492 km <sup>2</sup>   |
| Swarthout                               | Swarthout                               | 6589       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 96.7%            | 21.5 NM      | 2.8 NM           | 246 km <sup>2</sup>   |
| Dubai                                   | Dubai                                   | 6583       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 354.4 NM     | 91.1 NM          | 34563 km <sup>2</sup> |
| Masuku                                  | Masuku                                  | 6580       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 11.0 NM      | 5.4 NM           | 738 km <sup>2</sup>   |
| San Fernando                            | San Fernando                            | 6577       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 113.3 NM     | 27.2 NM          | 5904 km <sup>2</sup>  |
| Cape Canaveral                          | Cape Canaveral                          | 6576       | LOW COVERAGE | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 1.9 NM       | 1.3 NM           | 123 km <sup>2</sup>   |
| MUNDO MARINO DENIA                      | MUNDO MARINO DENIA                      | 6575       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 97.8%            | 20.5 NM      | 2.4 NM           | 1107 km <sup>2</sup>  |
| John's Island                           | John's Island                           | 6571       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 99.6%            | 14.6 NM      | 5.1 NM           | 492 km <sup>2</sup>   |
| Quebec, Canada                          | Quebec, Canada                          | 6570       | LOW COVERAGE | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 4.5 NM       | 4.1 NM           | 123 km <sup>2</sup>   |
| Tanjung Bara, Sangatta, East Kalimantan | Tanjung Bara, Sangatta, East Kalimantan | 6567       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 99.8%            | 14.8 NM      | 3.4 NM           | 615 km <sup>2</sup>   |
| Swallow River, Tasmania                 | Swallow River, Tasmania                 | 6565       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 99.1%            | 22.0 NM      | 20.1 NM          | 246 km <sup>2</sup>   |
| Laguna                                  | Laguna                                  | 6562       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 100.0%           | 34.8 NM      | 8.0 NM           | 1845 km <sup>2</sup>  |
| Souda, Greece                           | Souda, Greece                           | 6560       | ONLINE       | 2022-05-12 11:24 UTC | 65.8%            | 14.7 NM      | 3.4 NM           | 492 km <sup>2</sup>   |

Рис.2.2.12 – Список доступных АИС станций

Здесь же доступен выбор по категориям. Можно выбрать страну, место, название станции. Все находится в открытой доступности, есть вариант выбрать частные станции. И напоследок хотелось бы отметить, что здесь

присутствует специальный раздел с компаниями. Специальный морской раздел дает возможность связываться с интересующими компаниями. Рисунок 2.2.13.

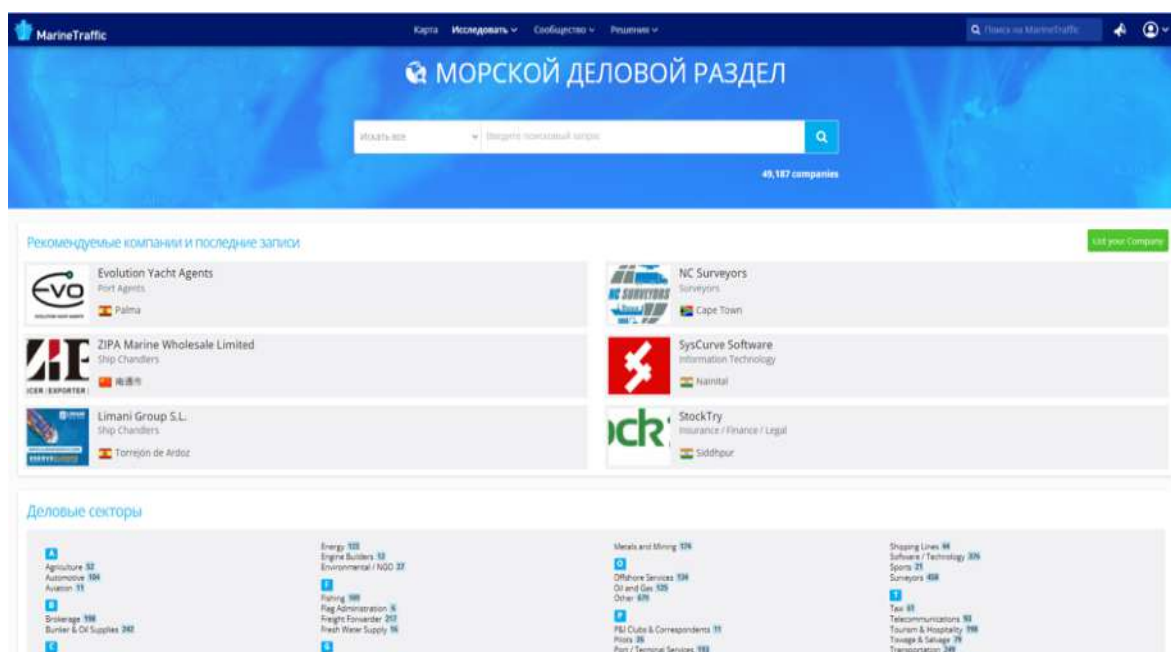


Рис.2.2.13 – Морской деловой раздел

Это позволит связаться с любой интересующей компанией, для ознакомления, или заключения сделки.

### 2.3 Геоинформационный инструмент для работы со спутниками

Land Viewer – это инструмент, который с помощью быстрых алгоритмов позволяет находить и анализировать снимки со спутников менее чем за 10 секунд.

Компания, которой принадлежит Land Viewer называется EOS Inc, что расшифровывается как Earth Observing System, то есть Система наблюдений за Землей. Данная компания была основана в 2015 году, и уже тогда занималась исследованиями по разработке систем за мониторингом поверхности Земли с помощью спутников.

Данная платформа дает в использование очень быстрый инструмент, который позволяет обрабатывать спутниковые снимки и аэрофотоснимки. В дополнение к этому она имеет очень большой набор различных фильтров и алгоритмов, которые позволяют анализировать данные любого масштаба. Общий вид платформы представлен на рисунке 2.3.1.

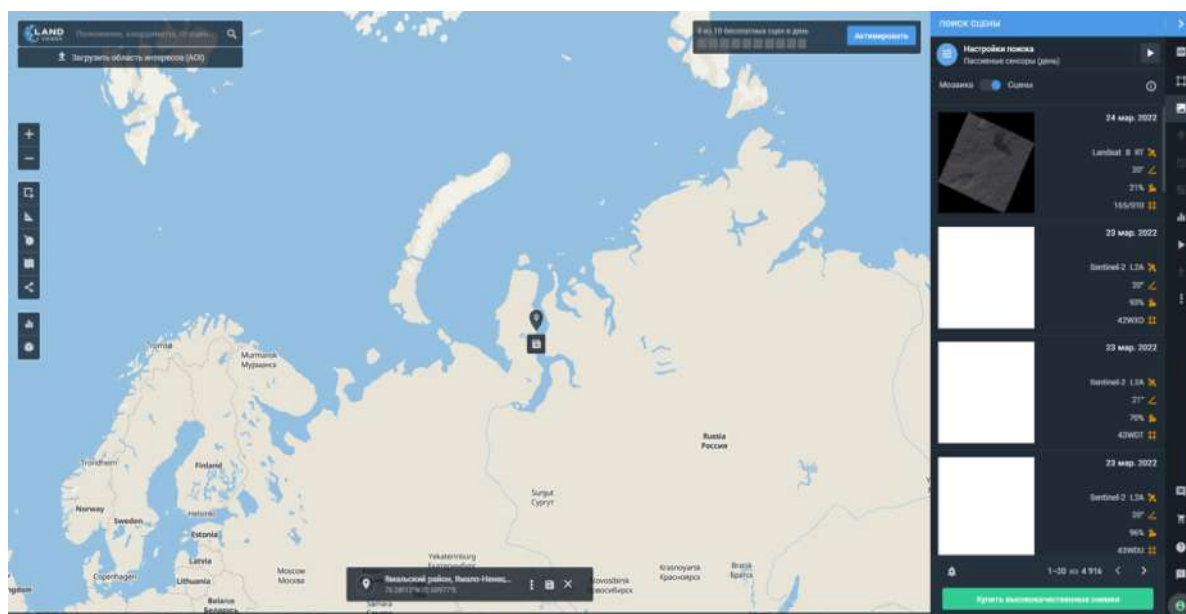


Рис.2.3.1 – Общий вид платформы Land Viewer

Как можно заметить в левой стороне расположены инструменты, позволяющие управлять интерактивной картой. Это кнопки приближения и отдаления, чтобы более детально рассмотреть тот или иной объект. Так же есть кнопка выделения квадрата, какой либо области, это позволяет выбрать определенную площадь, по которой в дальнейшем будут искаться спутниковые снимки. И измеритель расстояния, по сути, является обычной линейкой, только в масштабах карты. Справа же расположены сами снимки со спутников и различного рода фильтры. Открыв панель справа вверху «Настройки поиска» будет предоставлены фильтры по спутникам. Рисунок 2.3.2

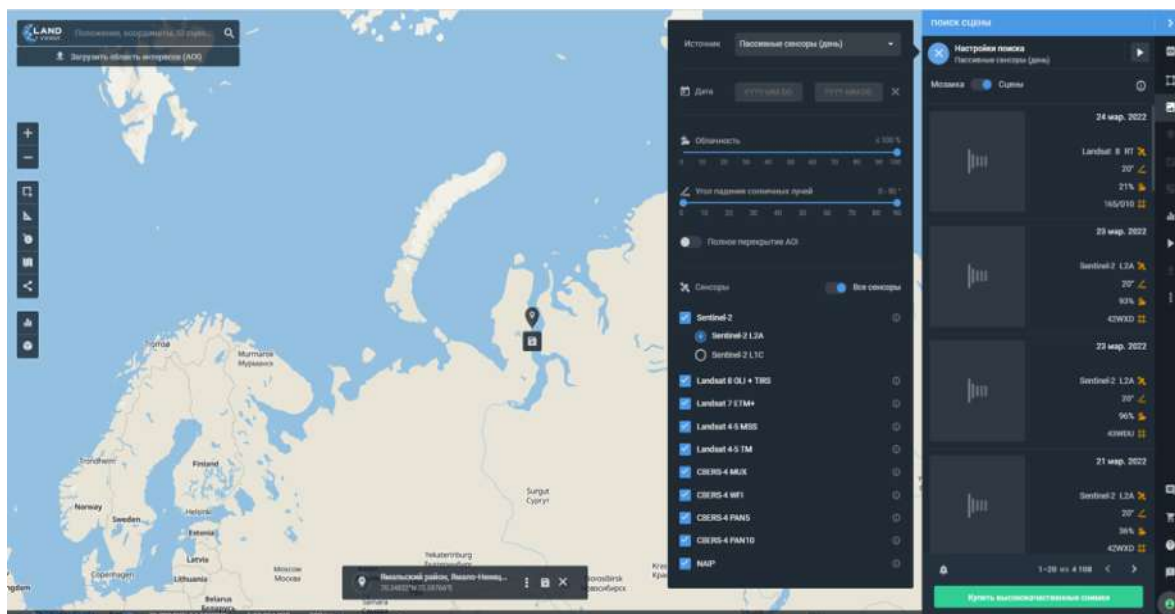


Рис. 2.3.2 – Фильтры по поиску снимков со спутника

Как видно на картинке, здесь достаточно много различных фильтров. Первым пунктом стоит выбор источников. Пассивные сенсоры (день), пассивные сенсоры (ночь), активные сенсоры и другое. Активные сенсоры испускают искусственное излучение, чтобы наблюдать за поверхностью Земли. Радары могут получать изображение напрямую, а вот радарные высотомеры и измерители рассеяния – нет. Спутники, которые имеют радар, используют короткие импульсы электромагнитного излучения в микроволновом диапазоне спектра, именно поэтому данные спутники не зависят от дневного света и им не мешают ни облака, ни туман, ни плохие погодные условия. Данные спутники измеряют импульсы радара, которые были отражены от земли, анализируют, насколько был интенсивен сигнал, чтобы после этого получить необходимую информацию о структуре земли.

Пассивные же сенсоры регистрируют солнечное излучение, которое отразилось от Земли, и так же тепловое излучение в видимой и инфракрасной частотах. Преимущества и недостатки активных сенсоров приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Преимущества и недостатки активных сенсоров

| Преимущества                                                                                                           | Недостатки                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Не зависят от погоды: искусственное микроволновое излучение может проникать сквозь облака, лёгкий дождь и снег.        | Мощность импульса в большинстве случаев мала, и подвержена помехам со стороны других источников излучения. |
| Не зависят от солнечного света: могут работать днём и ночью.                                                           |                                                                                                            |
| Радар проникает сквозь растительность и почву: можно получать информацию о приповерхностных слоях глубиной от мм до м. | Сигналы радара не несут спектральных характеристик.                                                        |
| Может давать информацию о влажности слоя почвы.                                                                        | Сложный и затратный анализ.                                                                                |
| Различные приложения: океанография, гидрология, геология, гляциология, сельское хозяйство и лесничество.               |                                                                                                            |

Так же в фильтрах можно выбрать дату, за которую были сделаны снимки со спутников. Все снимки, которые были сделаны в прошлом сохраняются в базе данных, так что если интересует достаточно давний снимок, скорей всего он будет предоставлен. Далее выбирается облачность и угол падения солнечных лучей. Облачность выставляется таким образом, чтобы не мешала обзору на спутниковых снимках, иначе будет ничего не разглядеть. Для примера возьмем любую область водной акватории, к примеру район около арктического порта Сабетта . Рисунок 2.3.3



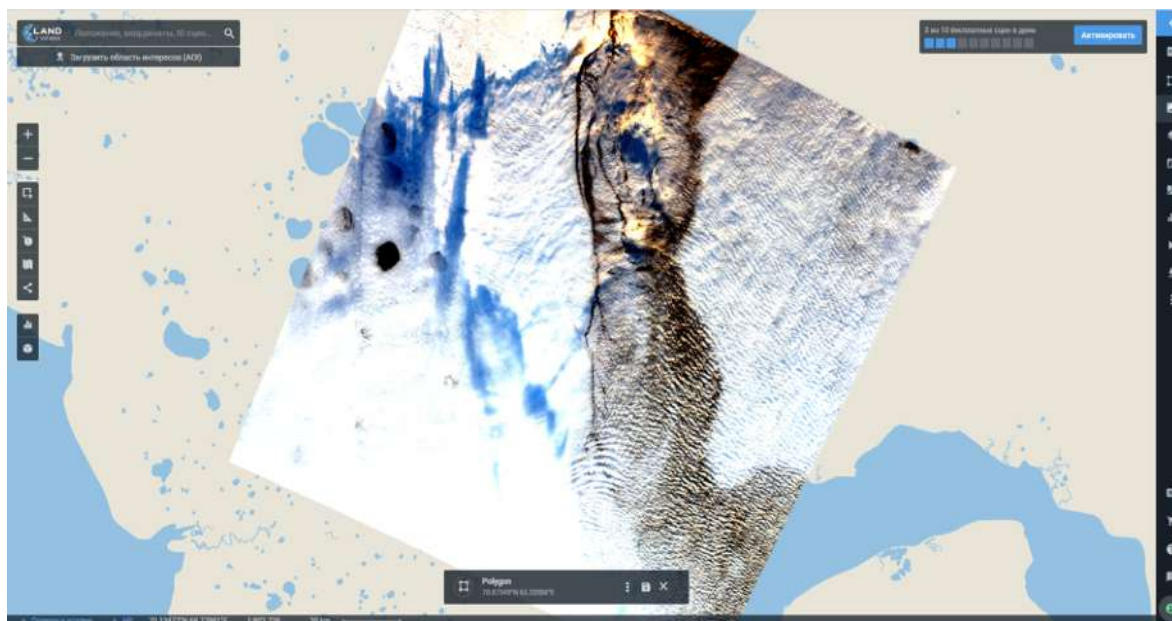


Рис 2.3.3 – Снимок со спутника вблизи порта Сабетта

Как видно со снимка, облачности практически нет и вся водная акватория покрыта льдом. Примерно такого типа снимки и будут использованы в дальнейшем изучении ледового покрова арктических портов.

Следующим, что можно выбрать в фильтрах это интересующие нас спутники. Обычно используются спутники Sentinel и Landsat. Сейчас немного поговорим об этих спутниках, чтобы понимать какие возможности они могут нам предоставить.

Sentinel – 2 это семейство спутников дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства, которое было создано в рамках проекта глобального мониторинга всей окружающей нас среде и безопасности под название «Коперник». Данные спутники используются как в промышленных, так и в военных целях. Сейчас же в большей степени в промышленных целях. С них проводят разведку на наличие пожаров спасательные службы, так же мониторят разного рода земельные ресурсы, воду, леса. Первый спутник Sentinel - 2A был запущен в 2015 году. Запуск второго спутника Sentinel 2B был в 2017 году. Фотография спутника приведена на рисунке 2.3.4.



Рис.2.3.4 – Модель спутника Sentinel – 2

Технические характеристики спутника

Масса данного спутника составляет 1140 килограмм. Размеры 3.4 x 1.8 x 2.35 м (при запуске). Мощность данного спутника составляем 1700 Вт.

Данный проект оснащен оптико – электронным мультиспектральным сенсором который позволяет снимать с разрешением от 10 до 60 м в видимой, ближней инфракрасной и коротковолновой инфракрасной зонах.

Теперь будут рассмотрены спутники Landsat – 8. Данный спутник является американским спутником дистанционного зондирования земли. Данный аппарат был выведен на орбиту 11 февраля 2013 года.

Данный спутник строили на базе платформы LEOSTAR – 3. После того, как в 2013 году был отключен Landsat – 5 единственным спутником, который остался, являлся Landsat – 7.

Основные научные задачи Landsat-8:

- Сбор и сохранение многоспектральных изображений среднего разрешения (30 метров на точку) в течение не менее чем 5 лет;

- Сохранение геометрии, калибровки, покрытия, спектральных характеристик, качества изображений и доступности данных на уровне, аналогичном предыдущим спутникам программы Landsat;
- Бесплатное распространение изображений, полученных с помощью Landsat-8

Landsat-8 собран компанией Orbital Sciences Corporation по контракту от NASA на базе собственной платформы Orbital LEOStar-3. Orbital отвечает за проектирование и изготовление платформы Landsat-8, интеграцию с полезной нагрузкой и тестирование спутника. Платформа предоставляет питание, управление орбитой и высотой, связь и системы хранения данных для OLI и TIRS.

Все компоненты, за исключением двигателей и систем ориентации, закреплены снаружи корпуса платформы. Для питания используются раскрывающиеся солнечные батареи и бортовой аккумулятор NiH<sub>2</sub> на 125 ампер-часов. Для хранения данных установлен твердотельный накопитель (флеш-память) объёмом 3.14 терабит (порядка 0,4 терабайт). Передача данных как напрямую с OLI и TIRS, так и с накопителя производится с помощью трансмиттера X-диапазона. Инструменты OLI и TIRS закреплены на переднем конце космического аппарата.

Съёмочное оборудование на борту предоставляет высокоточные снимки, которые в дальнейшем обрабатываются в нужном направлении. Это мультиспектральные видеокамеры, панхроматические видеокамеры, сканирующий мультиспектральный сканер и другое.

Таким образом, для большего понимания ледовой обстановки будут чередоваться активные и пассивные сенсоры. На картинке 2.3.5 представлен снимок со спутника пассивного сенсора (день), вблизи водной акватории порта Саббета.

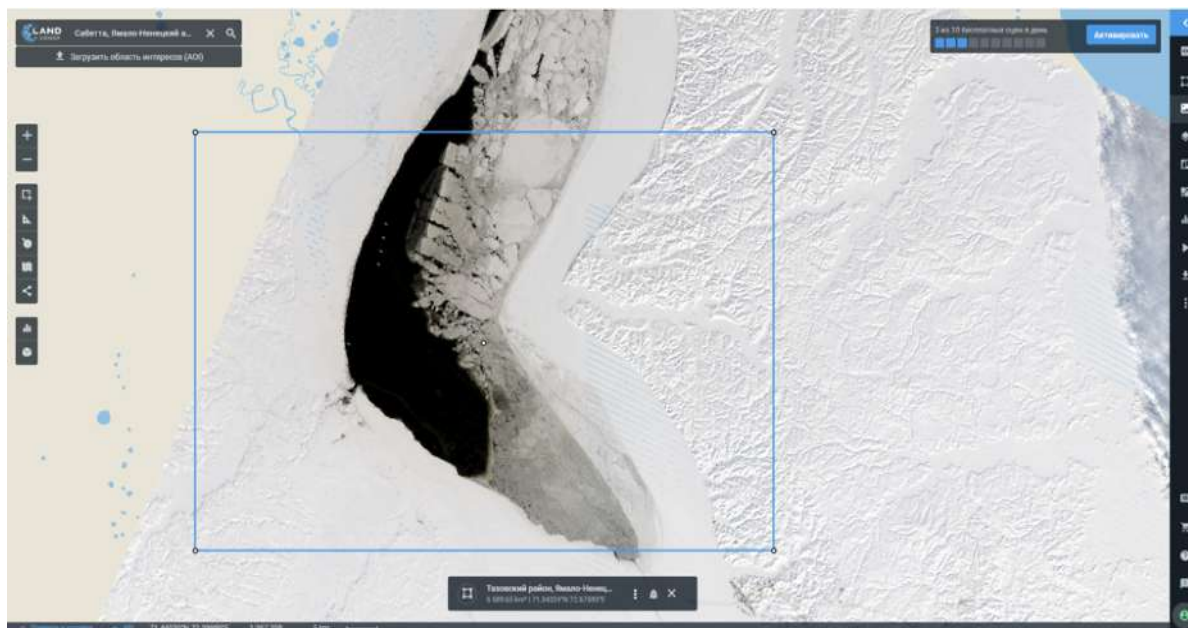


Рис. 2.3.5 – Пассивные сенсоры (день)

Таким образом, можно сделать вывод, что данный инструмент является наиболее подходящим, для мониторинга ледовой обстановки, но для более точных данных будет использоваться вместе с другими рассмотренными геоинформационными площадками.

#### 2.4 Платформа по отслеживанию судов и морской разведке

Еще одной платформой по отслеживанию судов является GoRadar. GoRadar – это проект который был разработан в компании Хардфор. Данный проект был создан для отслеживания судов, что позволит мониторить грузоперевозки в любой точке мира. Данная платформа очень похожа на Marine Traffic, что была рассмотрена ранее. Для того чтобы выбрать более подходящий вариант рассмотрим данный проект. На рисунке 2.4.1 представлен общий вид платформы.

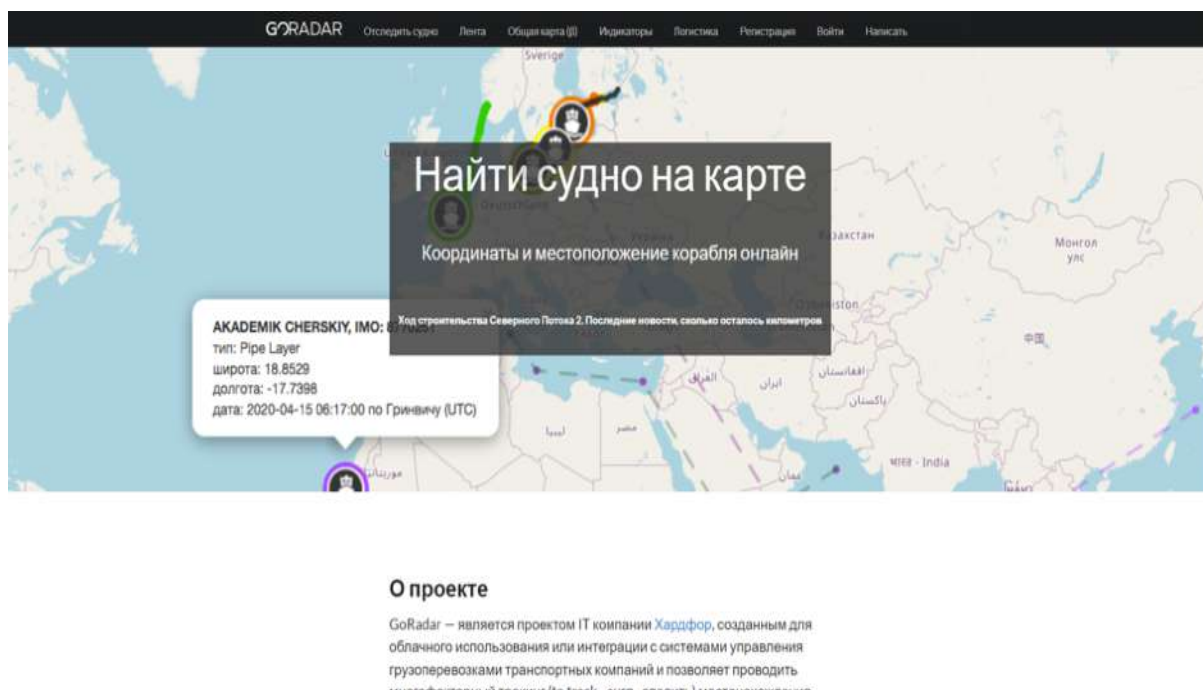


Рис.2.4.1 – Общий вид платформы

При переходе на данный сайт будет выведена первоначальная информация по платформе. Представлено описание проекта, кем он придуман и где. Комплекс инструментов позволяет решать абсолютно разные задачи сферы грузоперевозок. Так же есть поддержка пользователей, где можно задать вопрос про интересующую информацию. Вверху на выбор предоставлены вкладки: отследить судно, лента, общая карта, индикаторы и логистика. При переходе на вкладку отследить судно будет предоставлена возможность ввести название судна или номер этого судна, пример на рисунке 2.4.2.



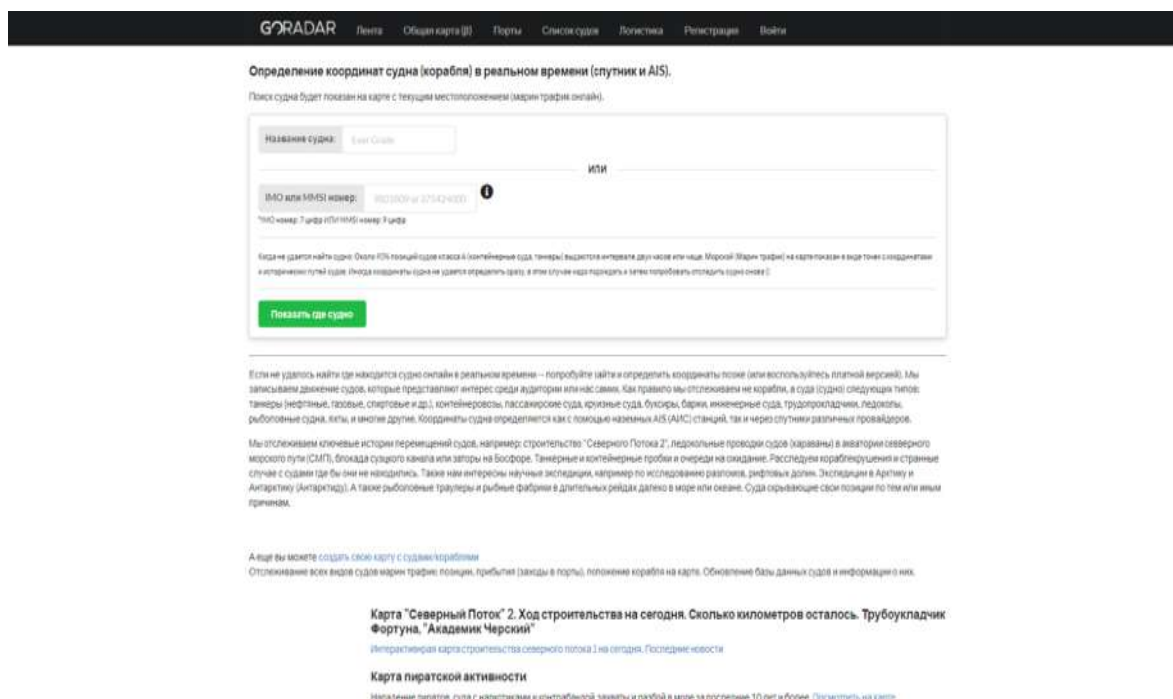


Рис.2.4.2 – Переход на вкладку отследить судно

Как можно заметить вверху появилась еще одна вкладка Порты. При переходе на нее будет предоставлен список портов. Рисунок 2.4.3.

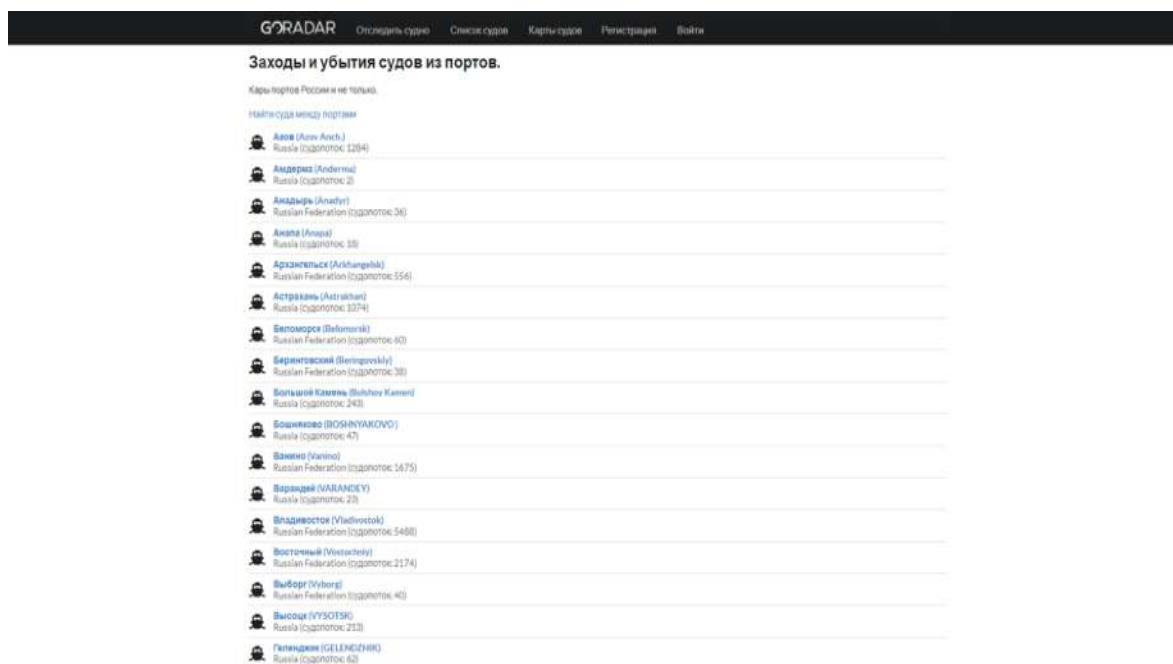


Рис.2.4.3 – Список доступных портов

Сейчас выбраны порты России, но это можно изменить, чтобы рассмотреть все доступные порты. Если будет интересовать конкретный порт, то можно выбрать его из списка и тогда нам будет предоставлена вся доступная информация по этому порту, пример на рисунке 2.4.4.





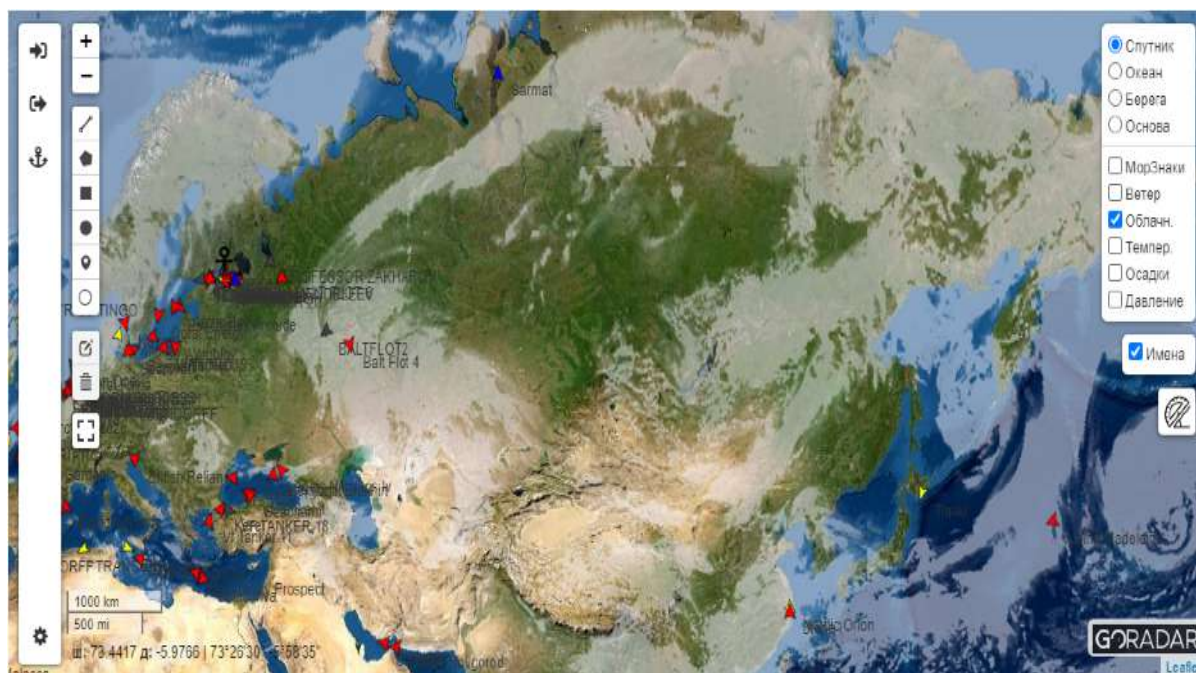


Рис.2.4.5 – Облачность на общей карте

Все эти инструменты позволят анализировать обстановку более точно. Этот инструмент можно использовать в связке с другими имеющимися платформами, что проводить анализ погодных условий. Но так как нас больше интересует ледовая обстановка, пока что нам это не пригодиться. Также в данной платформе есть общая карта на которой отмечены все суда, которые сейчас в рабочем состоянии. Пример на рисунке 2.4.6.

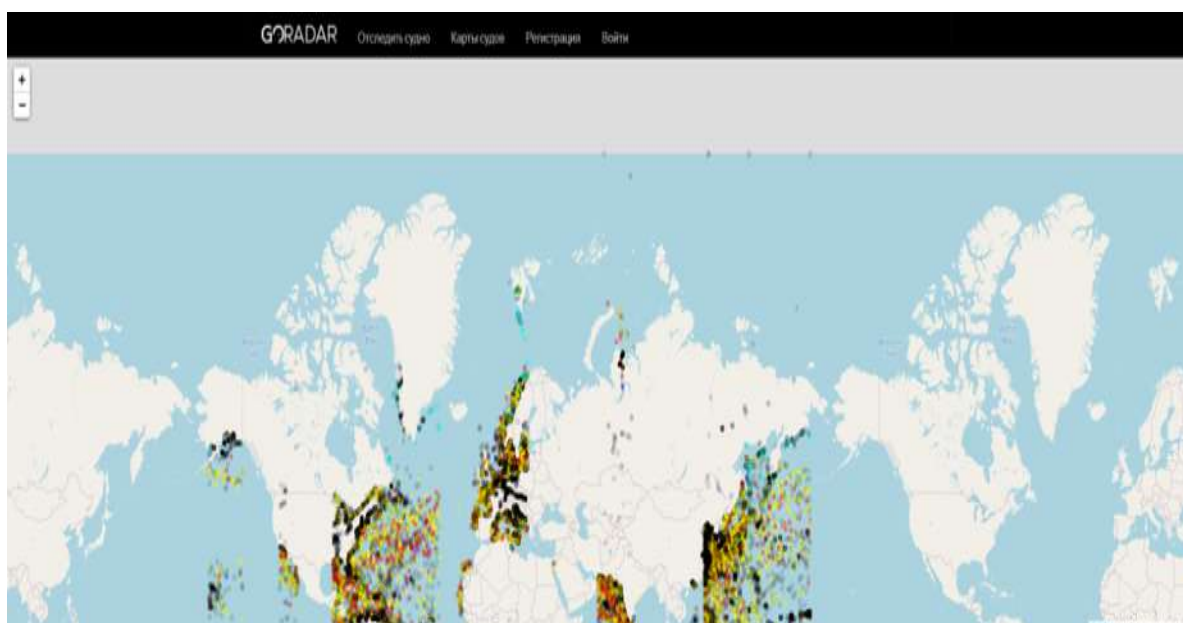


Рис.2.4.6 – Общая карта с судами

Данная карта очень похожа на ту, которая рассматривалась ранее в Marine Traffic. Здесь можно выбрать интересующее судно не вводя его данные, если вдруг о них не известно, а выбрав судно прямо на карте. После того как судно было выбрано можно получить подробную информацию по этому кораблю. Рисунок 2.4.7.

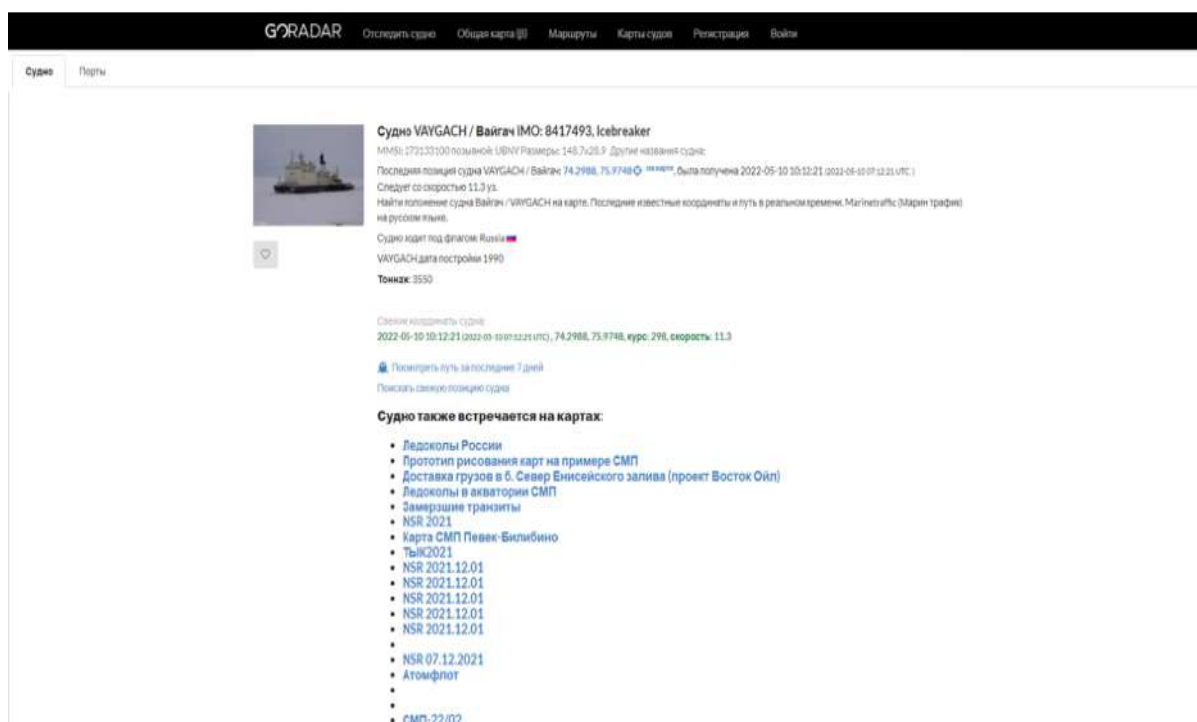


Рис.2.4.7 – Подробная информация по судну

Здесь же будет дана информация на каких еще платформах встречается данное судно, путь за последние 7 дней и другая информация. Чтобы узнать путь суда необходимо выбрать пункт путь за последние 7 дней. Пример на рисунке 2.4.8.



Рис.2.4.8 – Путь судна Vaygach за последние 7 дней

Для примера введем в поиске судна Академик Сергей Вавилов. Данное судно является научно-исследовательским и сейчас попробуем узнать где оно находится. Рисунок 2.4.9.

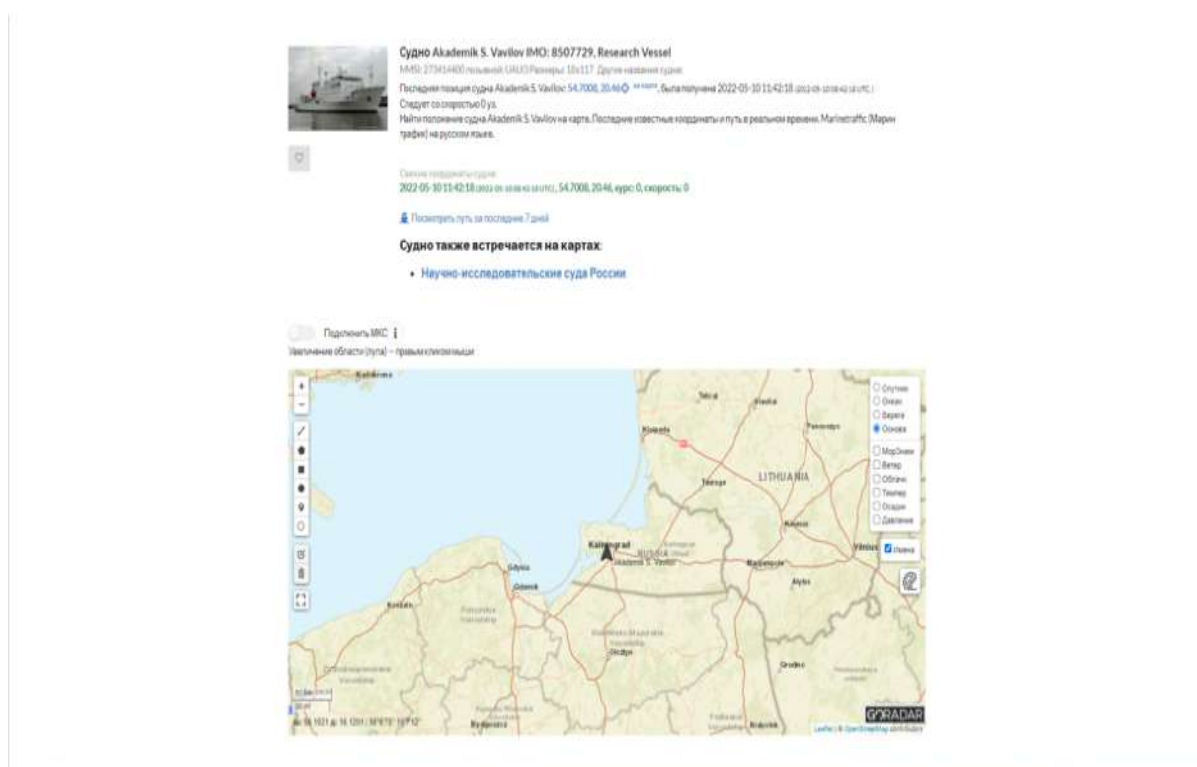


Рис.2.4.9 – Местонахождение судна Академик Сергей Вавилов





### 3 Исследования ледовых режимов с помощью геоинформационных платформ

#### 3.1 Анализ ледовой обстановки с помощью Earth.

Ранее были рассмотрены все возможные функции данной платформы. Сейчас же перейдем непосредственно к анализу имеющейся информации. К примеру возьмем морской порт Сабетта, который фигурировал ранее и проанализируем ледовую обстановку вблизи его акватории. Выставив нужные параметры и выбрав ближайшую дату, по которым есть данные, получим рисунок 3.1.1

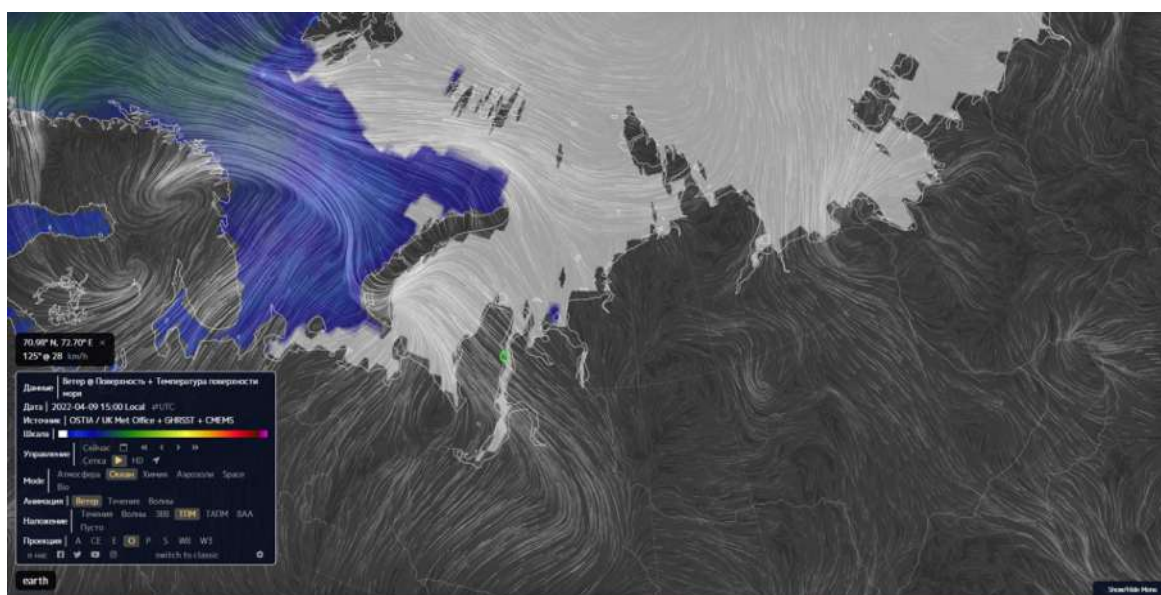


Рис.3.1.1- Данные по ледовой обстановке за 09.04.2022 год

По этим данным видно, что Карское море полностью затянуто льдом, как и Восточно-Сибирское море. Так же можно увидеть, что льдом затянута некоторая часть Баренцева моря, что находится южнее Новой Земли. По имеющимся данным, можно сделать вывод, что свободно передвигаться судам по данным территориям не возможно, так как все затянуто льдами. Но с помощью ледоколов, пути снова будут открыты. К сожалению, данная платформа предоставляет общую картину погодных явлений, и проанализировать более детально будет затруднительно. Поэтому, чтобы получить более детальное описание понадобятся снимки со спутников. Для этого хорошо подойдет Land Viewer совместно с Marine Traffic.



### 3.2 Анализ ледовой обстановки портов с помощью Land Viewer и Marine Traffic.

Для начала найдем подходящую область, для которой есть снимки со спутника. Это будет снимок за 3 апреля 2022 года. Рисунок 3.2.1

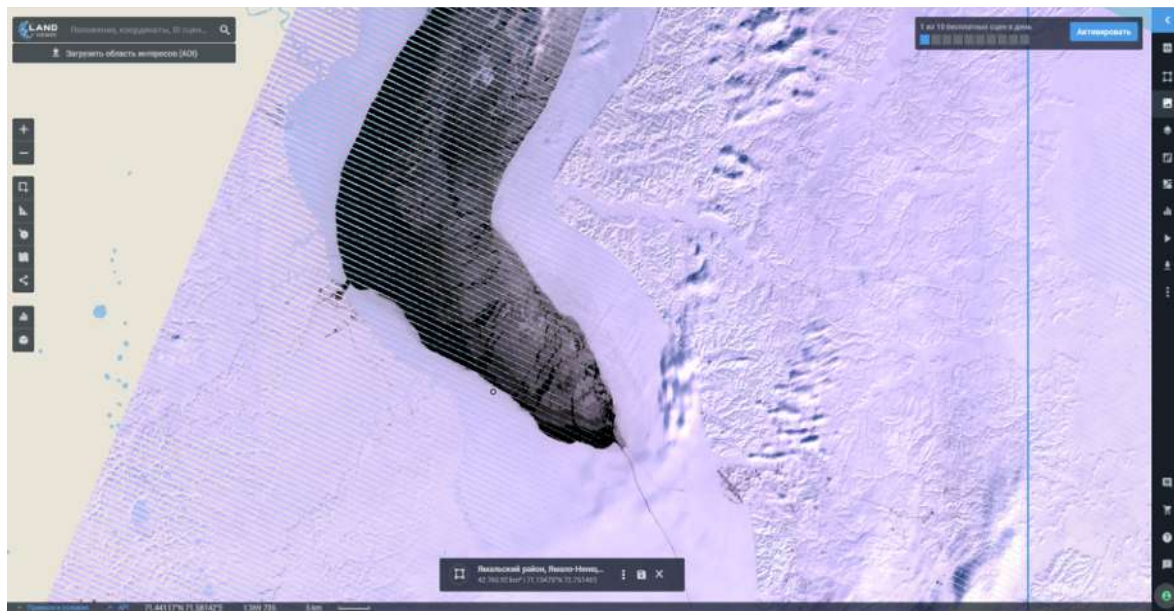


Рис.3.2.1 – Водная акватория вблизи порта Сабетта

Данный снимок был сделан спутником Landsat 7 пассивным сенсором. На данном рисунке отчетливо видно, что от порта Сабетта проложена судовая магистраль, скорее всего ледоколом. Так же видно, что на юге льда куда больше чем на севере, и как можно заметить есть небольшая полоса, ведущая к соседним портам. Теперь перейдем на Marine Traffic и посмотрим, есть ли в этой области, какие либо суда. Рисунок 3.2.2.

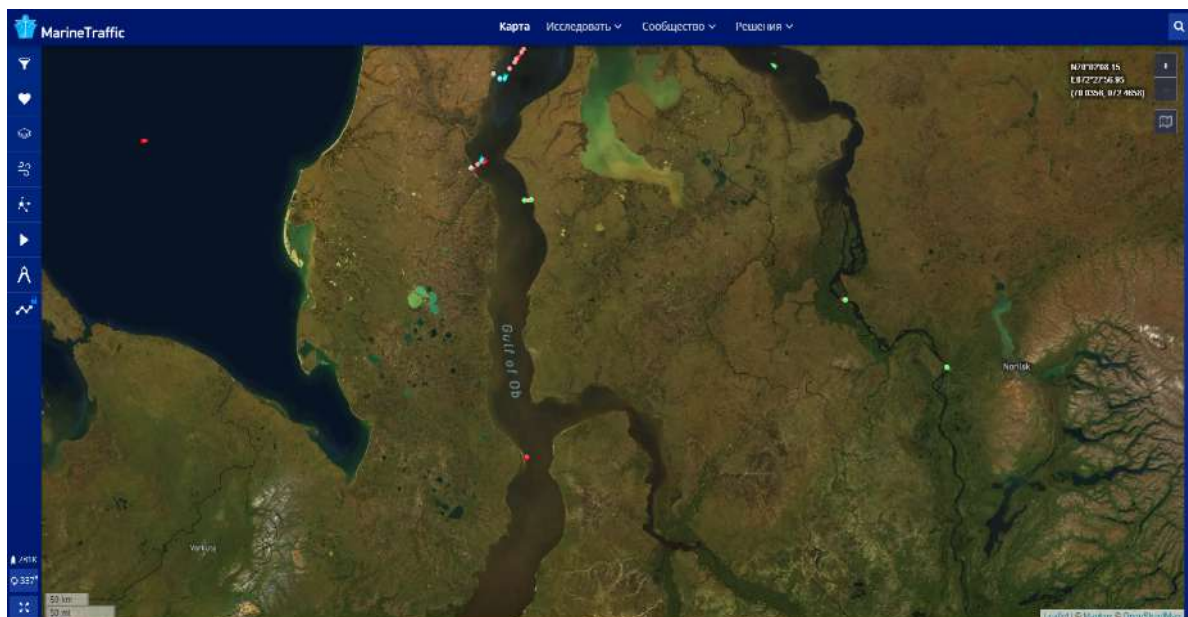


Рис.3.2.2 – Расположение судов на 11.04.2022

Как видно на рисунке, южнее, около мыса Каменный находится одно судно, которое движется в сторону порта Сабетта. И будет двигаться по проложенному ледоколом пути, который был рассмотрен ранее по спутниковому снимку.

Это был снимок со спутника в пассивном диапазоне. Но как часто бывает, над нужным районом либо большая облачность, либо в Арктических зонах это полярная ночь. И в пассивных сенсорах мы ничего не увидим, поэтому сейчас воспользуемся активным сенсором и посмотрим обстановку льда в акватории. Рисунок 3.2.3



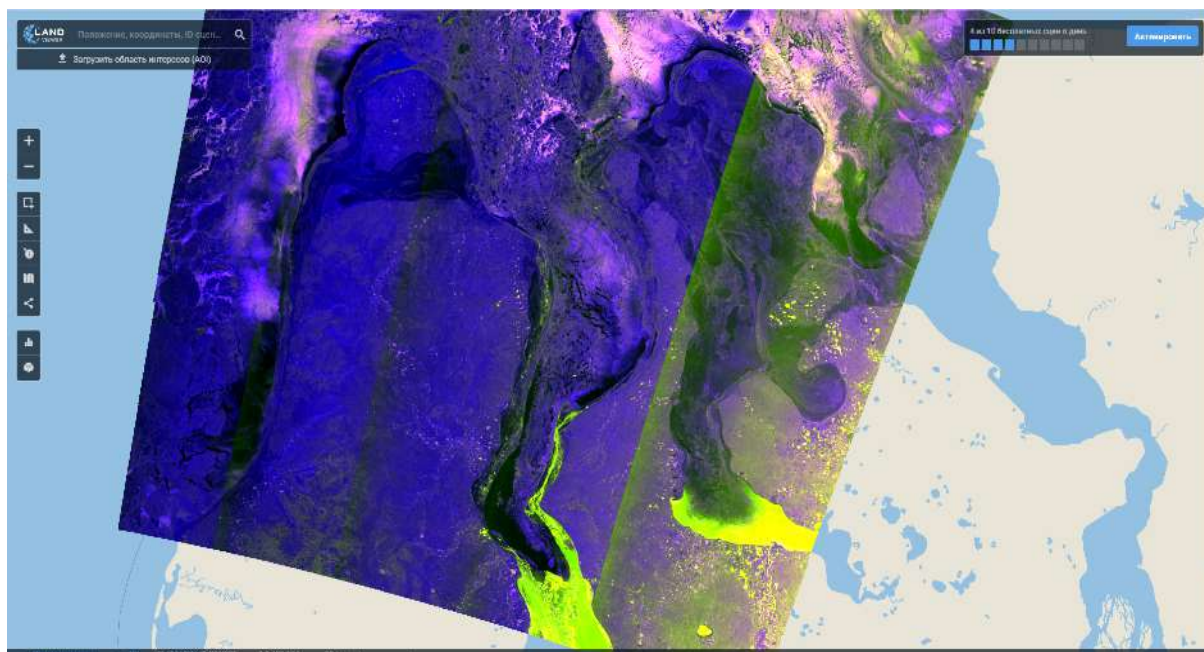


Рис 3.2.3 – Снимок в активном диапазоне

По данному снимку отчётливо виднеется край суши и водная акватория. Так же снизу виден тот сплошной лед, который был рассмотрен ранее в пассивном сенсоре. Если приблизить изображение, то можно будет увидеть те самые пути, которые были проложены ледоколом до соседних портов. Рисунок 3.2.4

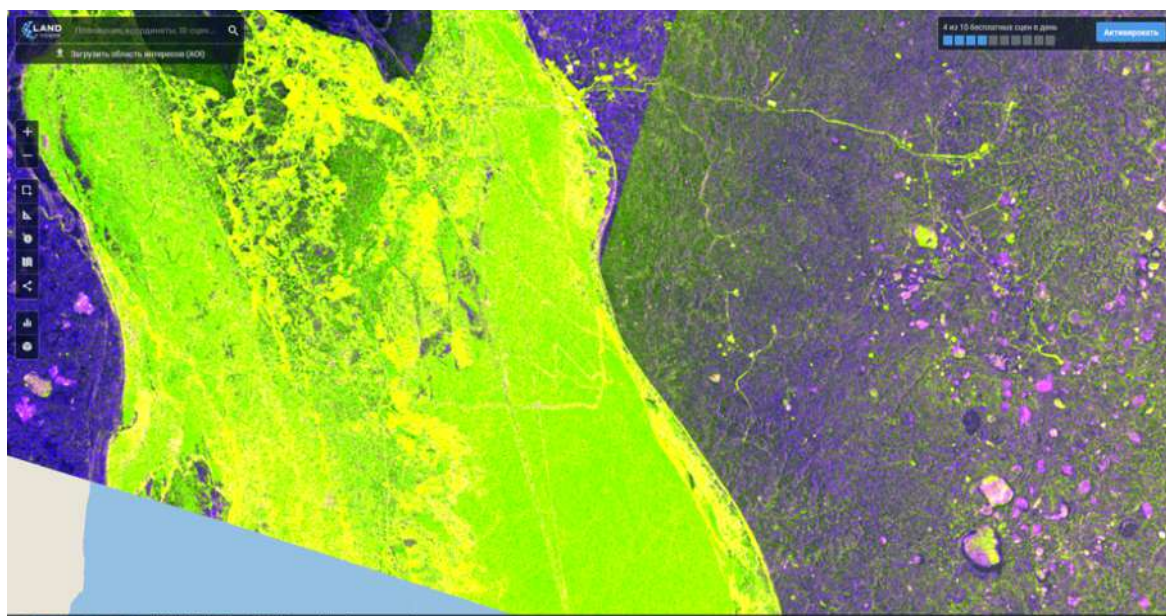


Рис 3.2.4 – Увеличение зоны со льдом до 5 км

На данной картинке отчётливо видны каналы, сделанные ледоколом для того, чтобы малые суда могли беспрепятственно проходить свой путь.

В дополнение ко всему этому посмотрим на температуру атмосферы с помощью Earth. Рисунок 3.2.5

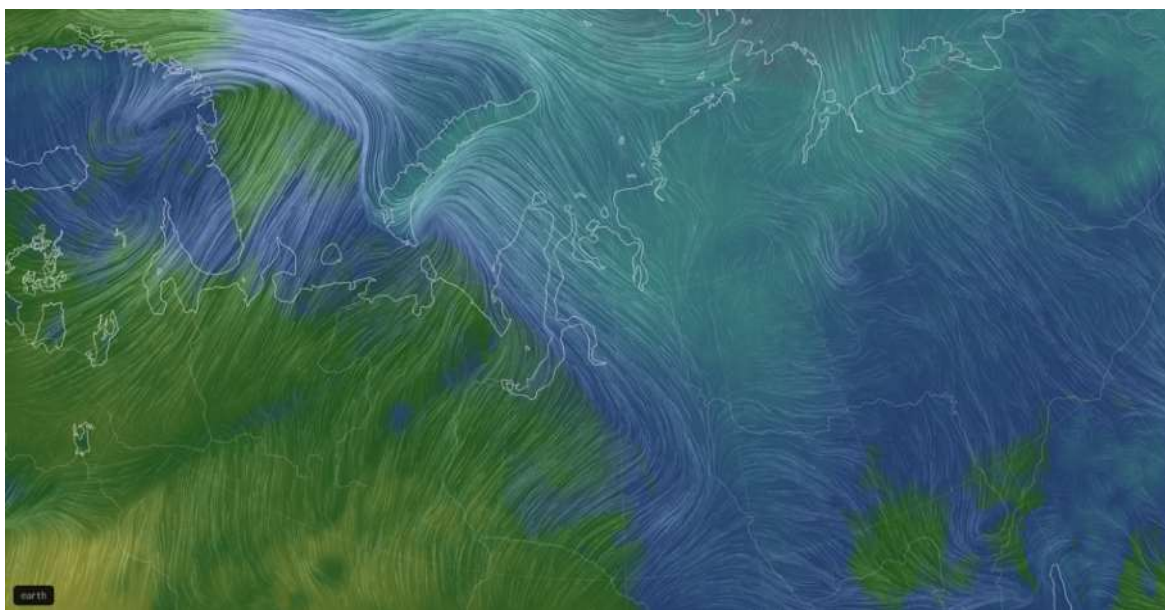


Рис 3.2.5 – Температура атмосферы на 3 апреля

Как видно, на юге нужной нам области, температура воздуха более теплая, а при помощи пункта ветер, можно увидеть, что сейчас ветер дует с юга на север. Это должно принести более теплый атмосферный фронт.

Если посмотреть карты судов полностью, то на ней хорошо видно, что в данный момент в море Лаптевых и Восточно-Сибирском море практически нет судов. Рисунок 3.2.6.

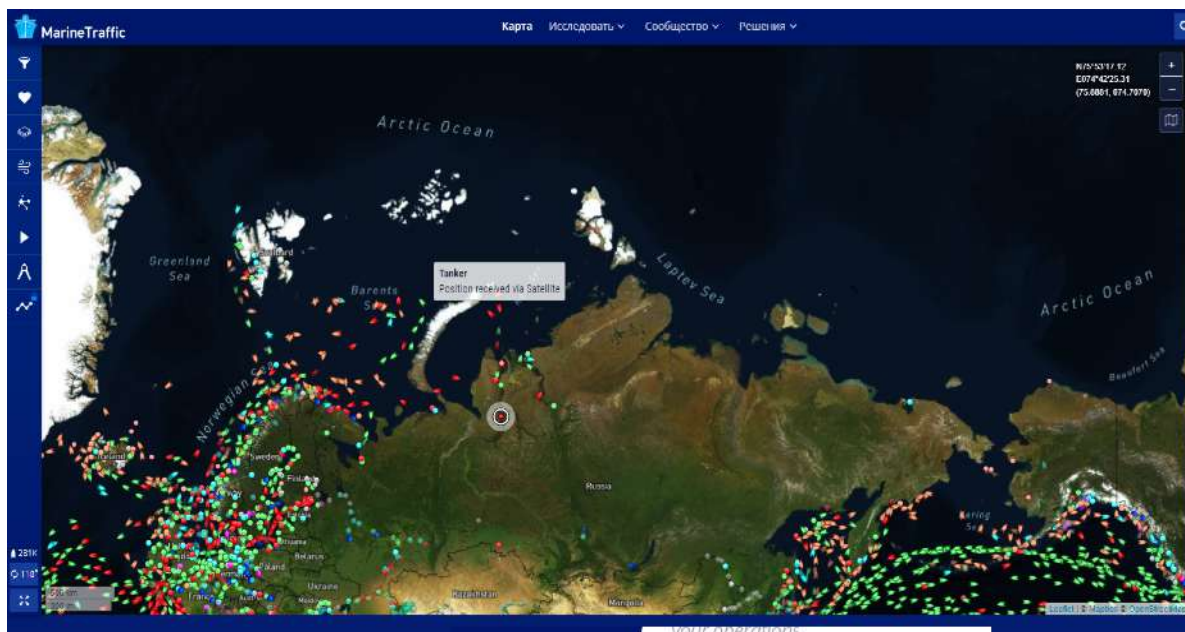


Рис.3.2.6 – Трафик судов на 09.04.2022 год



И чтобы определить есть ли лед, на такой большой площади опять хорошо подойдет Earth, так как Land Viewer использует снимки точечно, к определенной, обычно не большой точке. Поэтому рассмотрим состояние ледового покрова воды на ближайшую дату. Рисунок 3.2.7

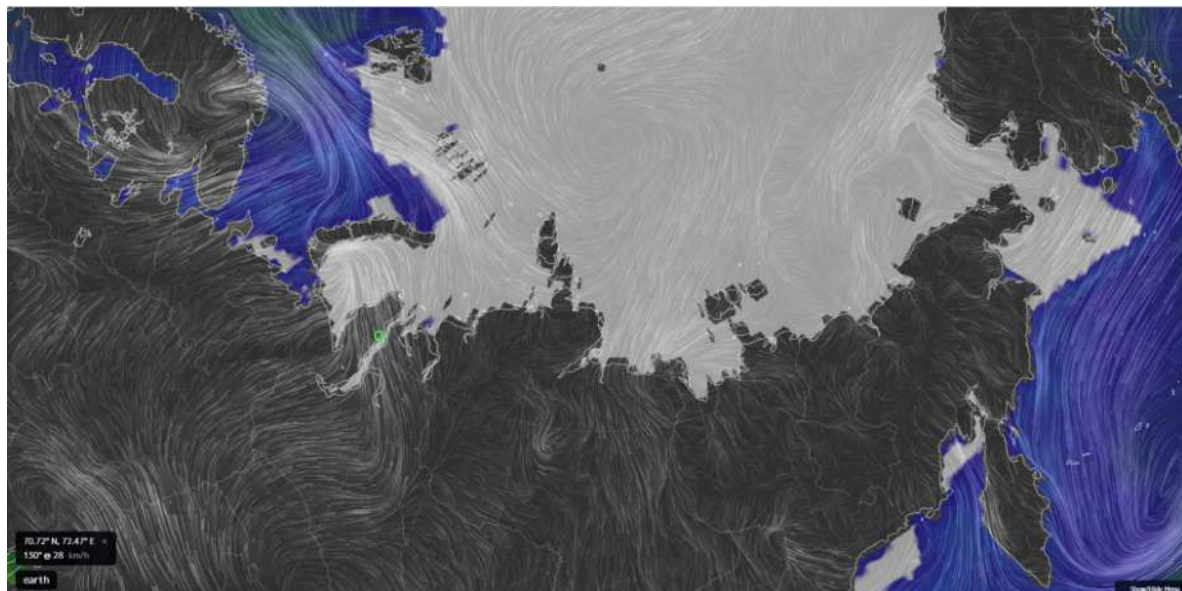


Рис.3.2.7 – Расположение ледового покрова на дату 10.04.2022

Таким образом, причина, по которой в данной области практически нет судов, это очень большая территория порытая льдами. Единственное судно, которое есть в той области, находится в порту Певек. Рисунок 3.2.8

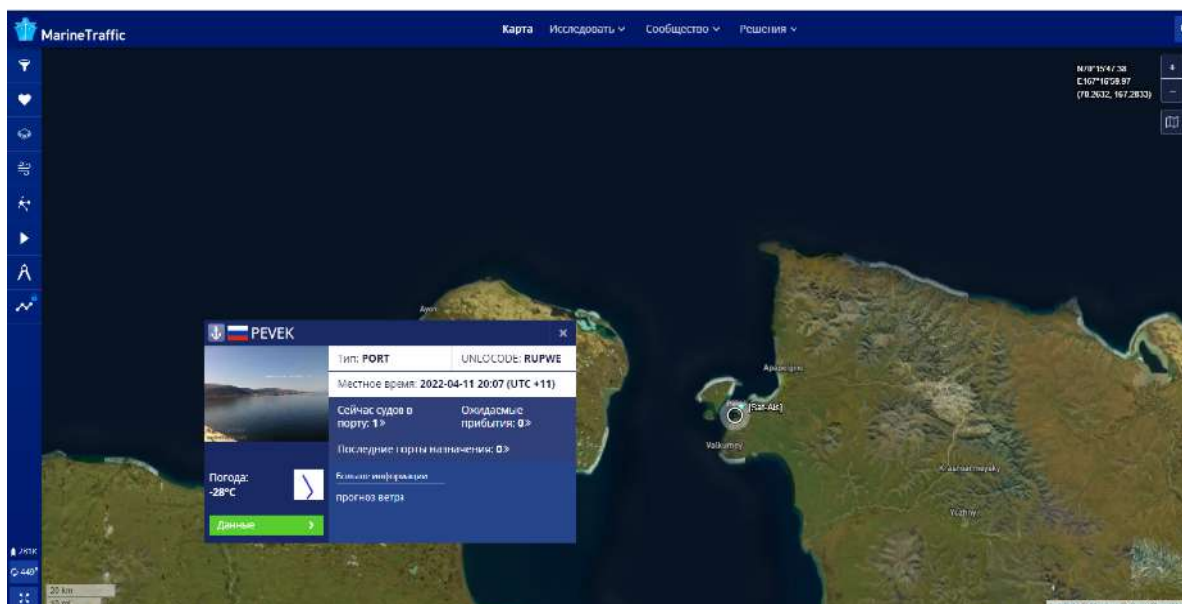


Рис 3.2.8 – Порт Певек в приближении 20 км



И для того, чтобы полностью оценить ледовую обстановку, которая обстоит на данный момент в порту воспользуемся снимком со спутника в Land Viewer. Рисунок 3.2.9.

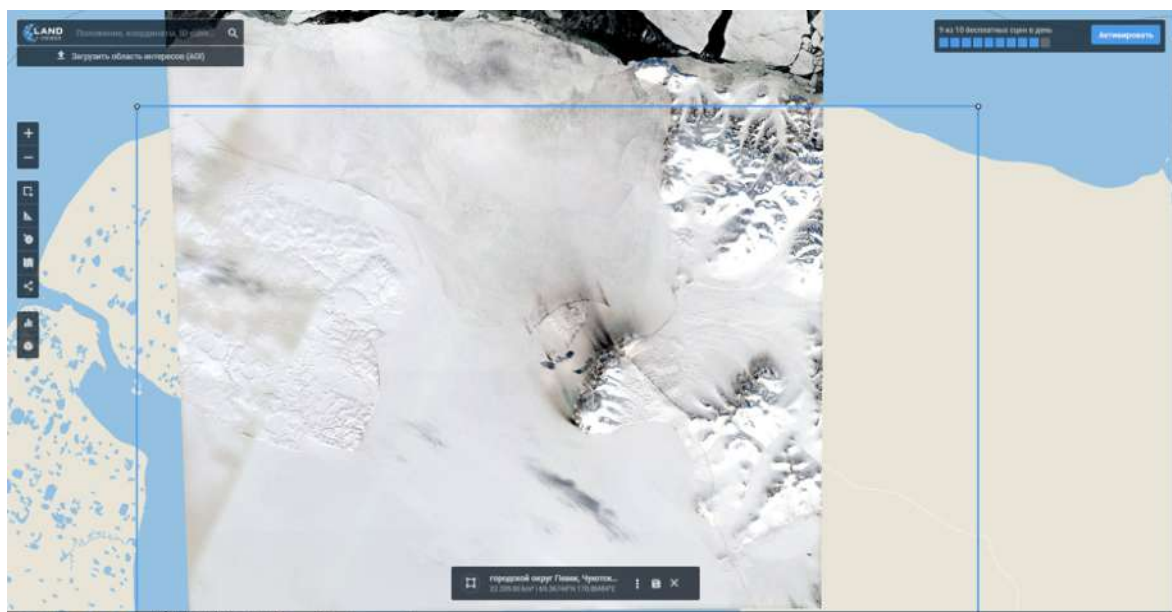


Рис.3.2.9 – Порт Певек снимок со спутника

На данном рисунке видно, что вся акватория рядом с портом Певек затянута льдами. Даже нет никаких трасс, проложенных ледоколом.

Для того, чтобы убедиться в том, что все затянато льдом, можно выбрать один из фильтров, который помогает в анализе данных. Данный фильтр называется Land/Water (Земля/вода). Он более четко выделяет границы суши и границы воды. Рисунок 3.2.10.

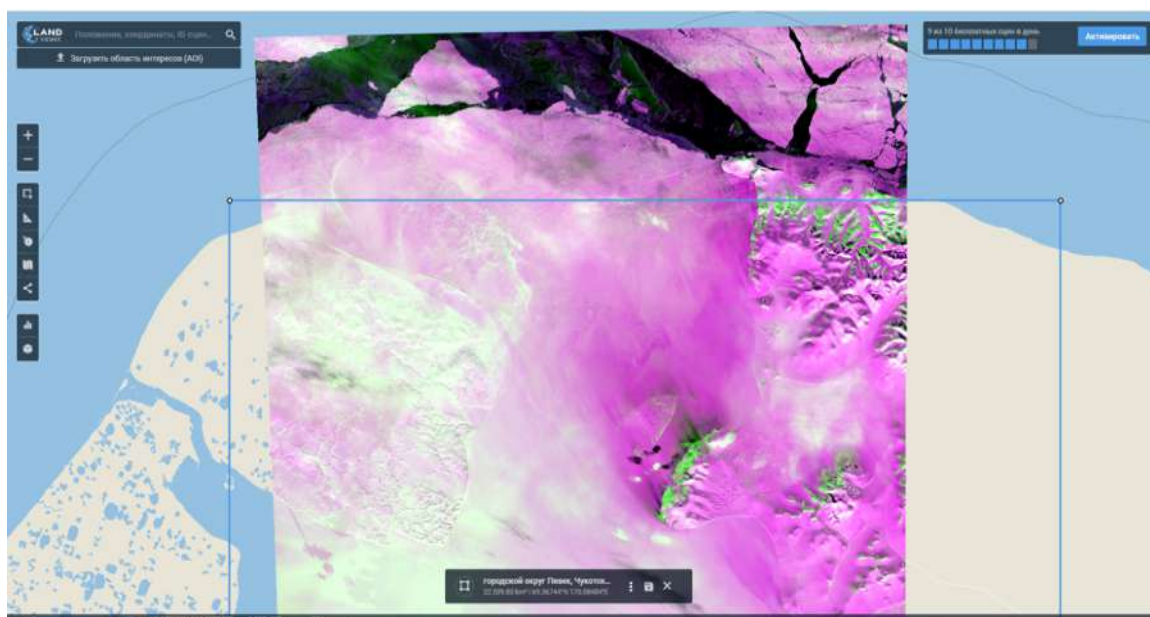


Рис 3.2.10 – Фильтр Land/Water для анализа рисунка

После использования данного фильтра нет сомнений, что весь порт зятанут льдом. Это означает, что сейчас в данное место не сможет войти ни одно судно, так как без предварительного прохода ледокола, можно получить ущерб обшивки корабля.

Так как на данный момент, чтобы попасть из Карского моря в Баренцево, судам приходится делать большой крюк, чтобы обогнуть Новую Землю, что является очень затратным, как по времени, так и финансово. Быстрым способом же является проход судов через пролив Карские ворота. Поэтому оценим состояние ледовой обстановки данного пролива на ближайшее время. Рисунок 3.2.11.

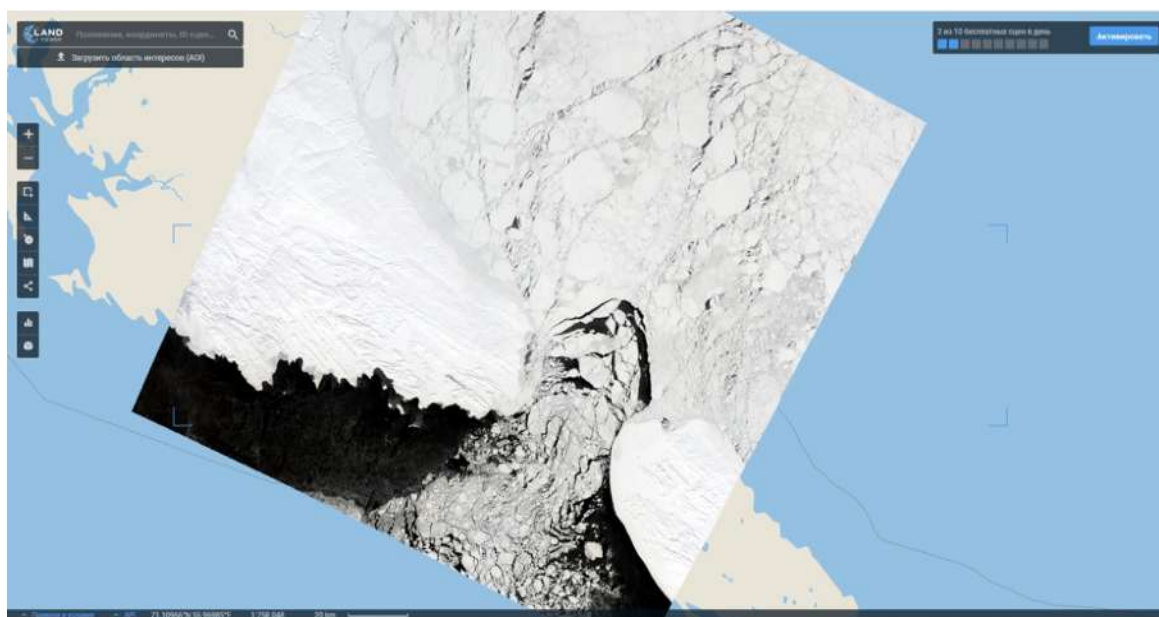


Рис.3.2.11 – пролив Карские ворота на дату 08.04.2022

Данный снимок сделан пассивным сенсором, для более точного понимания обстановки возьмем снимок активного сенсора, как показано на рисунке 3.2.12

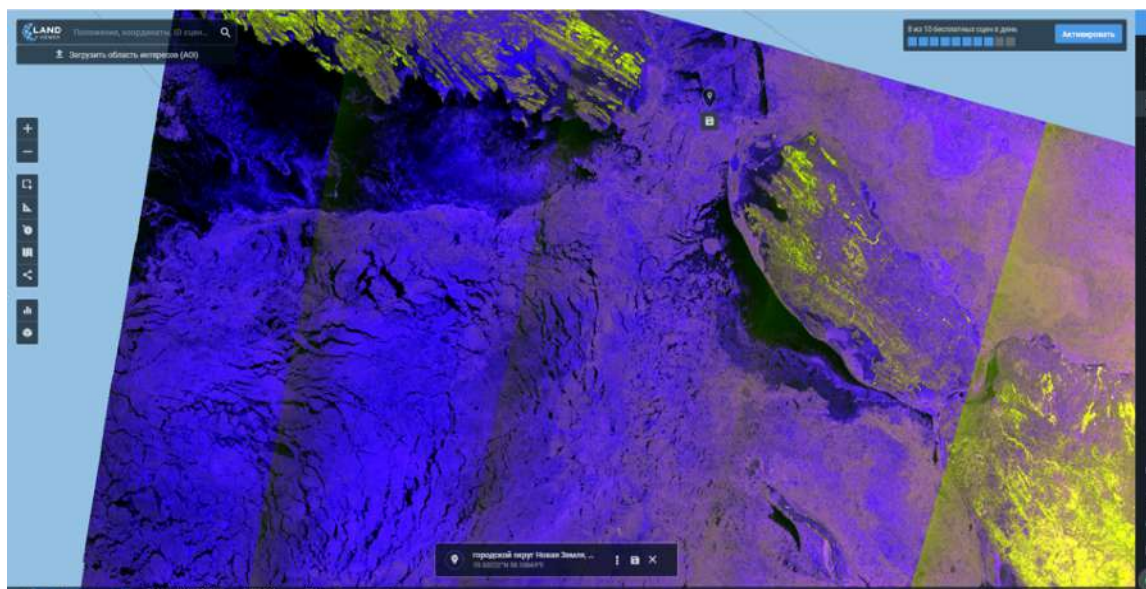


Рис.3.2.12 – Карские ворота активный сенсор 05.04.2022

Из данных спутниковых снимков хорошо видно, часть пролива, которая находится в Карском море, затянута льдом. Активный сенсор снят немного ранее, что по сравнению с пассивным видно, что льда на нем немного больше. Возьмем, к примеру, судно, которое вышло из порта Дудинка и направляется в порт Архангельск. Рисунок 3.2.13

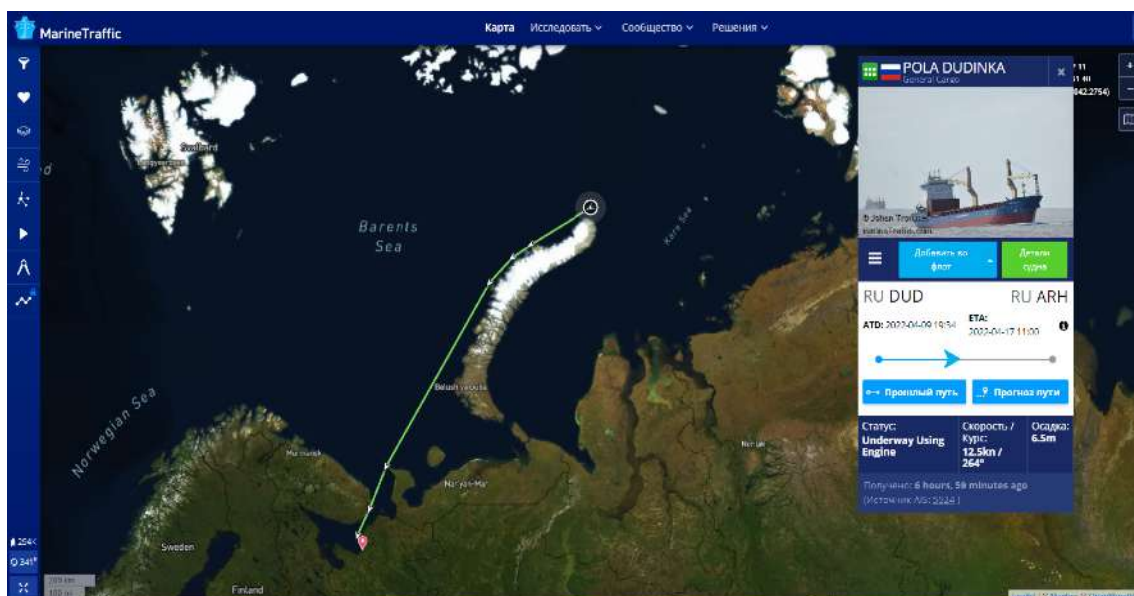


Рис.3.2.13 – Путь судна до порта Архангельск

Как можно видеть, данное судно находится в северной точке Новой Земли, и в дальнейшем пути будет придерживаться берега. Проследим часть пути по спутниковым снимкам, и рассмотрим, как обстоят дела на данный момент по пути следования. Рисунок 3.2.14.



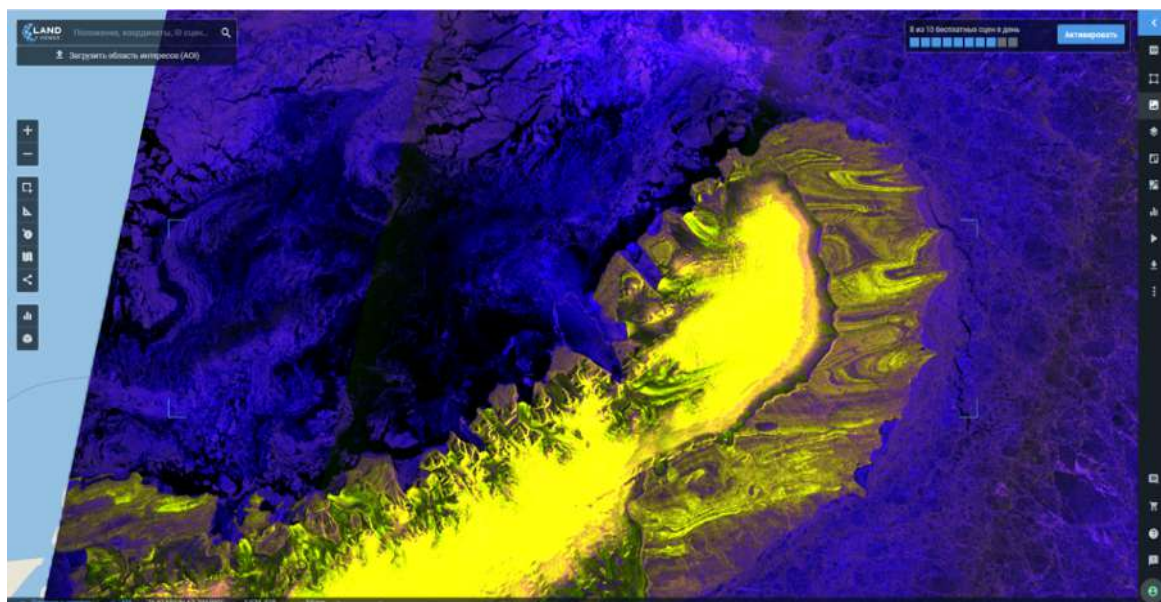


Рис.3.2.14 – Водная акватория около Новой Земли активные сенсоры

А так же используем пассивные сенсоры, для более точного анализа.

Рисунок 3.2.15

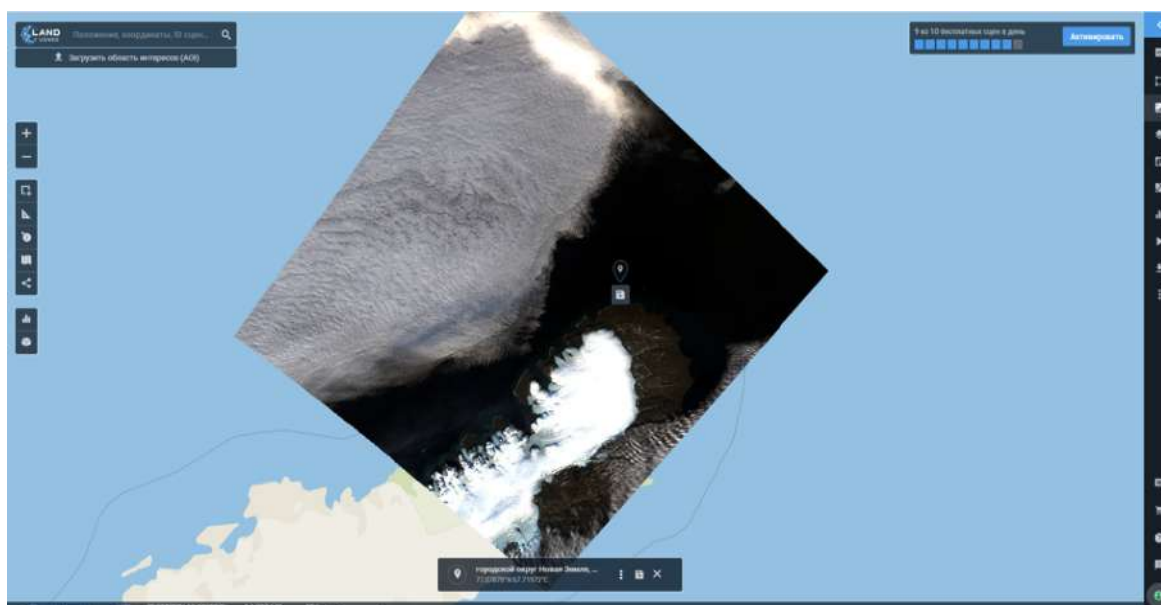


Рис.3.2.15 – Водная акватория Новой Земли пассивные сенсоры

На данных рисунках хорошо видно, что чем ближе к берегу, тем просветы воды становятся более выделенными. Это означает, что ближе к берегу льда намного меньше, чем вглубь моря. Поэтому плыть вдоль берега является верным решение. Далее уже в Баренцевом море льда становится куда меньше, что позволяет выстроить более быстрый курс до места назначения.

Главной особенностью Баренцева моря является то, что его юго-западная часть зимой не замерзает по причине проходящего тёплого течения. Из-за этого северное побережье Кольского полуострова отличается более мягким климатом и более высокой температурой, чем его южная часть.

Море имеет огромное хозяйственное значение. Это важнейшая транспортная магистраль, а также район максимально интенсивного рыбного промысла. Издавна Баренцево море считалось ключевым путём к северным портам многих европейских и скандинавских стран. Кроме этого в море производится активная добыча нефти и газа. Рисунок 3.2.16.

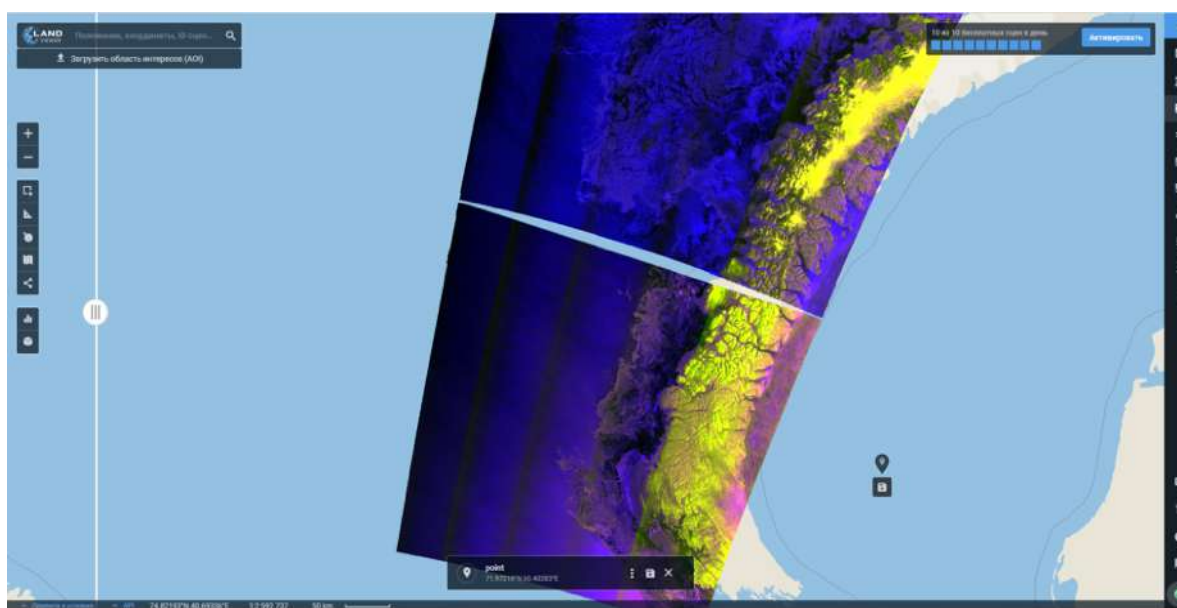


Рис.3.2.16 – Ледовая обстановка в Баренцевом море

Все снимки сделаны в ближайшее время, так как Marine Traffic отображает местоположение судов в настоящее время, и чтобы проанализировать все верно, необходимо брать снимки со спутников максимально близкие к дате расположения судна в определенной точке.

Еще одним плюсом активных сенсоров является то, что снимки захватывают, куда большую область, чем пассивные. Если необходимо рассмотреть большую площадь территории, например порт и канал к нему одновременно, то подойдет активный сенсор.

Судно, которое было рассмотрено ранее, вышло из порта Дудинка, значит в отличие от порта Певек, там проложены пути ледоколом, для



свободного прохода. Чтобы убедиться в этом воспользуемся спутниковым снимком, для начала пассивными сенсорами, а затем активными, как показано на рисунке 3.2.17.

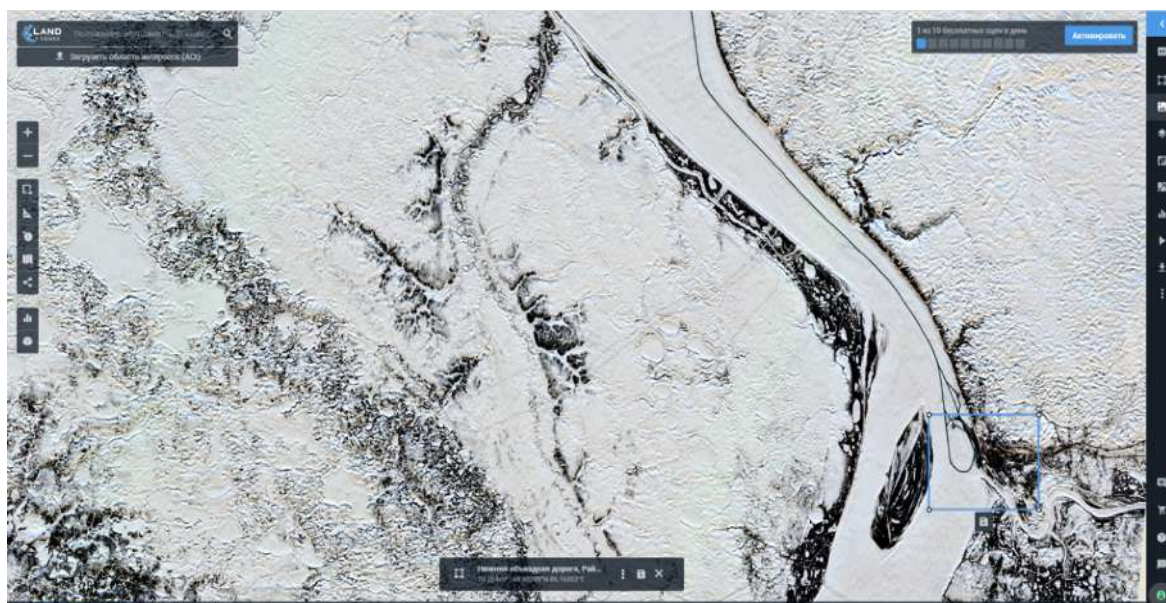


Рис.3.2.17 – Ледовая обстановка порта Дудинка на 12.04.2022  
пассивные сенсоры

А теперь будут использованы активные сенсоры, как показано на рисунке 3.2.18.



Рис.3.2.18 – Ледовая обстановка порта Дудинка на 12.04.2022 активные  
сенсоры

В правом нижнем углу, синим квадратом выделена область порта Дудинка. Хорошо видно, что от данного места идет проложенный путь ледоколом путь. Данный путь проложен до самого Карского моря. Сейчас им пользуется несколько судов, это хорошо видно по карте с Marine Traffic на рисунке 3.2.19.

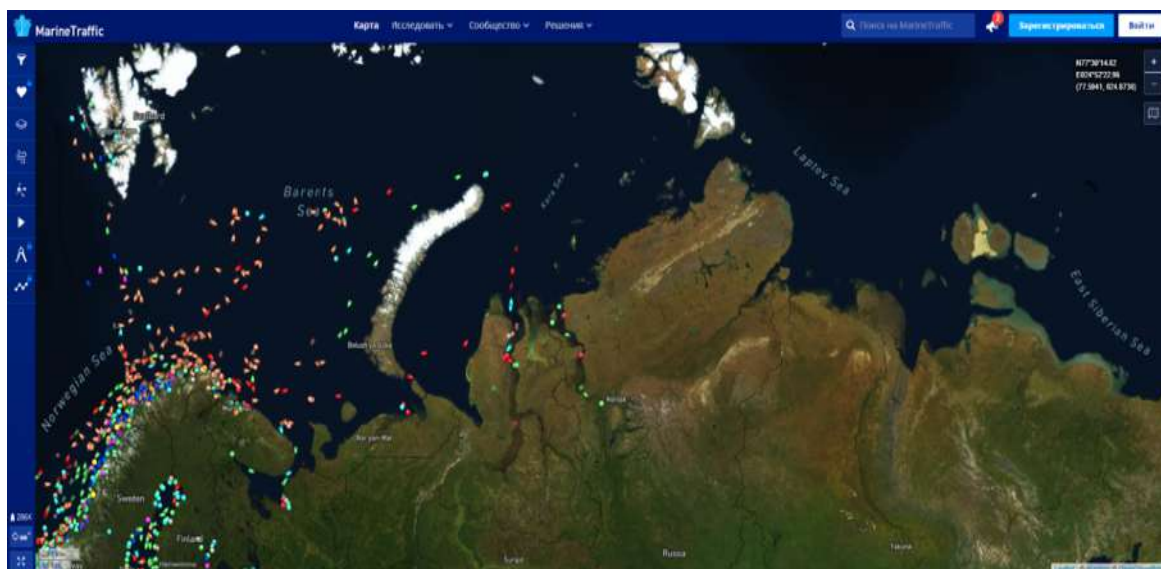


Рис.3.2.19 – Карта судов находящихся рядом с портом Дудинка

А восточнее, как можно заметить, все еще нет ни одного проходящего судна. Так как данная территория сильно затянута льдом. Если проследить тенденцию спада ледового покрова, то самое наименьшее количество приходится на сентябрь. Это хорошо видно с помощью Earth. Для того чтобы убедиться в этом будут рассмотрены несколько годов, для прослеживания тенденции. Рисунок 3.2.20.



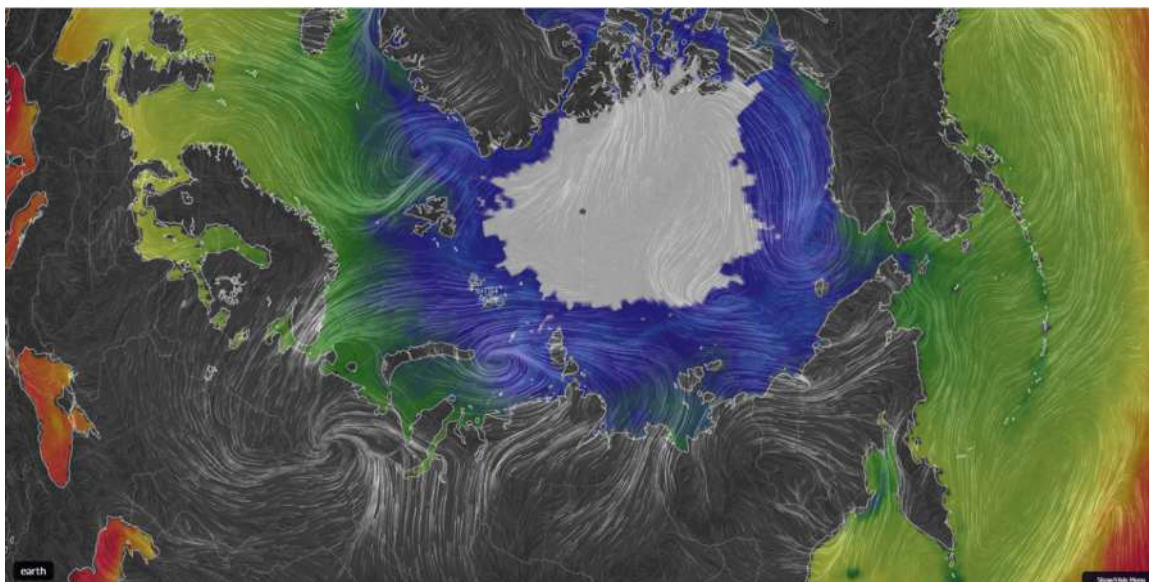


Рис.3.2.20 – Состояние ледового покрова на 05.09.2021

На данном рисунке представлены данные по ледовой обстановке, когда количество арктических льдов было минимальное. Для примера рассмотрим данные за другой год. Рисунок 3.2.21.

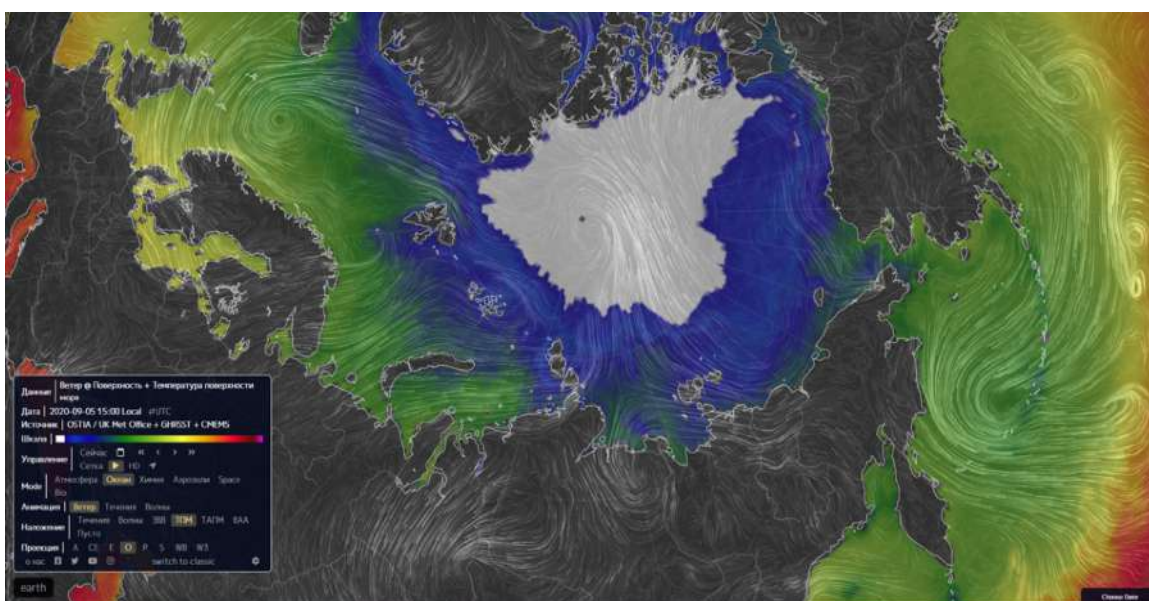


Рис 3.2.21 – Данные по арктическим льдам на 05.09.2020

По этим двум рисункам хорошо видно, что минимальное количество льда приходилось на середину сентября – начало октября. Далее наступает период, когда в быстрых темпах все начинает затягиваться льдом. В эти небольшие промежутки времени нужно максимально увеличить грузооборот портов, так как открываются широты, по которым будет намного быстрее доставлять грузы, и менее затратно. Так же по этим данным можно

определить многолетний лед, который является наиболее опасным для судоходства, так как имеет большую толщину, чем обычный, что может привести к повреждению судна.

Одним из опасных и нежелательных моментов является, когда лед начинает крепчать, захватывая все больше территорий, а суда, в этот момент находятся в море Лаптевых, как показано на рисунке 3.2.22.

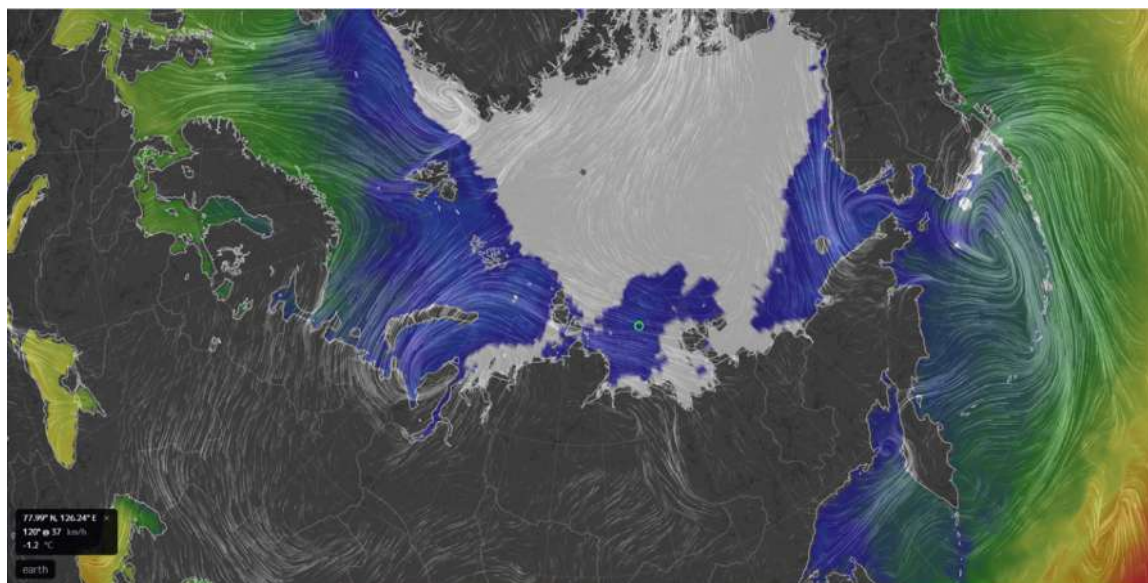


Рис.3.2.22 – Данные по льдам за 11.11.2020

На данном рисунке представлен момент, когда море Лаптевых еще не полностью замерзло, а выходы из него практически перекрыты. Лед уже затянул выход на восток, через Ляховские острова, и практически всю водную акваторию вокруг Северной Земли. По снимку со спутника видно, что небольшая часть все еще свободна, но вскоре и ее затянет льдом. Рисунок 3.2.23.



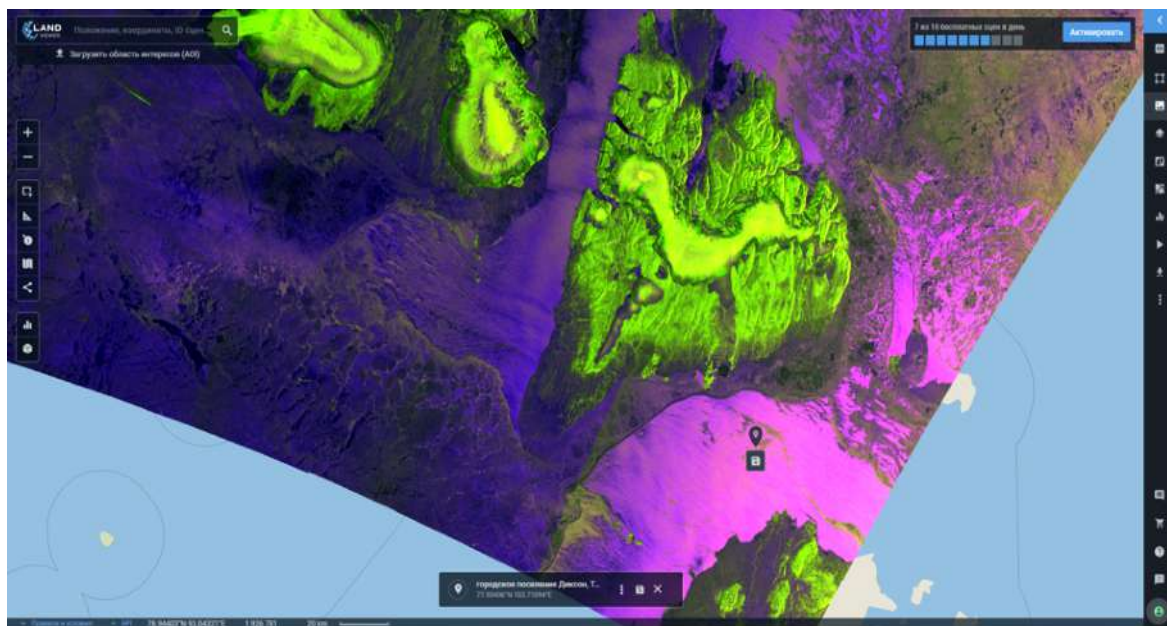
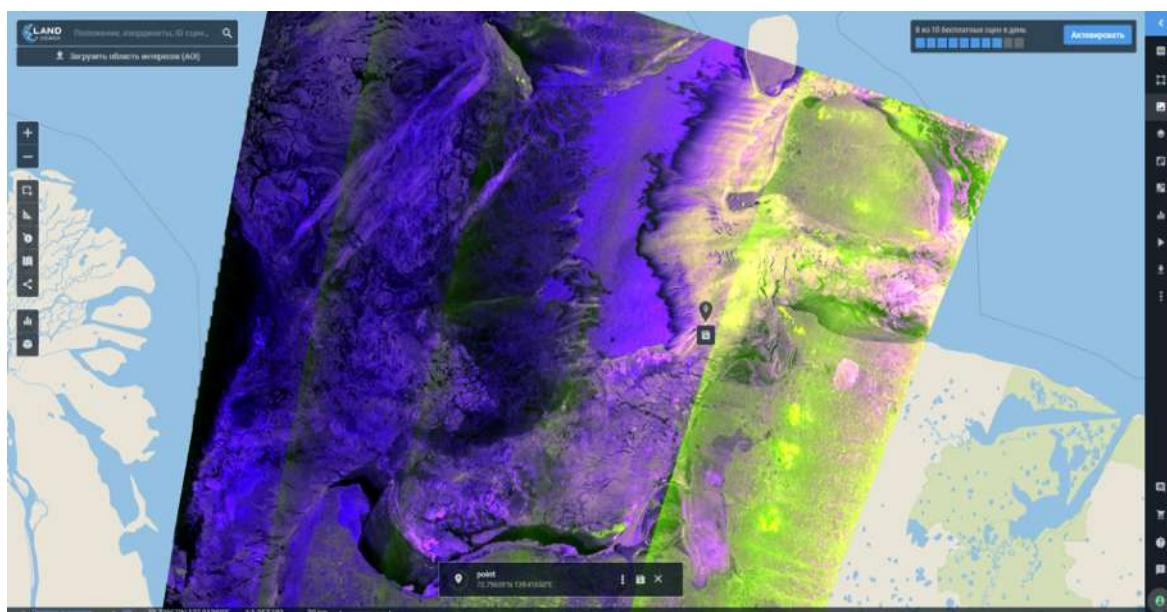


Рис.3.2.23 – Ледовая обстановка Северной Земли на 10.11.2020

По данному рисунку видно, что пролив Велькицкого еще свободен ото льда, но вскоре его быстро затянет. И суда, которые находятся в этот момент в море Лаптевых, окажутся в ледовом плену. Конечно таких ситуаций минимальное количество, так как технологии по прогнозированию сделали большой скачек, а безопасности судоходства уделяется большое внимание, но нельзя исключать, что такое может произойти. И тогда придется отправлять на помощь ледокол, который проложит путь, к застрявшему во льдах судну.

Восточнее же пролив Лаптевых уже полностью затянут льдом, поэтому с той стороны уже судну не пройти без помощи. Рисунок 3.2.24.





### Рис.3.2.24 – Пролив Лаптевых 10.11.2020

Все эти снимки помогают оценить ледовую обстановку, которая происходит вокруг определенного объекта. На данный момент видно, что практически весь СМП затянут льдом. Поэтому для того, чтобы было как можно меньше чрезвычайных ситуаций, подготовку к ледовому сезону начинают заблаговременно. Таким образом, очень важно знать, когда льды начинают разрастаться, чтобы во время скорректировать курсы судов, и предупредить в какие районы лучше не заходить. Land Viewer очень хорошо с этим справляется. Данные по спутниковым снимкам есть практически на каждый день, а с помощью других инструментов можно спрогнозировать дальнейшее распространение льдов. В таблице 8 приведены даты максимума и минимума, ледового покрова.

Таблица 8 – Максимум и минимум ледового покрова арктической зоны

| Год  | Максимум   | Минимум    |
|------|------------|------------|
| 2021 | 29 декабря | 5 сентября |
| 2020 | 31 декабря | 30 августа |
| 2019 | 27 декабря | 31 августа |

Вывод: В данной главе были проанализированы ледовые режимы арктических портов в разные промежутки времени. Проанализировав разные года, наименьшее количество арктических льдов приходится на август – сентябрь. Далее льды начинают разрастаться достаточно быстро и к концу октября начала ноября лед охватывает практически всю водную акваторию начиная с Новой Земли и продолжая на Восток по береговой линии.

## Заключение

Целью данной работы было исследование ледовых режимов арктических портов. В работе были выполнены следующие задачи.

1. Проанализированы арктические порты России.
2. Проанализированы геоинформационные инструменты.
3. Выполнены исследования ледовых режимов с помощью геоинформационных платформ.

Отслеживание ледовой обстановки является одним из главных аспектов безопасности судоходства. Чем точнее будут данные по льдам, тем точнее и безопаснее будет составлен путь для судов. Ведь всегда в зимнее время года одной из опасностей для мореплавателей был именно лед.

На ледовый режим арктических морей вблизи портов влияет много факторов. Приходящие ветра и течения ускоряют процесс замерзания и обледенения. Климат Арктики считается самым суровым и холодным. Минимальная температура воздуха Сибирского бассейна достигает минус 50 градусов. Так как в арктических зонах полярная ночь начинается где-то с 21 октября по 20 февраля, это на широте 80 градусов, температура в это время постоянно уменьшается, так как нет ни света, ни тепла.

После того, как полярная ночь проходит, большое количество тепла и света начинают поглощаться льдом и снегом. Районы, которые прилегают к акваториям Атлантического и Тихого океанов, теплее и там больше осадков, а климат внутренних районов СМП холоднее и суше.

Когда наступает зима и на всем ее протяжении в западной части Арктики усиливается действие циклонов со стороны Атлантики. В данный период отмечаются высокие показатели температуры воздуха, наблюдается очень большое количество осадков и облаков. В сибирской части Арктики действуют циклоны. Температура воздуха в Арктическом бассейне летом составляет 0-5°C, при этом очень влажно (до 98%), наблюдаются частые туманы, осадки в виде мокрого снега и дождя, умеренные ветры.

Серьезный риск для эксплуатации судового оборудования в арктических морях представляет обледенение, которое может возникать даже в летние периоды и сохраняться в течение всего года. Мореплаватели, работающие в данном регионе, должны быть готовы к борьбе с таким явлением. Основные результаты научных исследований опубликованы на специальной площадке по размещению научно-исследовательских работ [38]. Сертификат об участии во Всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие информационных систем в гидрометеорологии» находится в приложении А.

## Список использованных источников

1. Г.И. Файн «Навигация, лоция и мореходная астрономия», М., Транспорт, 1980.
2. Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мульти модальные перевозки. СПб.: Выбор, 2006 – 600 с.
3. Смирнов Г.Н. Порты и портовые сооружения. М. : АСВ, 2003 – 464 с.
4. Винников ВВ, Экономика предприятия морского транспорта. Экономика морских перевозок. Одесса: Латстар, 2001 – 416 с.
5. Данилов А.И., Миронов Е.У., Спичкин В.А. Изменчивость природных условий в шельфовой зоне Баренцева и Карского морей. Санкт-Петербург: ААНИИ, 2004.
6. Алексеев В.В., Гридина Е.Г., Кулагин В.П., Куракина Н.И. Оценка качества сложных объектов на базе ГИС // Сборник трудов Международного симпозиума "Надежность и качество 2003". - Пенза 2003.
7. Алексеев В.В., Куракина Н.И., Желтов Е.В. Система моделирования распространения загрязняющих веществ и оценки экологической ситуации на базе ГИС // журнал "Информационные технологии моделирования и управления", №5(23), Воронеж, 2005
8. Арикайнен А.И. Судоходство во льдах Арктики. - М.: Транспорт. – 1990.
9. С. Арутюнов У берегов ледовитого океана- М. «Русский язык» -1984
10. Развитие Северного морского пути (вып.2). – М.: СОПС. - 2000.
11. Присяжный М.Ю., Пономарёва Г.А. Экономическая и социальная география мира. Учебное пособие. - Якутск: НИПК Сахаполиграфиздат, 1999. - 103 с.
12. «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в арктических регионах России», А.Ю. Климентьев, А.Ю. Книжников, А.Ю. Григорьев; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М., 2017.



13. «Потенциал газификации Арктической зоны Российской Федерации сжиженным природным газом (СПГ)», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М., 2018.
14. «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г.».
15. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» (утв. Президентом РФ 18.09.2008 N Пр-1969).
16. Книпович Н. М. О термических условиях Баренцева моря в конце мая 1921 г. // Бюллетень Российского гидрологического института. 1921, № 9, с.10—12.
17. Кононова Н.К. Особенности циркуляции атмосферы северного полушария в конце XX — начале XXI века и их отражение в климате // Сложные системы. 2014. № 2 (11). С. 11—35.
18. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А. О разнонаправленности изменений глобального климата на материках и океанах // Доклады АН. 2005. Т. 400, № 1. С. 98—104.
19. Нигматулин Р.И. Заметки о глобальном климате и океанских течениях // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2012.Т. 48, № 1. С. 1—8.
20. Котляков В.М. Глобальные изменения климата: антропогенное влияние или естественные вариации? // Экология и жизнь. 2001. N 1. С. 44—47
21. Абдусаматов Х.И. О долговременных вариациях потока интегральной радиации и возможных изменениях температуры в ядре Солнца// Кинематика и физика небесных тел. 2005, Т. 21. 471 с.
22. Молчанов А.М. Гипотеза резонансной структуры Солнечной системы // Пространство и время. 2013. 1(11). С. 34—48.
23. Жуковский Е.Е., Киселева Т.Л., Мандельштам С.М. Статистический анализ случайных процессов. Л.:Гидрометеиздат, 1976, 406 с

24. Аскназия А.И. К вопросу о методике долгосрочных прогнозов погоды // Метеорология и гидрология. 1936. №10
25. Гирс А.А., Кондратович К.В. Методы долгосрочных прогнозов погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 42 с.
26. Мохов И.И., Хон В.Ч., Рекнер Э.. Изменения ледовитости Арктического бассейна в XXI веке по модельным расчетам: оценка перспектив Северного морского пути. Доклады РАН, 2007, 414, с. 814—818.
27. Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Фролов С.В., Соколов В.Т. Ледовые условия плавания в Арктическом бассейне в летний период 2018 года // Российская Арктика Москва 2018 №2 С. 31 – 40.
28. Визе О.Ю. Климат морей Советской Арктики. -Л.-М.: Изд. Главсевморпути, 1940- 124 с.
29. Егоров А.Г., Спичкин В.А. Метод локально-генетической типизации ледовых условий // Труды ААНИИ, 1994. С. 146-163.
30. Лебедев С.А. Методика обработки данных спутниковой альтиметрии для акваторий Белого, Баренцева и Карского морей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 13. № 6. 2016.С. 203-223.
31. Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов. // Краткие итоги реализации / Программы фундаментальных исследований/ Отделения наук о Земле РАН № 13 в 2012 –2014 гг., – М., Институт географии РАН. 2014. – 166 с.
32. Башмачников И.Л., Юрова А.Ю., Бобылева Л.П., Весман А.В. Сезонная и межгодовая изменчивость потоков тепла в районе Баренцева моря // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. Том 54. №2. С. 239 – 249.
33. Костылев А., Сазонов К.Е. Мировой опыт изучения методов управления ледовой обстановкой // Арктика: экология и экономика, Т. 3, № 23, 2016. С. 86-97.
34. Ефимов Я.О., Сочнев О.Я., Корнишин К.А., Тарасов П.А., Сальман А.Л., Глазовский А.Ф., Лаврентьев И.И., Мамедов Т.Э. Исследование

ледников Российской Арктики для обеспечения айсберговой безопасности работ на шельфе // Нефтяное хозяйство, № 10, 2018. С. 92-97.

35. Шеломенцев А.Г., Хоштария В.Н., Чурсина Н.В. [электронный ресурс ]: Арктический цейтнот: фактор времени при реализации лицензионных соглашений на поисково-оценочном этапе // Тр. Межд. Конф. «Нефть и газ арктического шельфа», 15-17 ноября 2006 г., Мурманск.

36. Инструмент LandViewer. Сайт. URL: - <https://eos.com/landviewer/> (дата обращения 20.01.2022).

37. Платформа по размещению научных исследовательских работ ResearchGate. Сайт. URL: - <https://www.researchgate.net/profile/Nikita-Savateev> (дата обращения 21.01.2022)

Приложение А – Сертификат об участии в научно практической конференции

