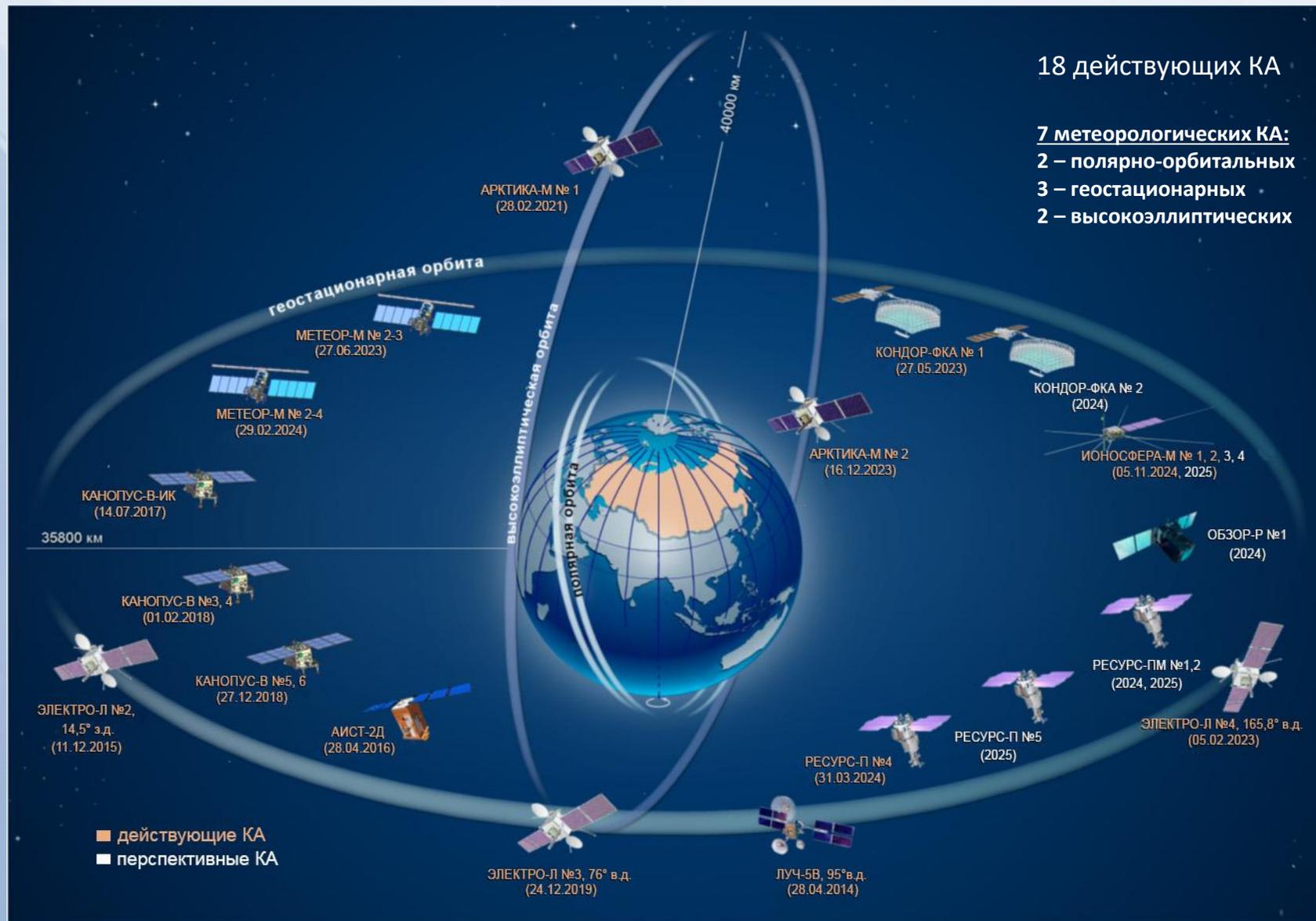


Асмус В.В., Крамарева Л.С., Тасенко С.В., Хайлов М.Н., Ширшаков А.Е., Шумаков И.А.

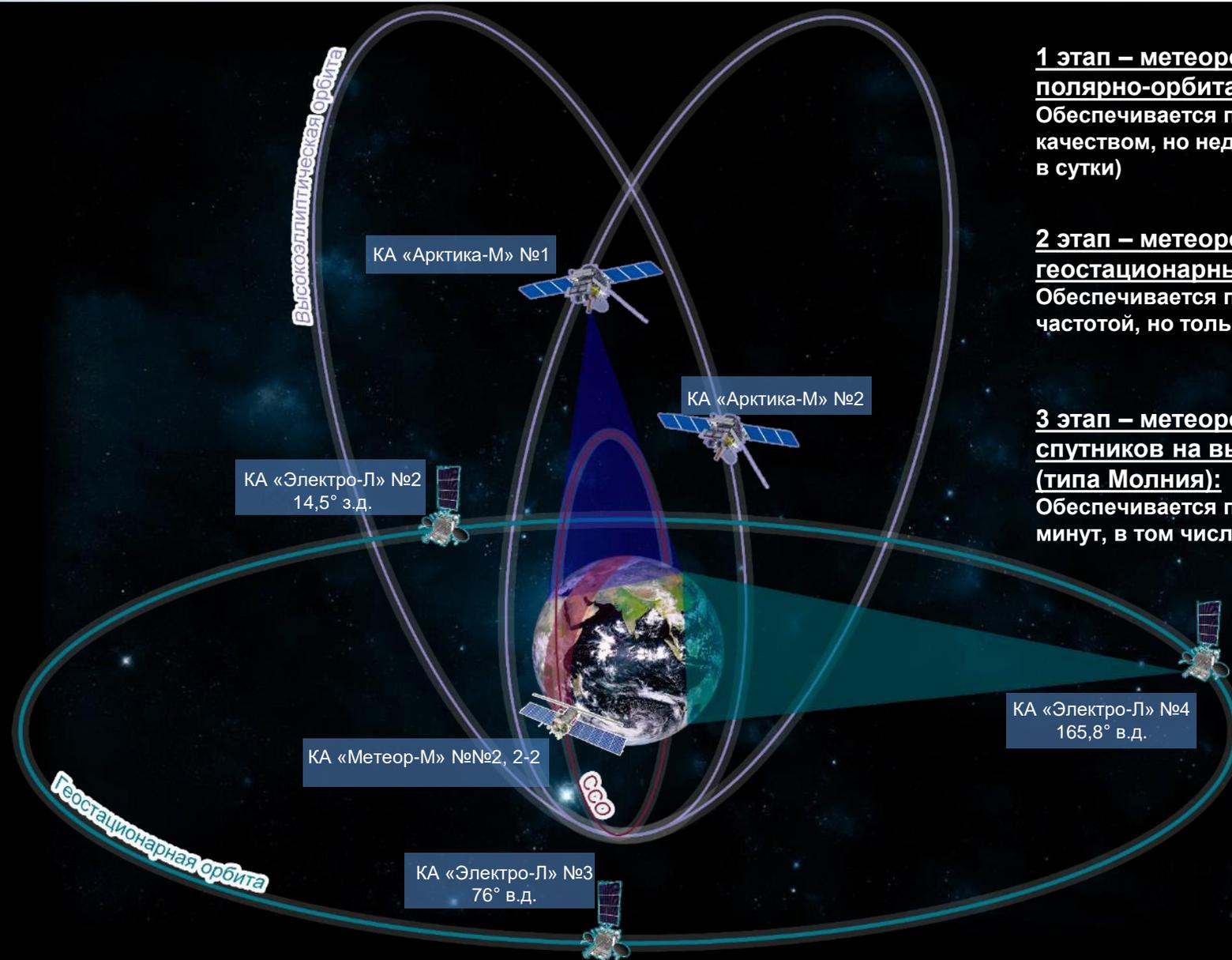
# Высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика-М»

*Докладчик: директор Дальневосточного центра ФГБУ «НИЦ «Планета»  
Крамарева Любовь Сергеевна*

# Действующая и создаваемая группировка российских космических аппаратов



# Преимущества КС «Арктика-М»



**1 этап – метеорологические наблюдения с полярно-орбитальных спутников:**  
Обеспечивается получение данных с высоким качеством, но недостающей оперативностью (2 раза в сутки)

**2 этап – метеорологические наблюдения с геостационарных спутников:**  
Обеспечивается получение данных с высокой частотой, но только до широт около 60° с.ш.

**3 этап – метеорологические наблюдения со спутников на высокоэллиптической орбите (типа Молния):**  
Обеспечивается получение данных каждые 15 минут, в том числе полярной шапки

Параметры орбиты  
КА «Арктика-М»:

- высота апогея - 40000 км
- высота перигея - 1000 км
- наклонение - 63°
- период обращения - 12 ч  
(из которых 6,5 часов – рабочий участок орбиты)

## Назначение космической системы «Арктика-М»

1. **Получение и обработка многоспектральных снимков облачности и поверхности Земли в пределах наблюдаемого диска Земли в арктическом регионе, недоступном для наблюдения с геостационарной орбиты, для решения задач:**
  - анализа и прогноза погоды;
  - анализа и прогноза состояния морей и океанов;
  - анализа и прогноза условий для полетов авиации;
  - мониторинга климата и глобальных изменений;
  - контроля чрезвычайных ситуаций;
  - экологического контроля окружающей среды и др.
2. **Получение и обработка гелиогеофизических данных на высоте орбиты о низкоэнергичных электронах и протонах, о протонах галактического космического излучения, о векторах магнитной индукции.**
3. **Сбор и ретрансляция информации с платформ сбора данных (ПСД), расположенных в арктическом регионе, недоступном для связи через геостационарные спутники.**
4. **Обеспечение двусторонней радиосвязи между станциями приема данных и гидрометеорологическими пунктами сети наземных платформ сбора данных Росгидромета.**
5. **Ретрансляция сигналов от аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ.**

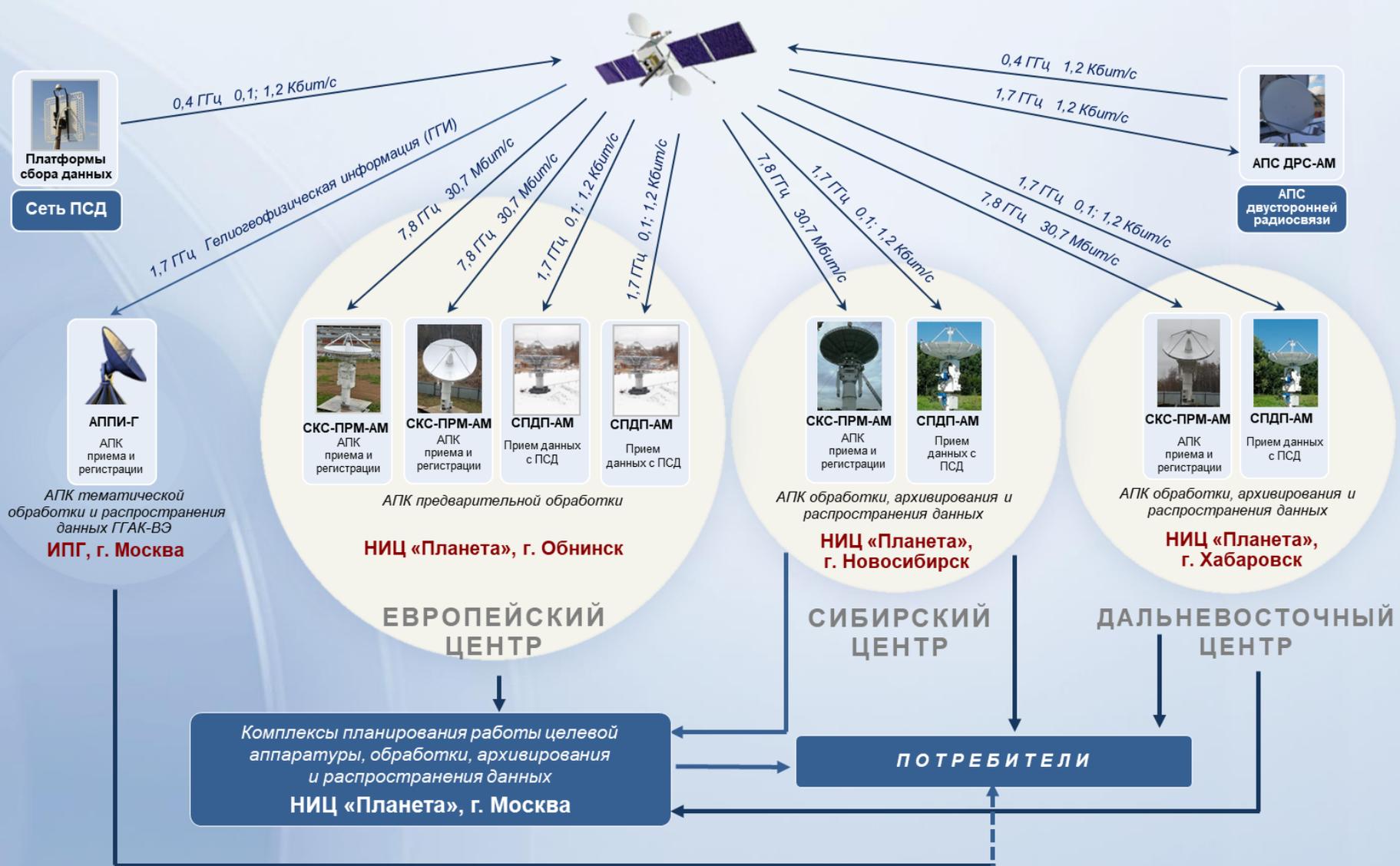
## Основные характеристики аппаратуры МСУ-ГС/ВЭ

Съемочная аппаратура позволяет обеспечивать съемку арктического региона Земли в видимом и инфракрасном диапазонах спектра с разрешением 1 и 4 км соответственно и с периодичностью 15-30 минут.



№ канала	Спектральный диапазон, мкм	Решаемые задачи
1	0.5 – 0.65	Детектирование облачности, слежение за облаками - трассерами для определения направления ветра, наблюдения аэрозоля, микрофизики облачности, снега, льда
2	0.65 – 0.8	
3	0.8 – 0.9	
4	3.5 – 4.01	Детектирование низкой облачности, туманов, оценки температуры поверхности океанов (ТПО) и температуры подстилающей поверхности (ТПС) для ночных условий
5	5.7 – 7.0	Наблюдения за водяным паром, оценки скорости ветра, высоты полупрозрачной облачности
6	7.5 – 8.5	Наблюдения полупрозрачной слоистой облачности
7	8.2 – 9.2	
8	9.2 – 10.2	Мониторинг общего содержания озона, оценка скорости ветра в нижней стратосфере
9	10.2 – 11.2	Оценка ТПО, ТПС, количества осаждаемой воды над океанами, слежение за облаками - трассерами для определения скорости и направления ветра, определение характеристик облачности, детектирование пыльных, песчаных и вулканических аэрозолей
10	11.2 – 12.5	

# Функциональная схема НКПОР КА Арктика-М



# Космическая система сбора данных с наблюдательной сети Росгидромета

На 20 сентября 2024 г. система сбора данных включает 696 пунктов наблюдений (● ● ●), в том числе **141** труднодоступных станций (●) и **49** гидрологических постов (●).

— линия ограничения видимости геостационарных КА



Система включает:

- спутниковые радиотерминалы, передающие информацию в диапазоне частот 401-403 МГц;
- ретрансляторы на КА;
- станции приема данных, работающие в диапазоне частот 1696-1698 МГц.

Достигнута скорость передачи 2400 бит/с при международном стандарте 100 бит/с.

Сбор гидрометеорологических данных через КА «Арктика-М» расширяет зону покрытия системы на базе геостационарных КА «Электро-Л» №2, «Электро-Л» №3, «Луч-5В» на арктический регион, что обеспечит сбор порядка 1,9 млн. сообщений в год.



Европейский центр

Сибирский центр  
НИЦ «ПЛАНЕТА»

Дальневосточный центр

Спутниковые радиотерминалы, размещенные на:



AMK



AGK



AMC

# Система двусторонней космической радиосвязи

Аппаратура, размещаемая на наблюдательных пунктах Росгидромета



**Впервые в мире** на базе частотного ресурса метеорологических спутников разработана система двусторонней радиосвязи, использующая отечественные технические средства и российские геостационарные (Электро-Л, Луч-5) и высокоэллиптические (Арктика-М) спутники. США, ЕС и Япония планируют создание подобных средств связи не ранее 2028 года.

Система двусторонней радиосвязи является следующим этапом развития космической системы сбора данных с наблюдательной сети Росгидромета.

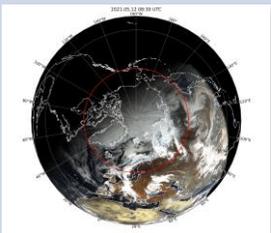
Связь осуществляется между наблюдательными пунктами и станциями приема данных, расположенных в Европейском, Сибирском и Дальневосточном Центрах НИЦ «Планета». Введение обратного канала связи позволяет создавать автономные комплексы наблюдений, управляемые дистанционно, осуществлять сеансы связи с удаленными пунктами.

В состав средств, размещаемых на наблюдательных пунктах, входят приемопередающие устройства с передающей (размером 60x60 см) и приемной (с диаметром 90 см) антеннами.

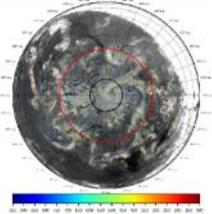
# Целевые задачи, решаемые с применением данных КА Арктика-М

Анализ и прогноз погоды

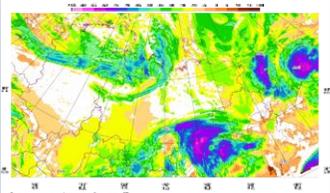
Анимационные карты облачности



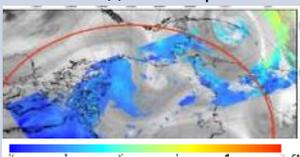
Карты векторов ветра



Карты температуры и высоты  
верхней границы облачности

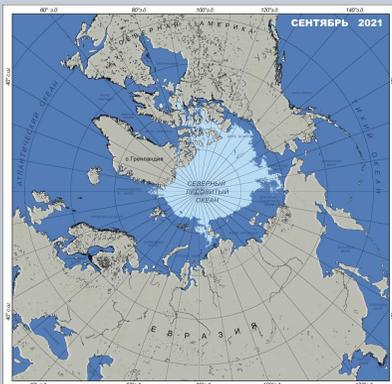


Определение общего содержания  
водяного пара

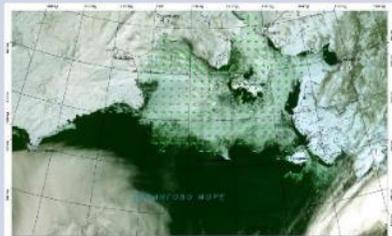


Анализ и прогноз состояния  
морей и океанов

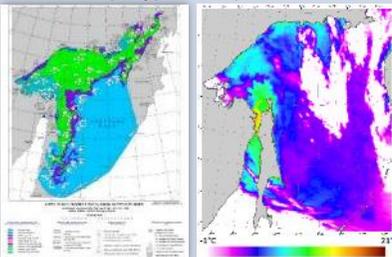
Карты распространения льда



Мониторинг дрейфа льда

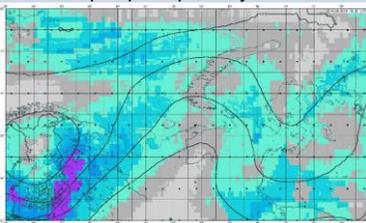


Карты параметров ледяного покрова  
и температуры поверхности океана



Анализ и прогноз условий  
для полетов авиации

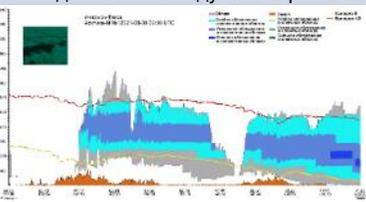
Определение максимальной скорости  
ветра при порывах у земли



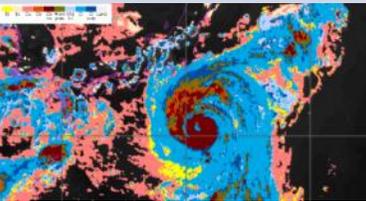
Детектирование зон и интенсивности  
осадков



Вертикальные разрезы облачности  
и обледенения по воздушным трассам

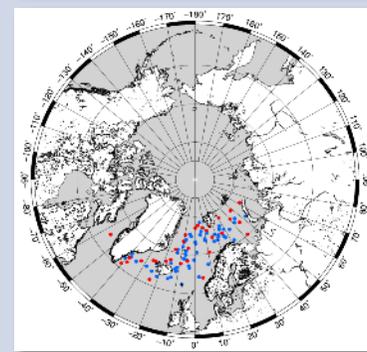
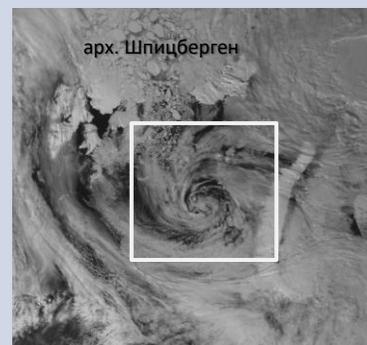


Типы облачности



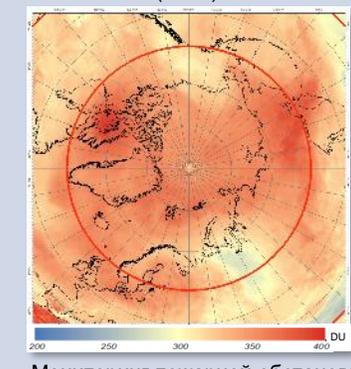
Мониторинг ОЯ  
(полярные мезомасштабные  
циклоны)

Мониторинг и анализ эволюции  
полярных мезомасштабных  
циклонов

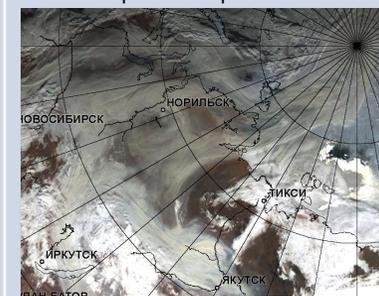


Контроль экологического  
состояния окружающей  
среды и др.

Карта общего содержания озона  
(СОЗ)



Мониторинг пожарной обстановки



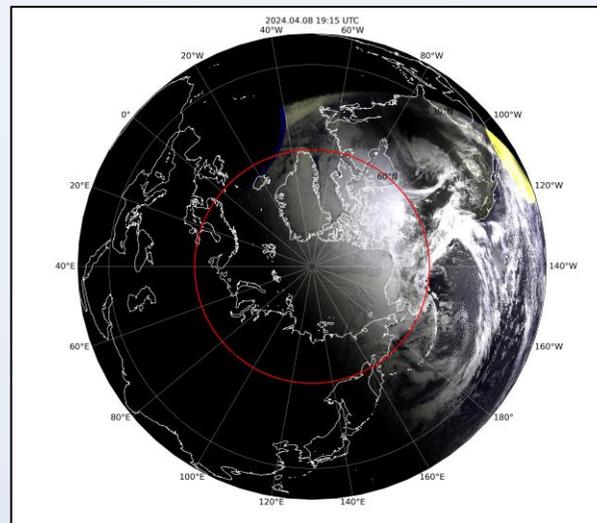
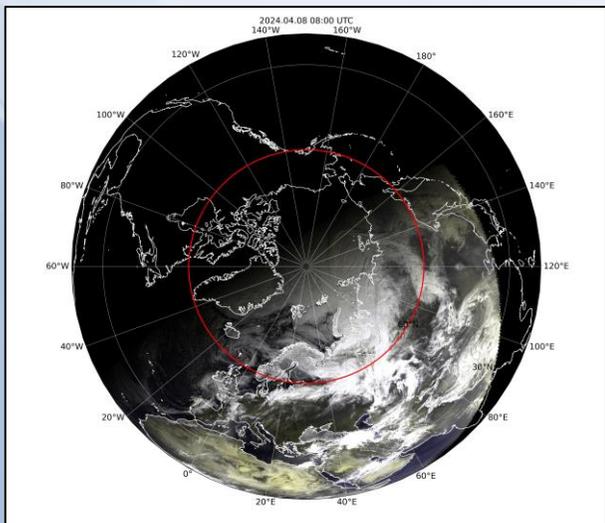
Мониторинг активности вулканов



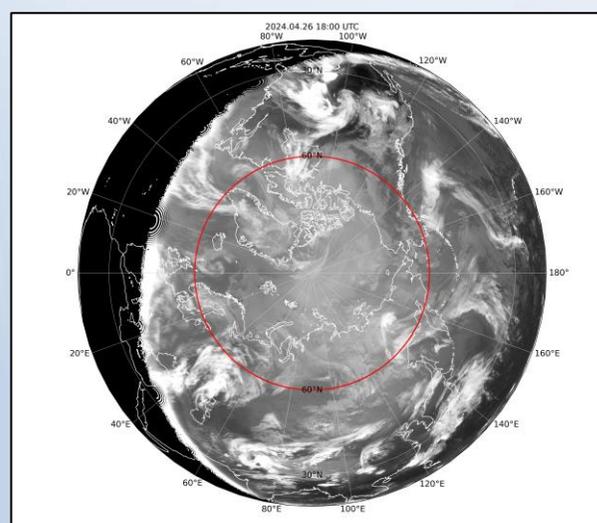
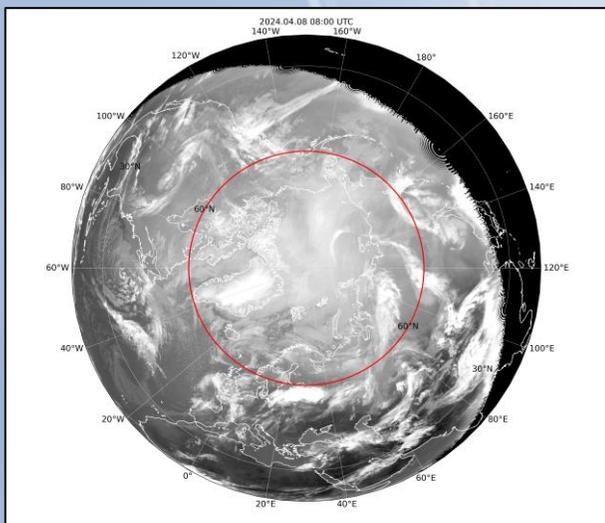
# Анализ и прогноз погоды



## Анимационные карты облачности в видимом и инфракрасном диапазонах



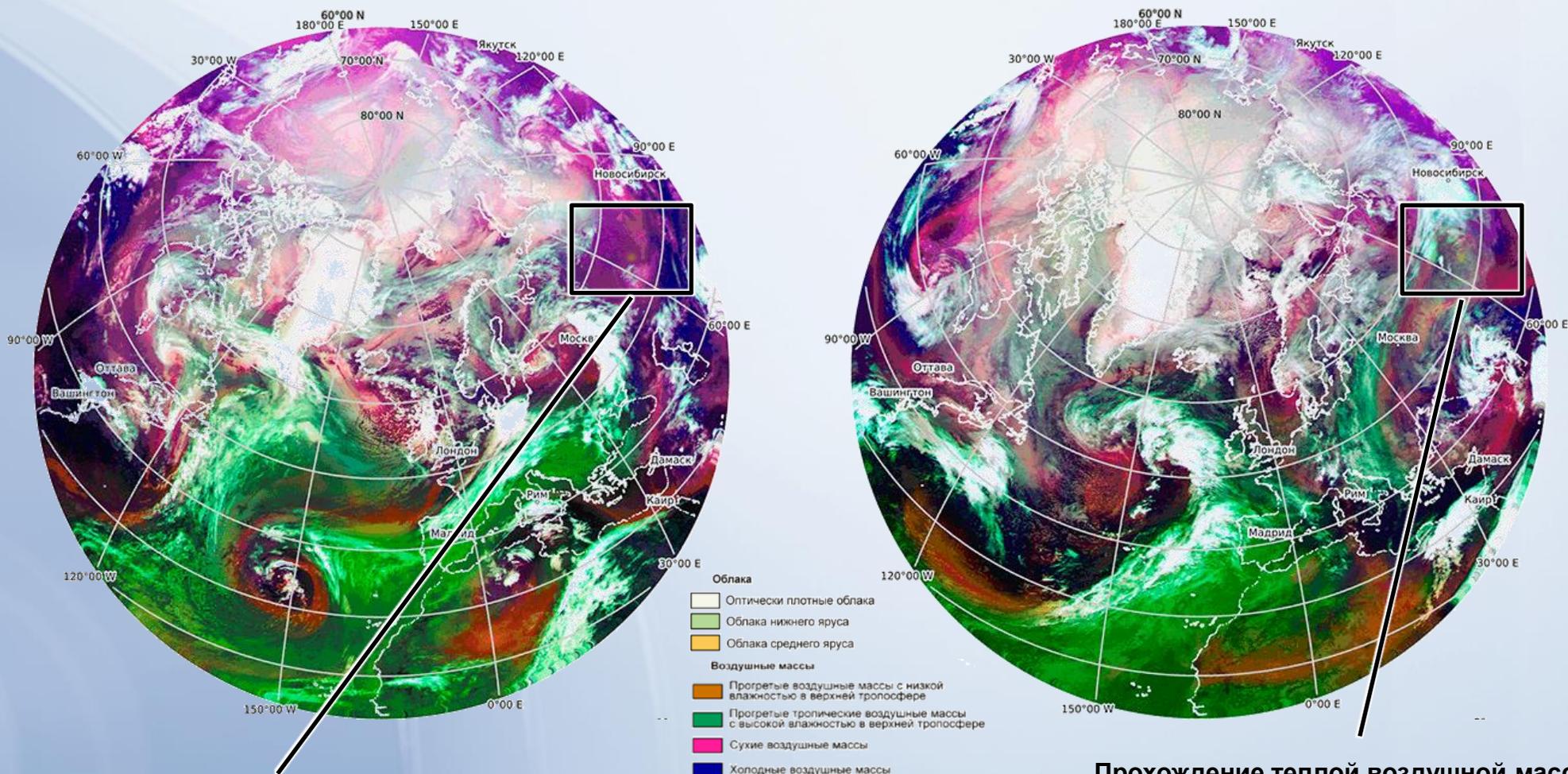
**R: 0,9 мкм; G: 0,7 мкм; B: 0,6 мкм**



**Спектральный канал 10,2-12,1 мкм**

Статические и динамические карты облачности в видимом диапазоне спектра позволяют выполнять анализ процессов синоптического масштаба для прогноза погоды в региональном и глобальном масштабах в дневное время. Карты облачности в инфракрасном диапазоне спектра дают возможность проводить наблюдения за эволюцией облачных образований в Арктическом регионе круглосуточно.

# Анализ воздушных масс над Западной Сибирью



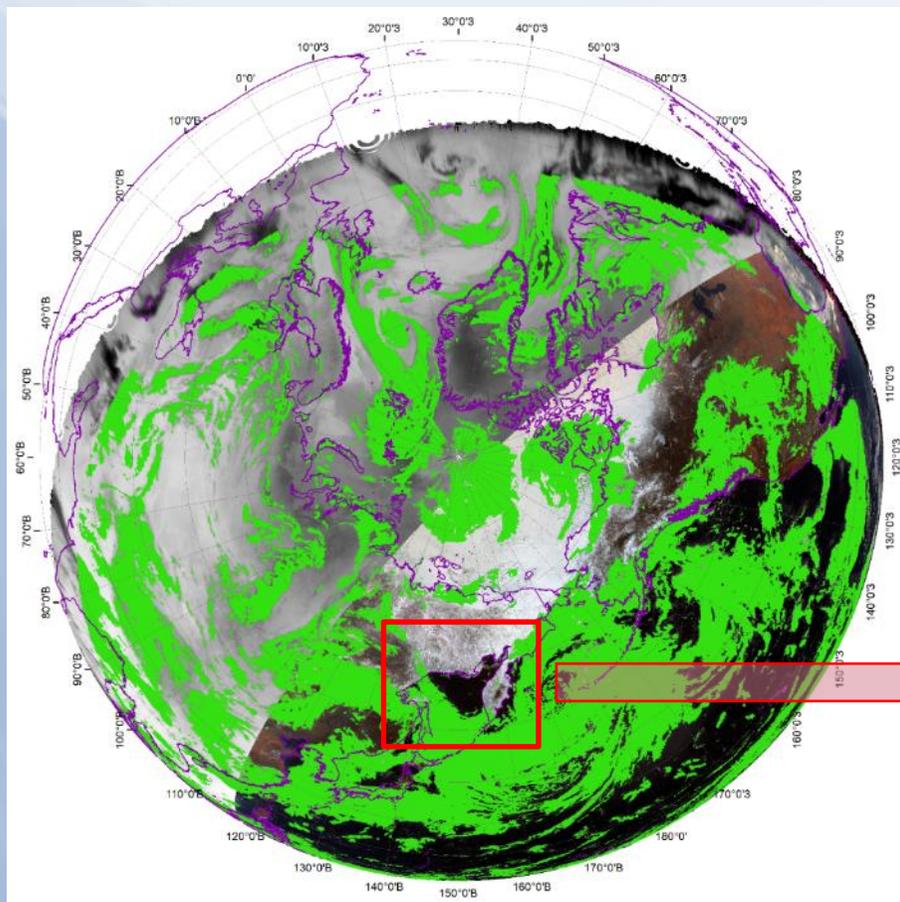
**Сухие и холодные воздушные массы**  
15.03.2024

Синтез - R: (6,4 мкм – 7,9 мкм) G: (10,0 мкм – 11,0 мкм) B: 6,4 мкм

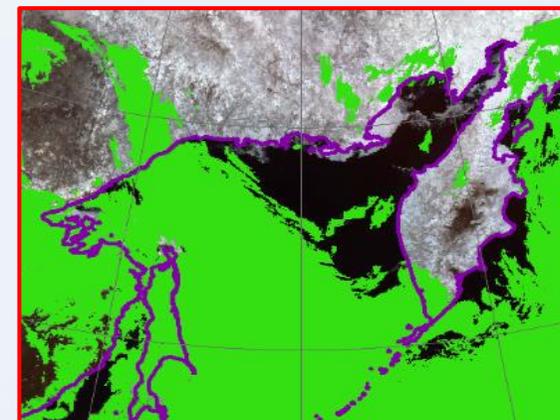
**Прохождение теплой воздушной массы**  
16.03.2024

Карты распознавания воздушных масс позволяют определять положение струйных течений, что крайне важно для авиации, оценивать влажность верхних слоев тропосферы, распознавать холодные и теплые воздушные массы на высотах, обнаруживать районы формирования циклонов

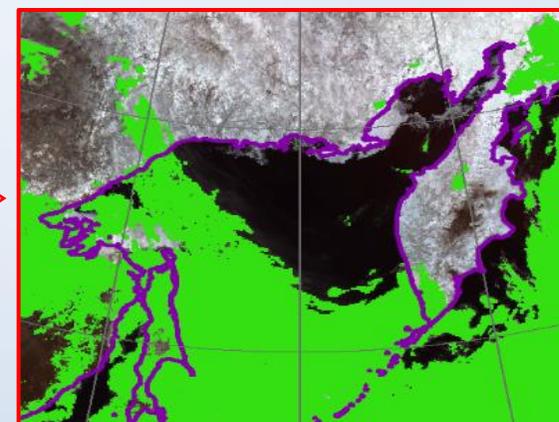
## Маска облачности



**КА Арктика-М №2** 21.04.2024 23:00 UTC



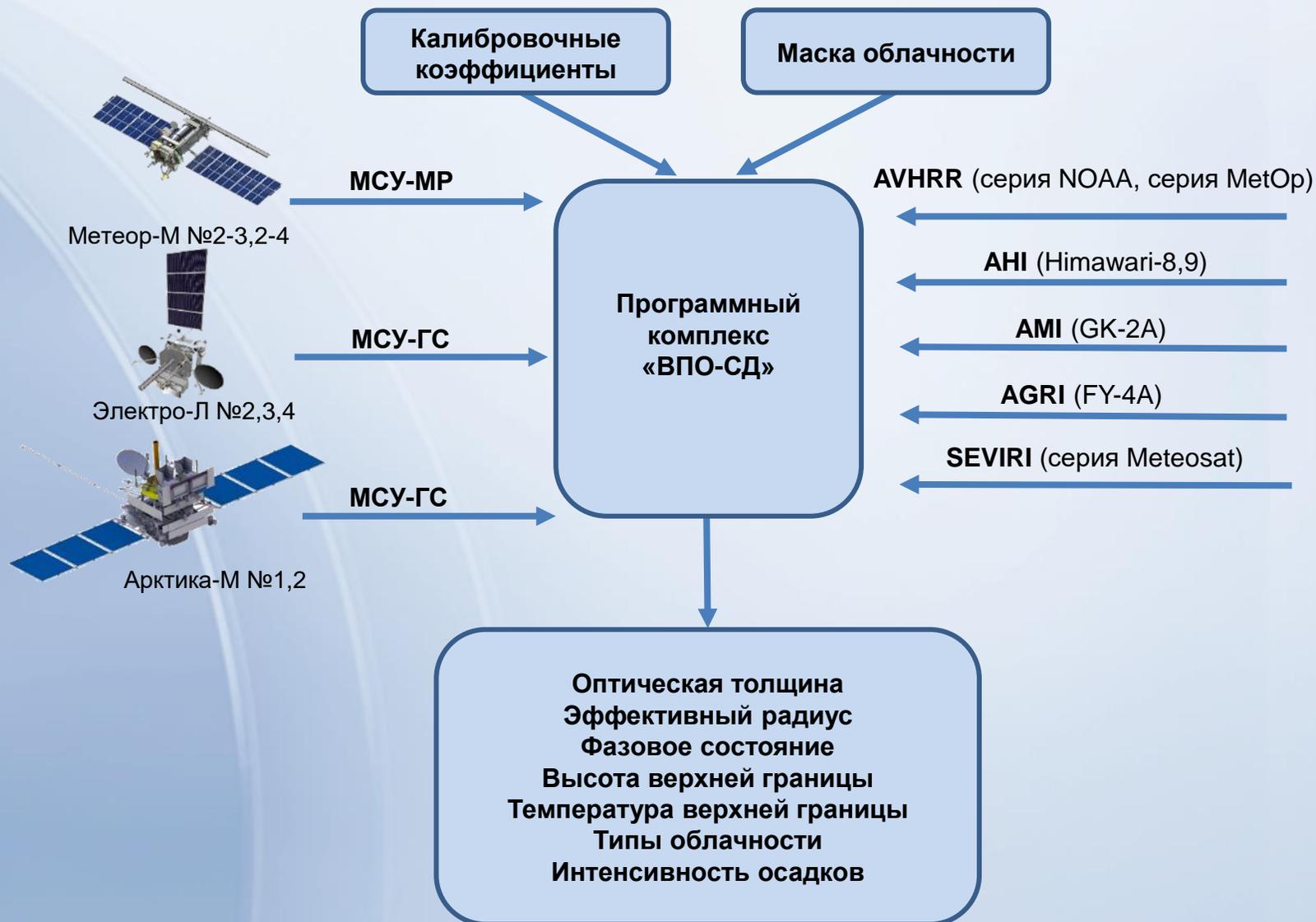
**КА Himawari-9**



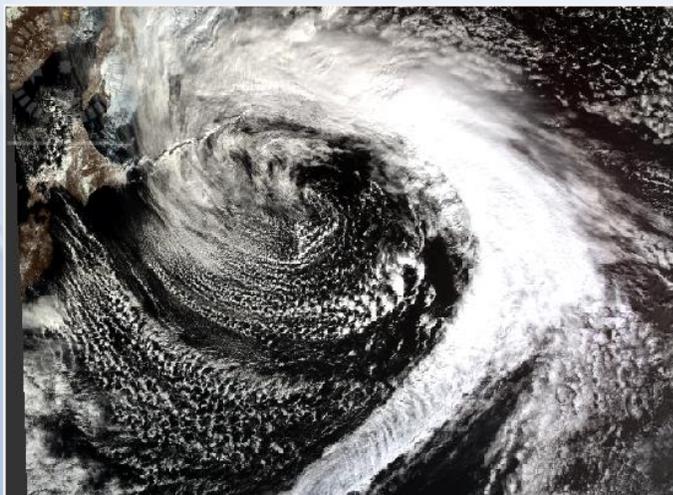
**КА Арктика-М №2**

Маска облачности является основой для построения большинства информационных продуктов, а также детектирования льда и снега. Использование нейросетевого подхода, который кроме яркостных анализирует также текстурные признаки объекта, позволило получить маску облачности, по точности сопоставимую с зарубежными аналогами.

# Программный комплекс восстановления параметров облачности по спутниковым данным «ВПО-СД»



## Микрофизические параметры облачности

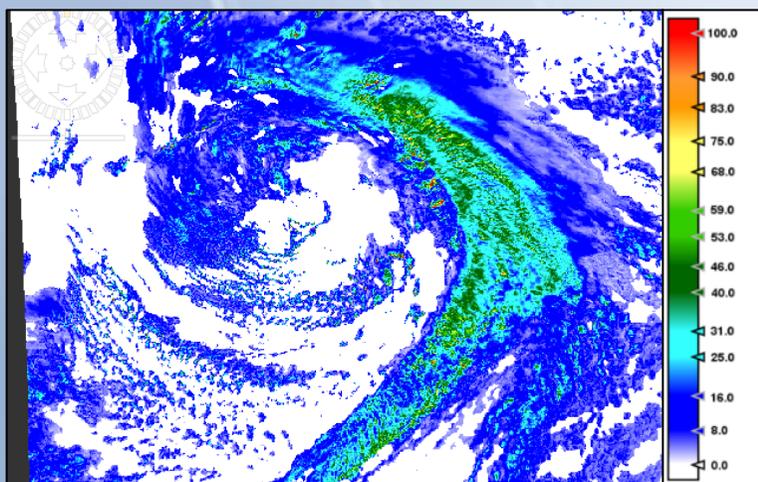


Цветосинтезированное изображение

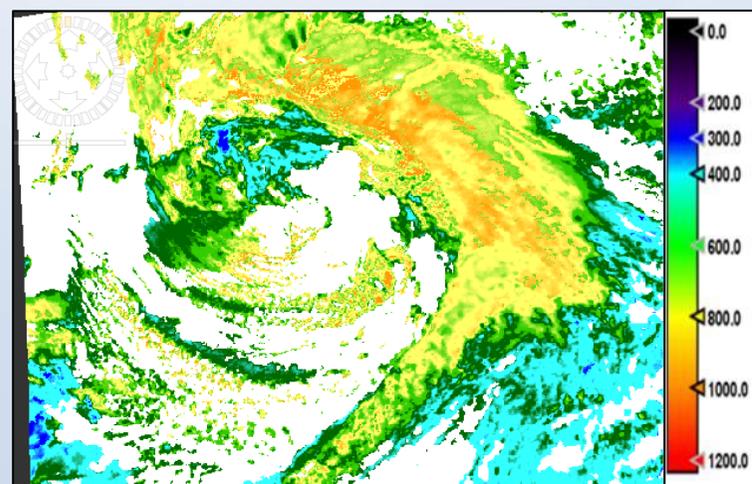
**R:** 0,9 мкм **G:** 0,7 мкм **B:** 0,6 мкм

19.03.2024 00:00 UTC

Микрофизические параметры облачности – оптическая толщина и эффективный радиус частиц, рассчитываемые по данным КА Арктика-М, используются в алгоритмах расчёта более важных характеристик облаков, таких как типы и водозапас, крайне необходимых для прогнозирования осадков и опасных явлений погоды.



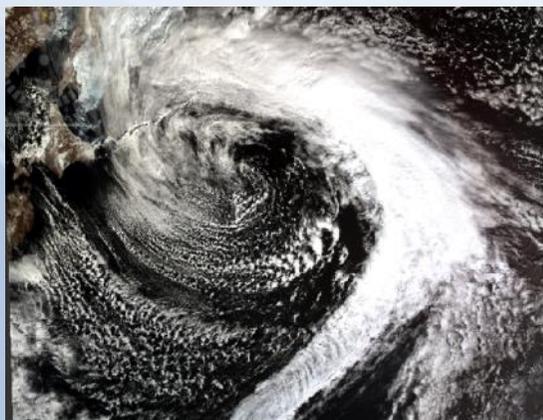
Оптическая толщина облачности



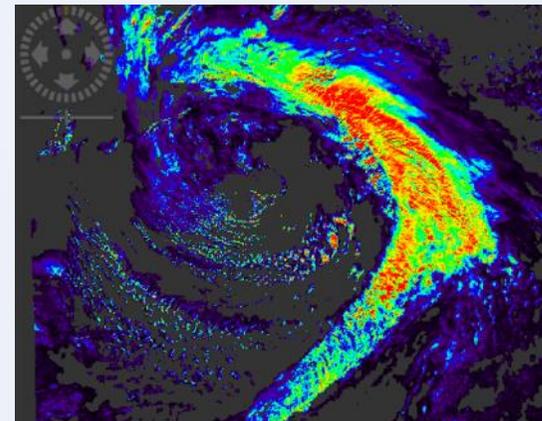
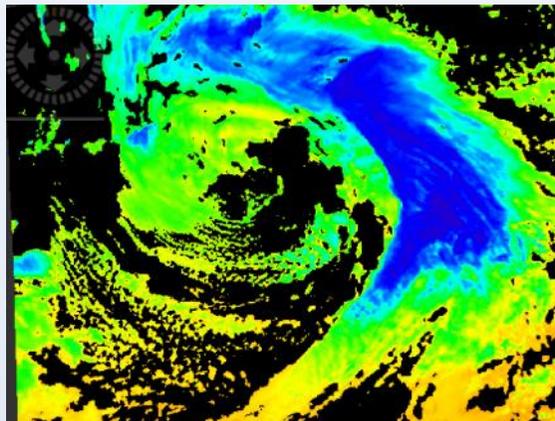
Эффективный радиус облачности, мкм

# Температура и высота верхней границы облачности

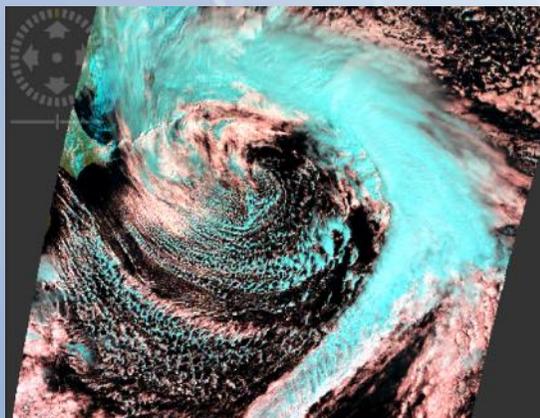
## КА Арктика-М №2



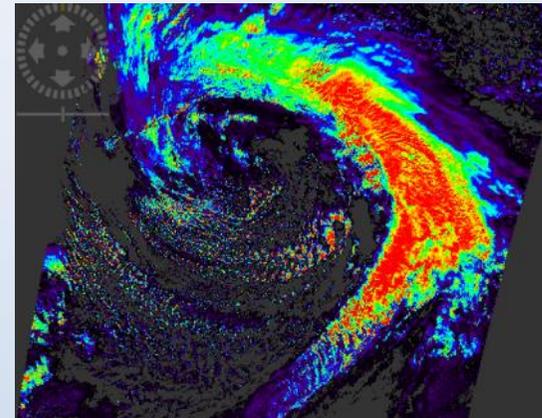
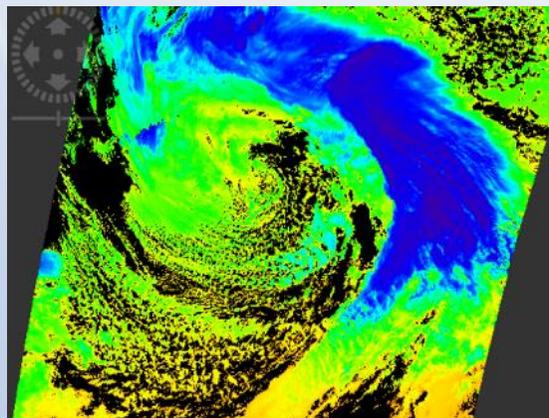
19.03.2024 00:00 UTC



## КА Himawari-9



19.03.2024 00:00 UTC



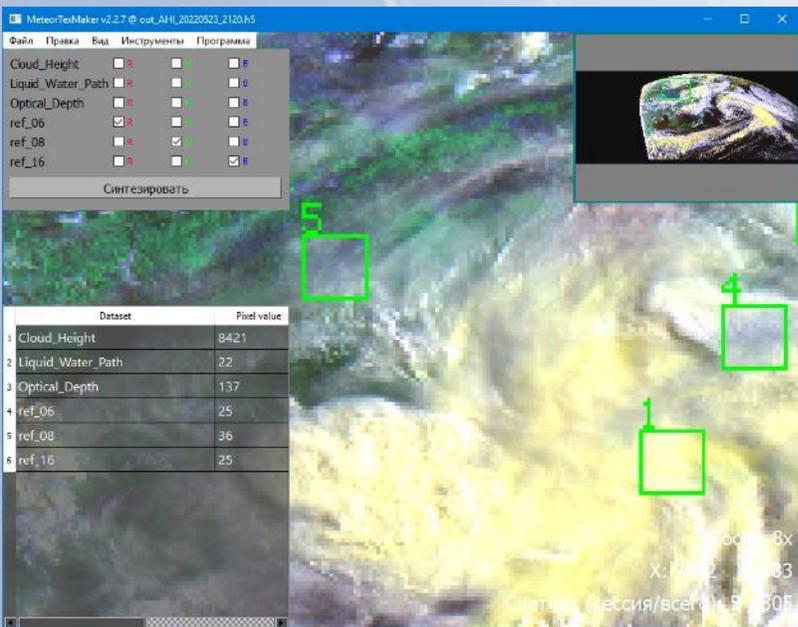
Температура и высота ВГО широко используются в арктической зоне, в том числе для детектирования так называемых облачных шапок, указывающих на возможность возникновения опасных явлений погоды.

# Типы облачности

Ядром алгоритма является нейросетевой классификатор, использующий микро- и макрофизические параметры для верхней границы облачности, рассчитанные с использованием программного комплекса **ВПО-СД**.

Для обучения классификатора были сформированы наборы данных на основе экспертных знаний опытных специалистов-дешифровщиков спутниковой информации. По результатам этой работы получены обучающие выборки для летнего и зимнего времени года в широких климатических условиях.

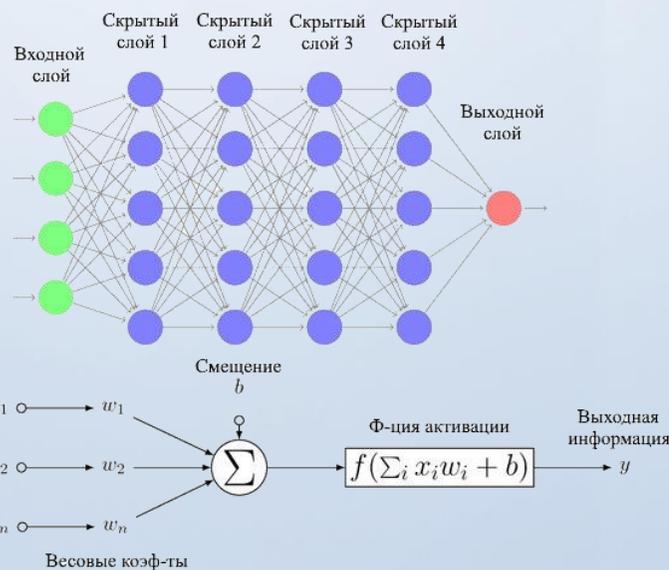
## ПО для формирования обучающих выборок



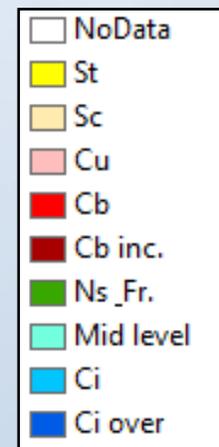
## Предикторы



## Классификатор



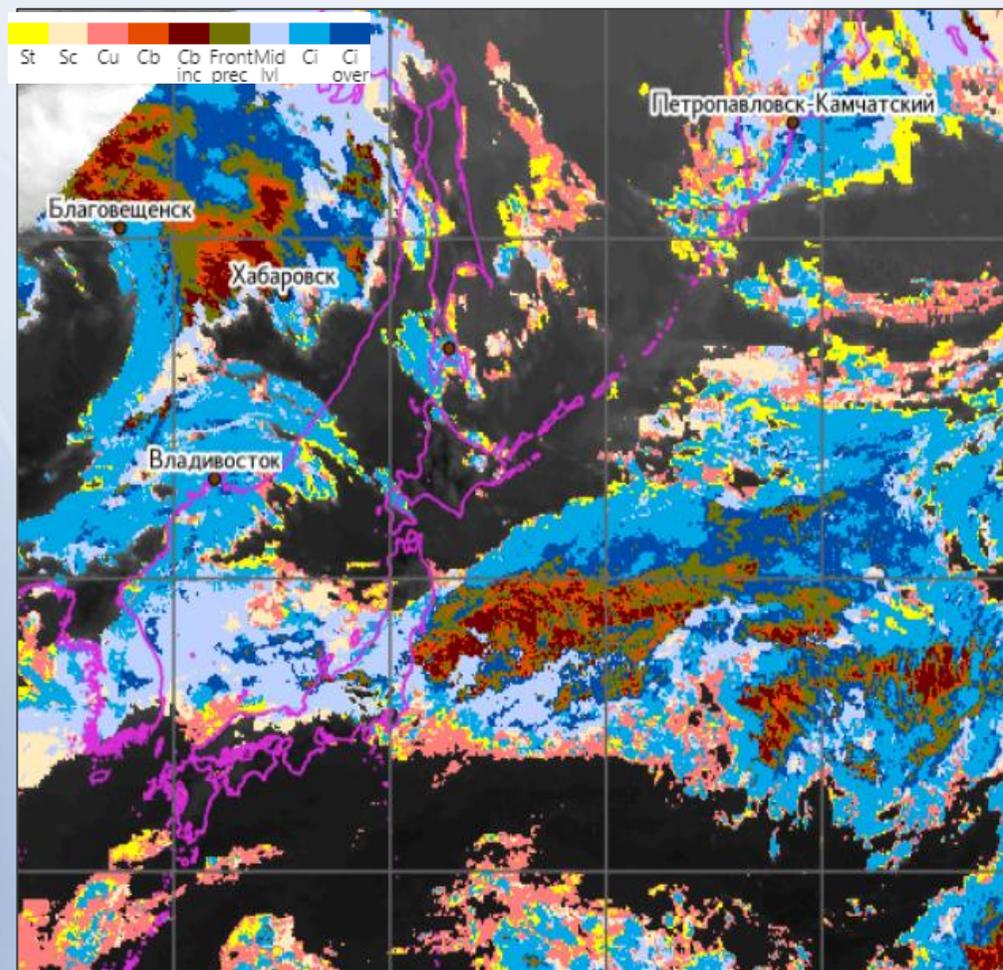
## Тип облака



# Визуализация типов облачности

Система визуализации ГИС Арктика

<https://apps.dvrcpod.ru/arcticgis/>



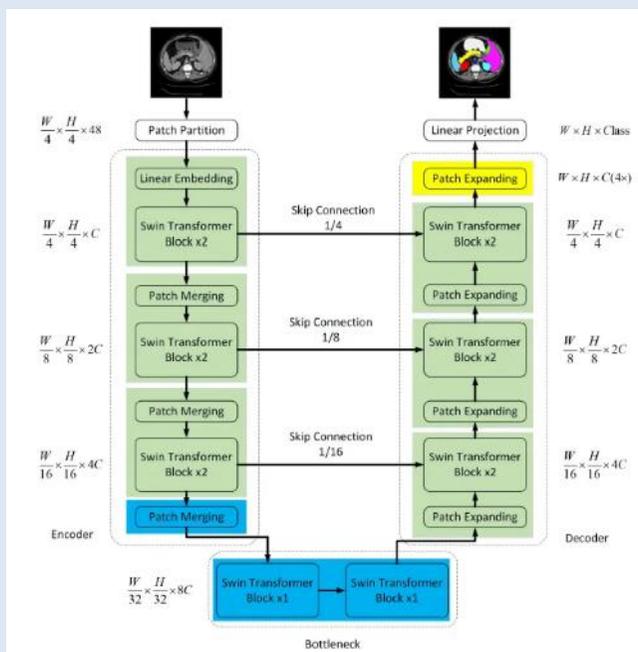
2023.09.27 03:00 UTC

КА Арктика-М №1

# Интенсивность осадков

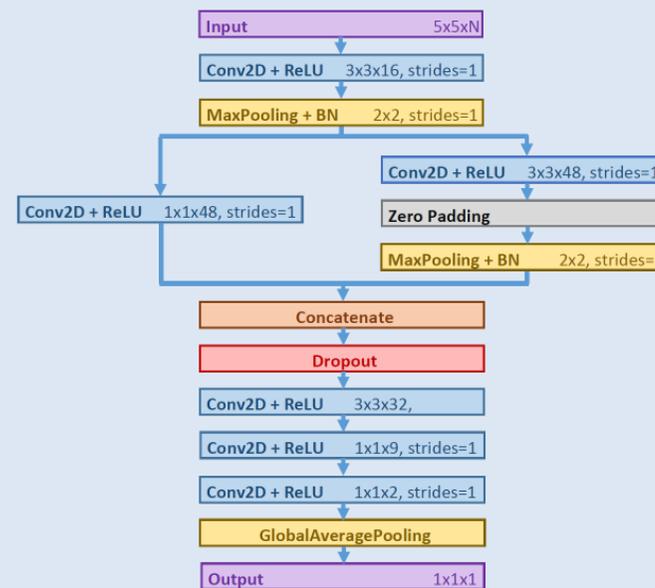
Метод основан на работе двух нейросетевых модулей:

А) Классификатор для обнаружения полей осадков



Модель классификации на основе визуального трансформера

Б) Регрессионная модель для оценки мгновенной интенсивности осадков в каждом пикселе

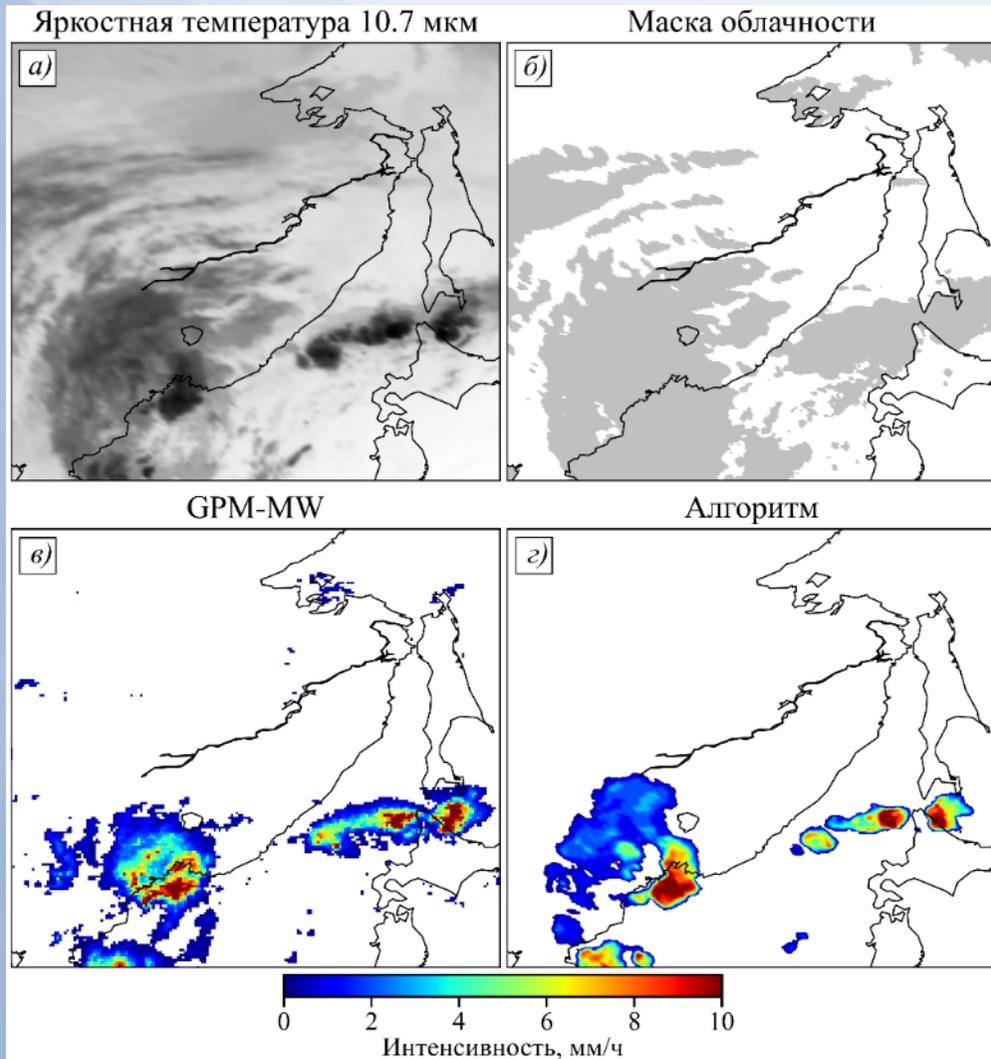


Модель регрессии на основе сверток

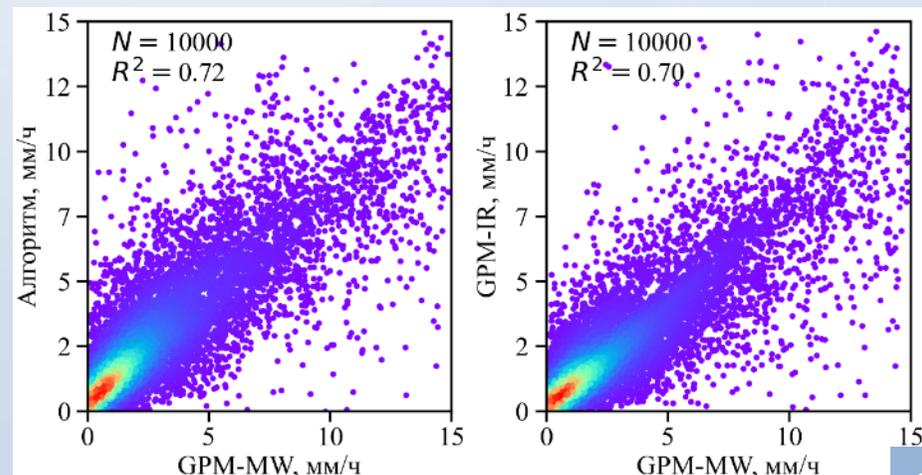
В качестве эталонных данных для обучения используется продукт GPM IMERG (<https://gpm.nasa.gov>).

# Интенсивность осадков

Сравнение с данными проекта по  
глобальному мониторингу осадков GPM IMERG



			< 3 мм/ч	3-10 мм/ч	10-20 мм/ч	>20 мм/ч
Июнь- сентябрь	Суша	RMSE	0.83	1.78	3.46	5.19
		Bias	-0.04	1.04	2.60	4.29
	Море	RMSE	1.10	2.07	4.17	6.33
		Bias	-0.10	1.10	3.12	5.15
Ноябрь- январь	Суша	RMSE	0.56	1.75	3.70	4.67
		Bias	0.11	1.18	2.96	3.87
	Море	RMSE	0.99	2.15	4.10	6.08
		Bias	-0.05	1.29	3.15	5.19



# Наукастинг осадков

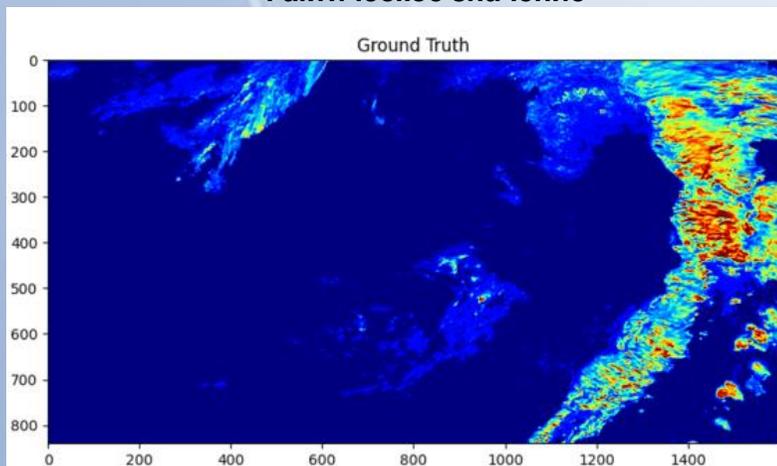
## Краткосрочный прогноз осадков на срок до 3 часов



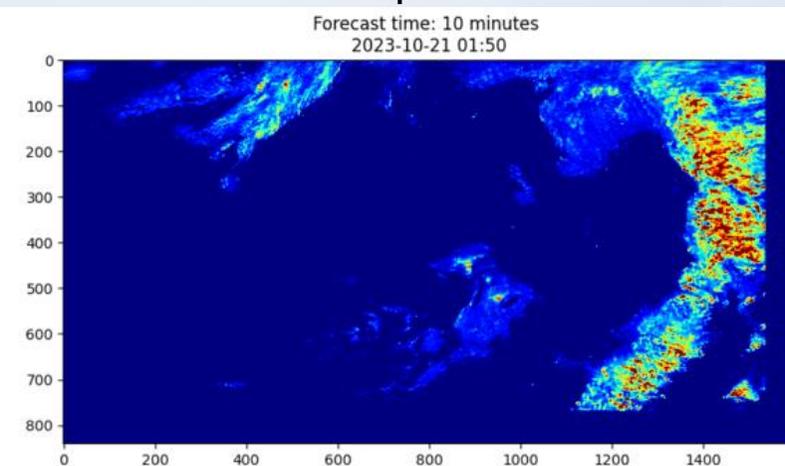
Для прогноза используется алгоритм, основанный на операторной нейронной сети. Модель по очереди прогнозирует перемещение полей осадков и изменение интенсивности с течением времени. Метод обладает более высокой точностью в сравнении с решениями на основе рекуррентных нейронных сетей и методов оптического потока. Представленный алгоритм адаптирован для работы в условиях отсутствия наземных радарных наблюдений.

### Пример прогноза осадков для КА Himawari-9

Фактическое значение

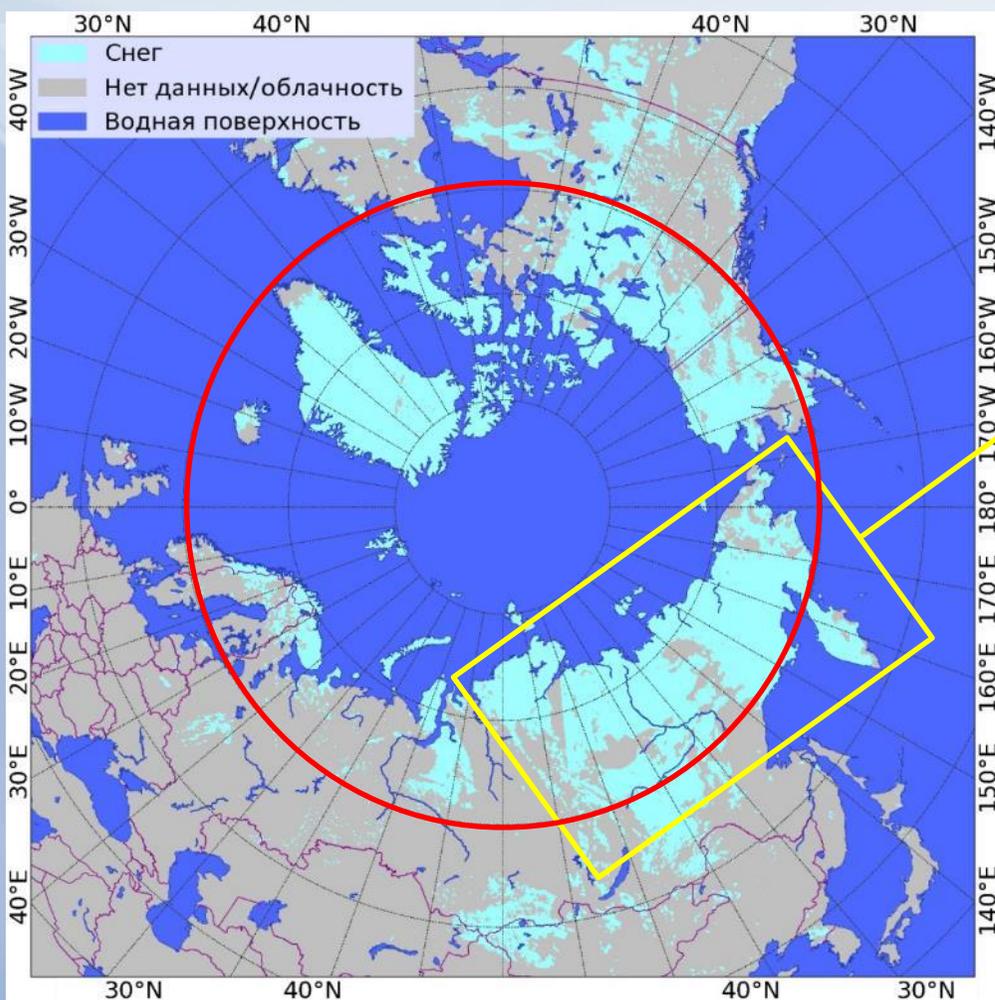


Прогноз

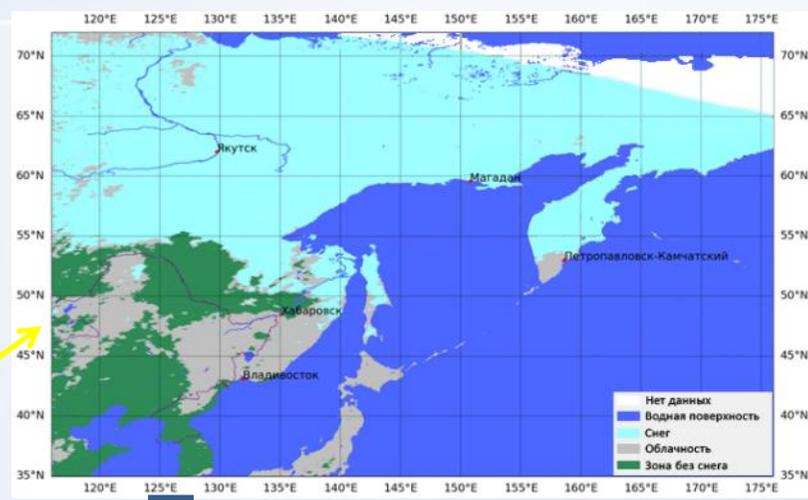


В дальнейшем планируется реализация для КА серии «Арктика-М».

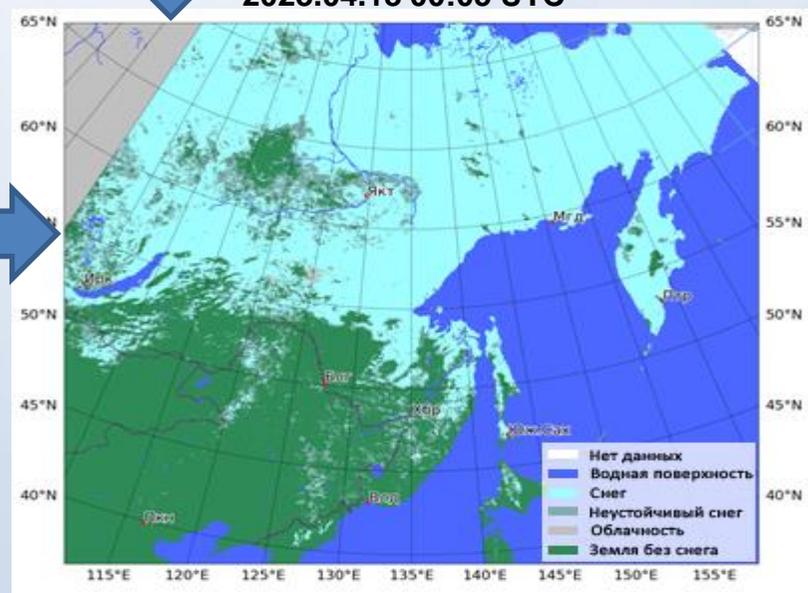
# Картирование снежного покрова



КА «Арктика-М» №1  
2023.04.18 03:00 UTC



КА «Terra»  
2023.04.18 00:05 UTC

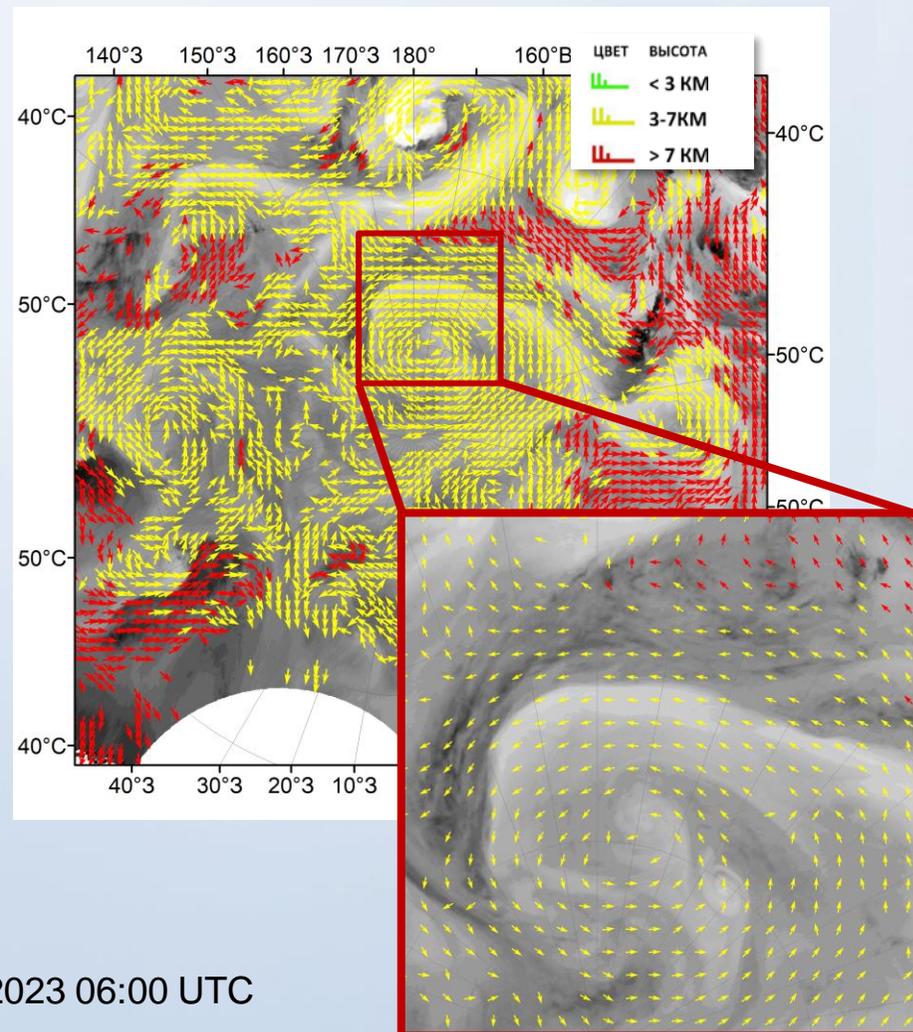
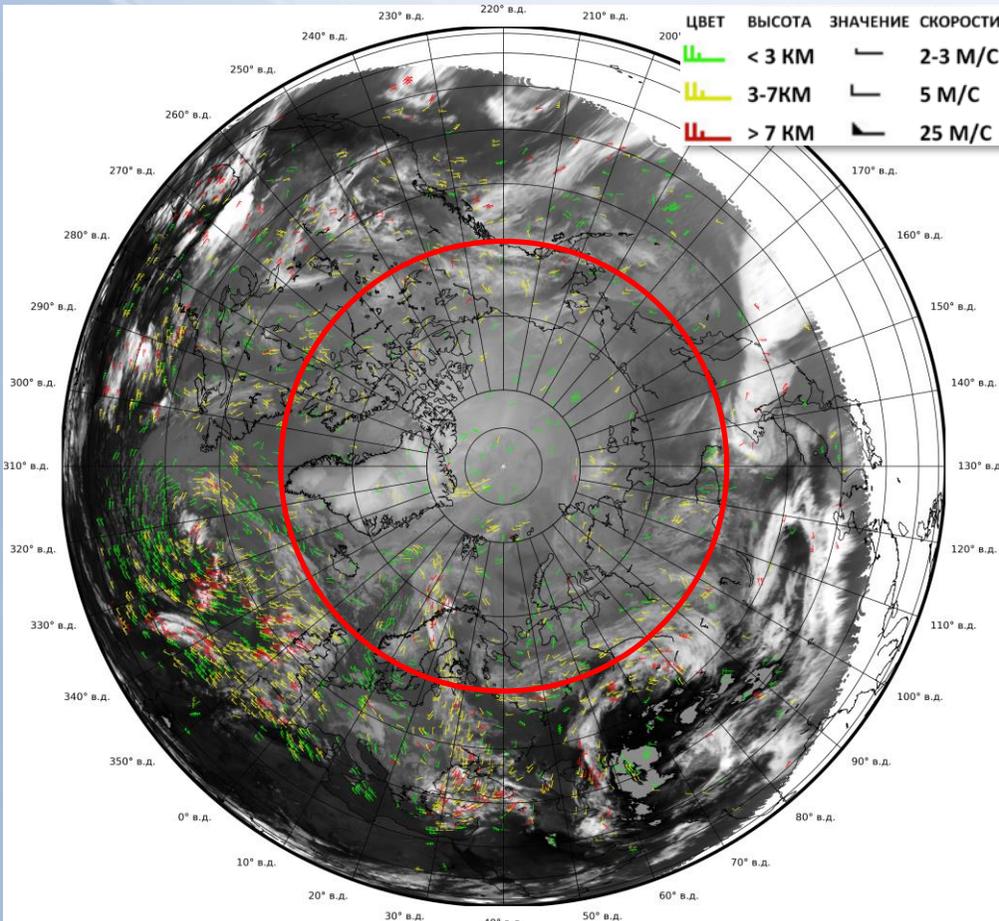


8-дневный КОМПОЗИТ  
2023.04.18-25

# Характеристики ветра в Арктическом регионе

Восстановление скорости и направления векторов  
ветра на верхней границе облачности  
по данным канала **10.7 мкм**

Восстановление скорости и направления векторов  
ветра на верхней границе полей водяного пара  
по данным канала **6.3 мкм**



06.04.2023 06:00 UTC

# Валидация

Валидация проводилась путем сравнения получаемых параметров ветра с данными прогностической модели GFS и данными радиозондирования атмосферы:

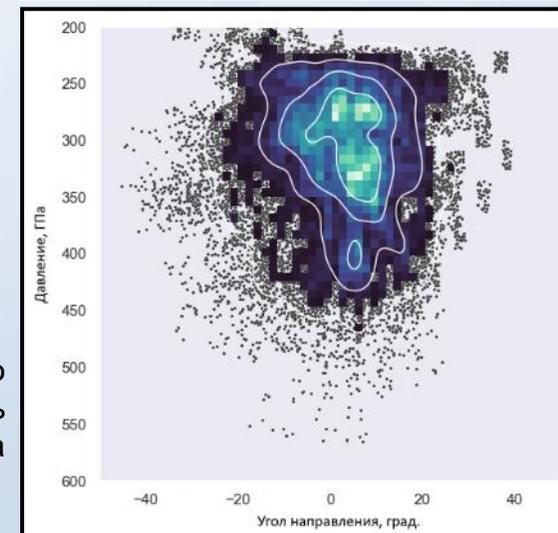
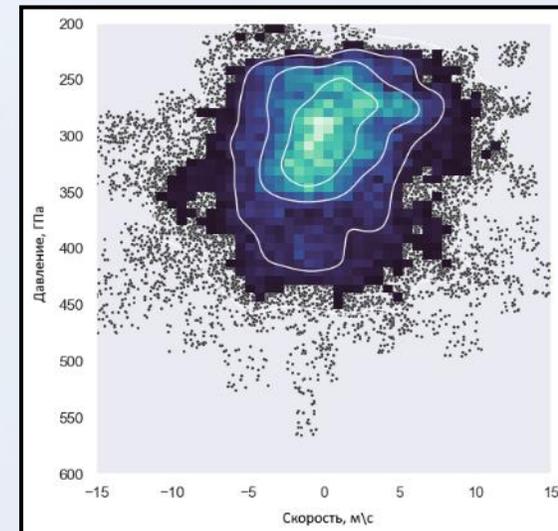
## КА Арктика-М №1 – Зонд

	Корреляция	MAE	RMSE	RMSVD	Количество точек
Канал с центральной длиной волны 10.7 мкм					
Направление	97.3 %	12.7 град.	17.1 град.	4.94 м/с	1172
Скорость	96.1 %	2.7 м/с	3.4 м/с		
Канал с центральной длиной волны 6.3 мкм					
Направление	84.1 %	12.9 град.	34.8 град.	4.33 м/с	2982
Скорость	96.2 %	2.3 м/с	2.9 м/с		

## КА Арктика-М №1 – GFS

	Корреляция	MAE	RMSE	RMSVD	Количество точек
Канал с центральной длиной волны 10.7 мкм					
Направление	81.7 %	14.7 град.	49.8 град.	5.01 м/с	10071737
Скорость	95.5 %	2.8 м/с	3.6 м/с		
Канал с центральной длиной волны 6.3 мкм					
Направление	83.8 %	13.6 град.	43.1 град.	4.19 м/с	20403589
Скорость	95.3 %	2.4 м/с	3.0 м/с		

Плотность распределения ошибок



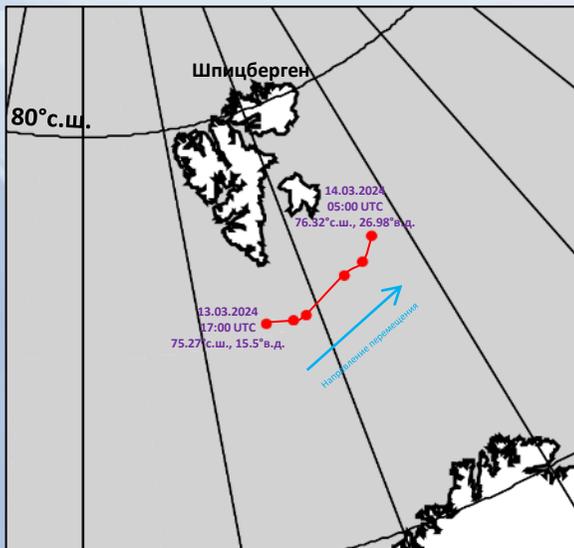
На графиках плотностей распределения ошибок по углу и скорости ветра относительно геопотенциальных уровней видно, что в большинстве случаев для валидации отбиралась облачность верхнего яруса. Но при этом стоит отметить, что основные области ошибок расчета векторов ветра близки к нулю и находятся в пределах допустимых значений.

\* Требования ВМО (Руководство по приборам и методам наблюдений. Космические наблюдения) : RMSVD для ГСО 5 м/с

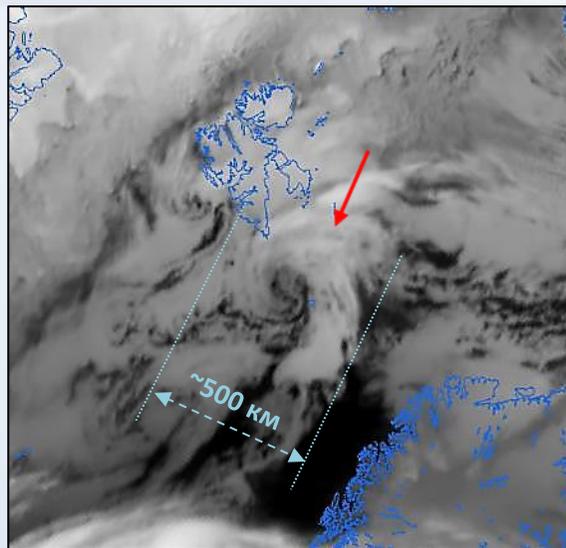
# Мониторинг опасных явлений погоды и полярных мезомасштабных циклонов



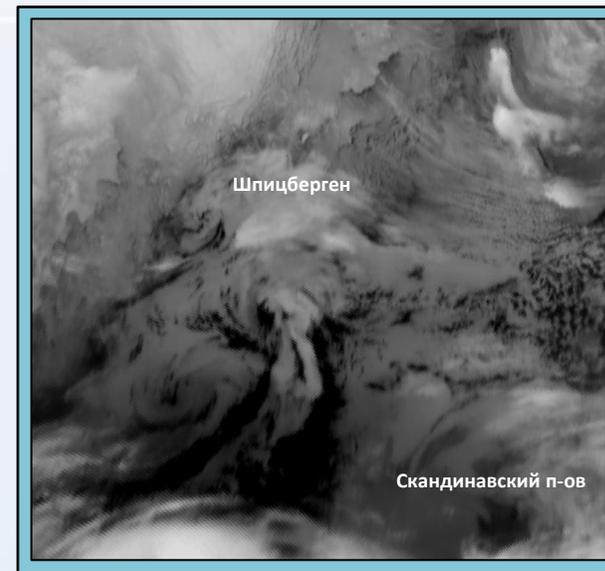
# Мониторинг полярных циклонов



Карта траектории полярного циклона по данным МСУ-ГС КА Арктика-М №1 и №2 1.03.2024 17:00 UTC - 14.03.2024 05:00 UTC



КА Арктика-М №1/МСУ-ГС (канал 9) 13.03.2024 19:30 UTC



Анимационное изображение по данным МСУ-ГС КА Арктика-М №1 и №2 13.03.2024 15:00 UTC - 14.03.2024 06:00 UTC



Карта зон и интенсивности осадков за 13.03.2024 18:00 UTC по данным КА Арктика-М №1/МСУ-ГС

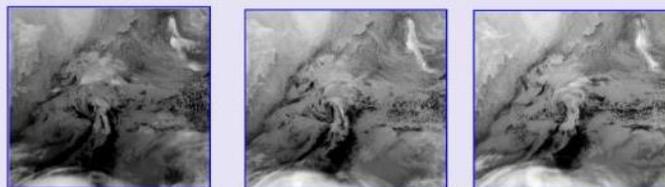
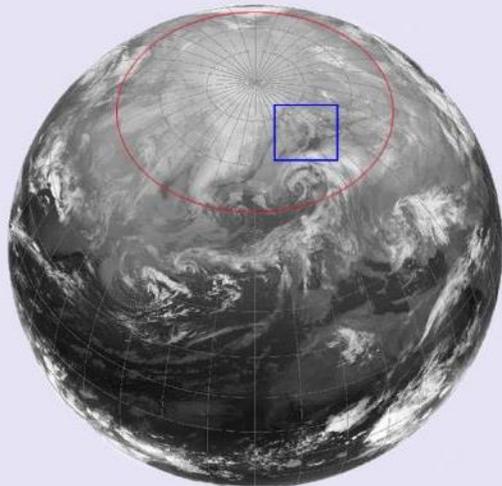
13.03.2024	13.03.2024/14.03.2024	14.03.2024
15:00-20:23 UTC	21:00-02:30 UTC	03:00-07:00 UTC
Арктика-М № 1	Арктика-М № 2	Арктика-М № 1

*Непрерывное наблюдение за полярным циклоном на границе Гренландского и Баренцева морей по данным КА Арктика-М*

Оперативный мониторинг полярных мезомасштабных циклонов (зарождение, активная фаза, затухание) позволяет своевременно выявлять экстремальные погодные явления, такие как сильное волнение и ветер, ухудшение видимости и т.д., на порядок увеличить объем исходных данных для численных моделей прогноза опасных явлений.

# Мониторинг мезоциклонической активности в Арктическом регионе

Развитие полярного мезомасштабного циклона в Баренцевом море 13-14.03.2024 г.

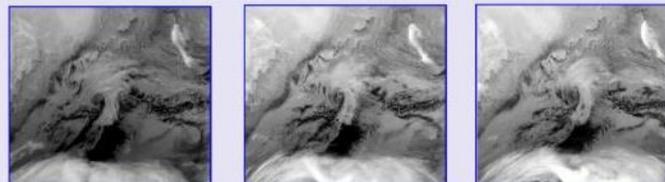


15:00 UTC

17:00 UTC

19:00 UTC

КА Арктика-М №1/МСУ-ГС

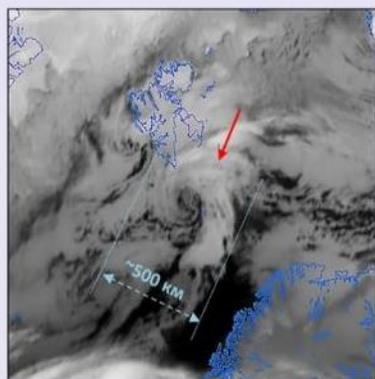


21:00 UTC

23:00 UTC

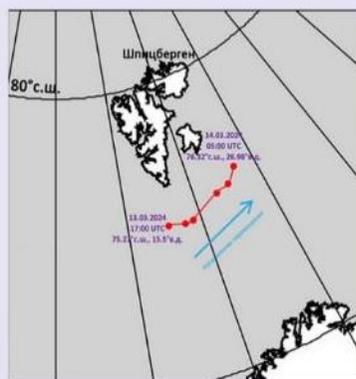
01:00 UTC

КА Арктика-М №2/МСУ-ГС

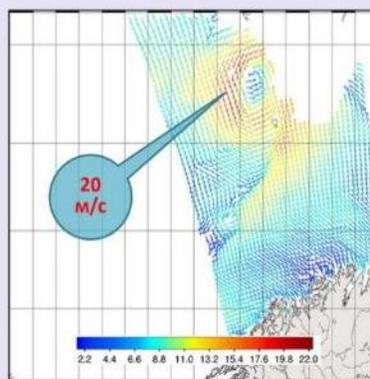


Изображение полярного мезомасштабного циклона по данным КА Арктика-М №1/МСУ-ГС

— контуры береговых линий

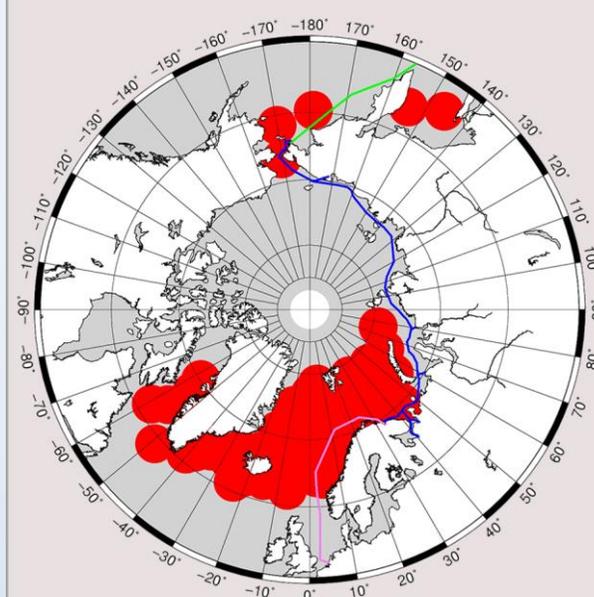


Карта траектории перемещения полярного мезомасштабного циклона 13.03.2024 г. 17:00 – 14.03.2024 г. 05:00 UTC по данным КА Арктика-М №1 и №2/МСУ-ГС



Карта полей приводного ветра 17.03.2024 г. 19:24 UTC по данным КА MetOp-C/ASCAT

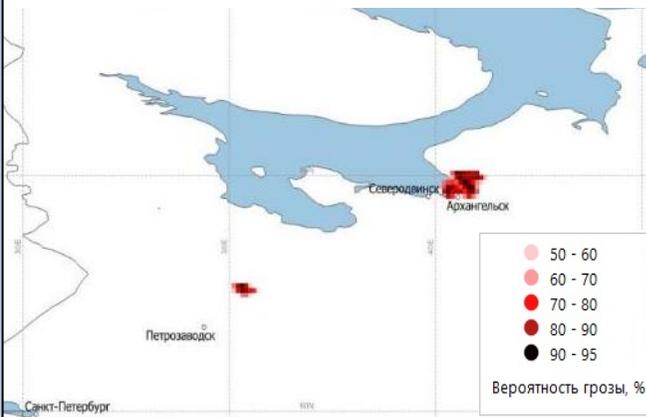
Карта мезоциклонической активности в Арктическом регионе за период 22.03.2021 – 30.05.2024 гг. по данным КА Арктика-М №1 и №2/МСУ-ГС



Транспортные коридоры: — Северный морской путь, — Баренцево-Евроарктический, — Азиатско-Тихоокеанский.  
● зоны обнаружения полярных мезомасштабных циклонов

# Зимняя гроза в Архангельске 10-11.04.2024

Карта вероятности гроз, 10.04.2024 23:05 UTC



ВЕРНА ПОДРОБНОСТИ

Редкое явление для апреля: первую грозу в Архангельске и области сняли на видео

Молния сверкала над сутробами

10 апреля 2024, 12:54

Написать комментарий

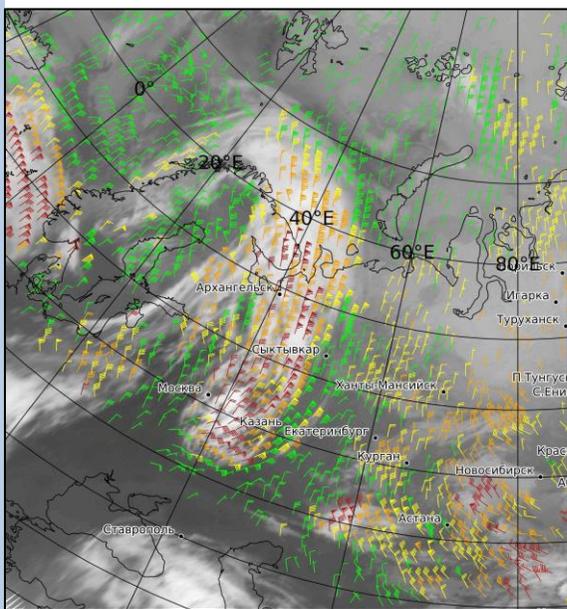


10 апреля 2024 года в 23:00 UTC ФГБУ «Северное УГМС» зафиксировало крайне редкое для апреля явление – зимняя гроза над Соловецкими островами и в Архангельске. Гроза была вызвана обострением атмосферных фронтов.

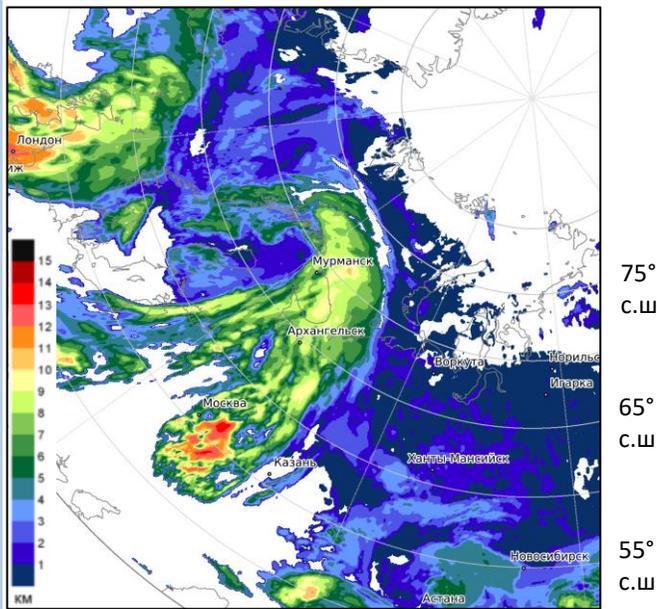
В регион пришел активный циклон со стороны Баренцева моря.

На продуктах, полученных по данным КА Арктика-М, наблюдается резко выраженная конвективная активность, зоны роста высоты кучево-дождевой облачности, увеличение скоростей ветра.

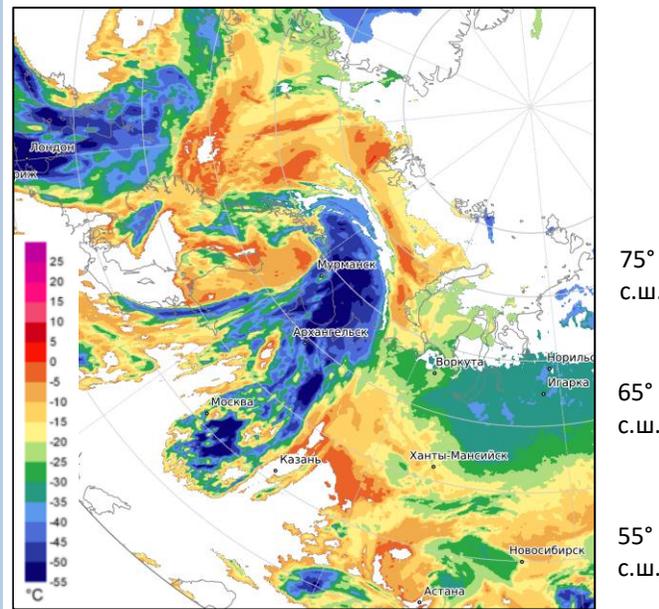
Карты полей ветра



Высота верхней границы облачности



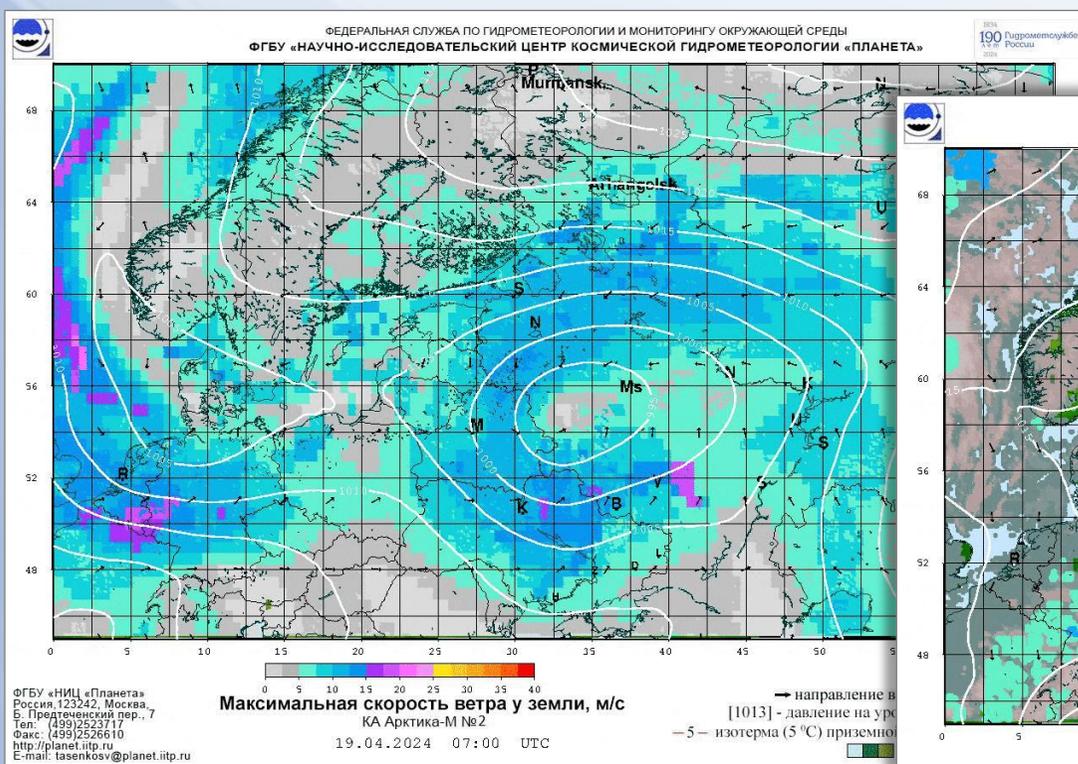
Температура верхней границы облачности



# Анализ и прогноз условий для полетов авиации

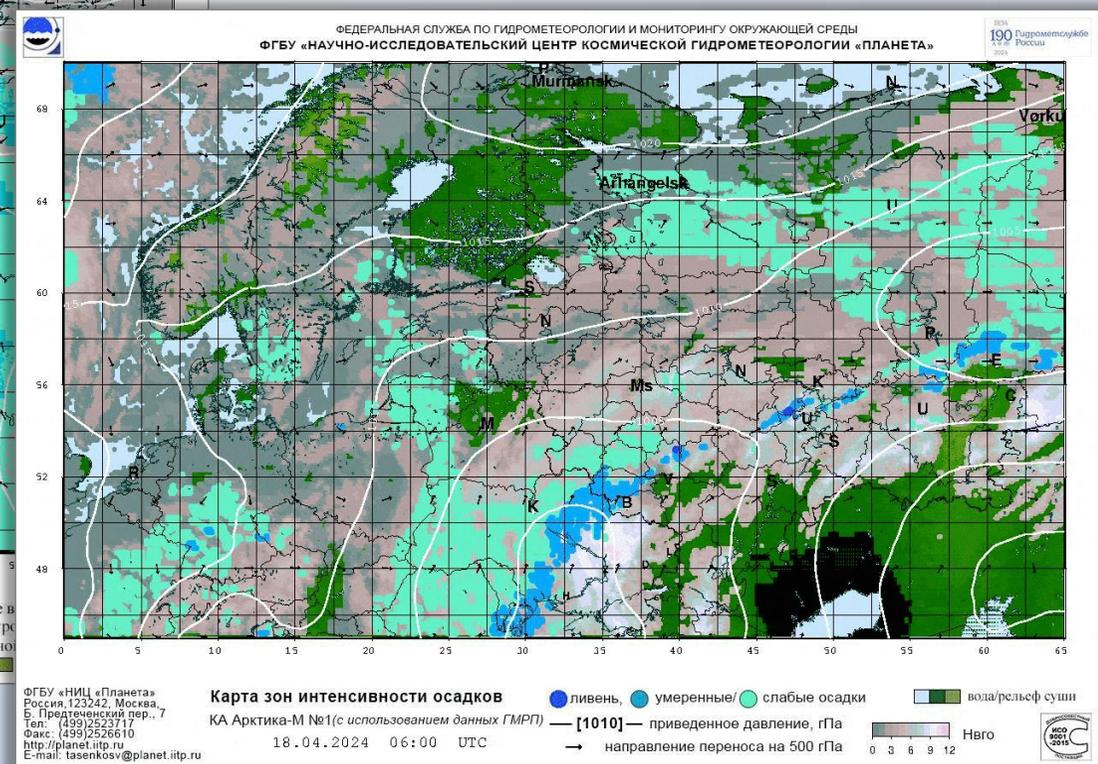


# Карты максимальных скоростей ветра и зон интенсивности осадков



С 19.04.2024 7:00 UTC до 20.04.2024 7:00 UTC

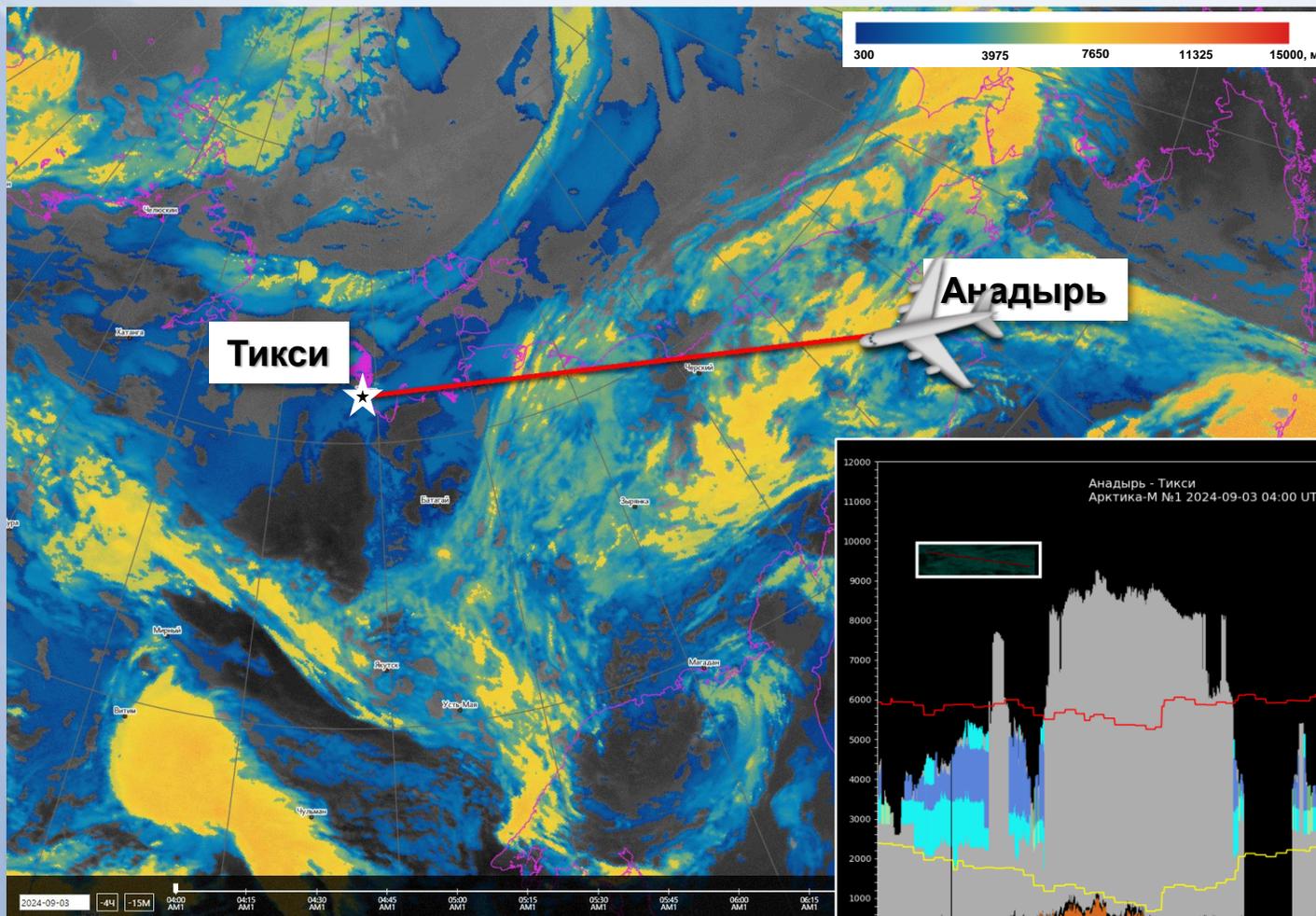
Карта максимальных скоростей ветра у земли



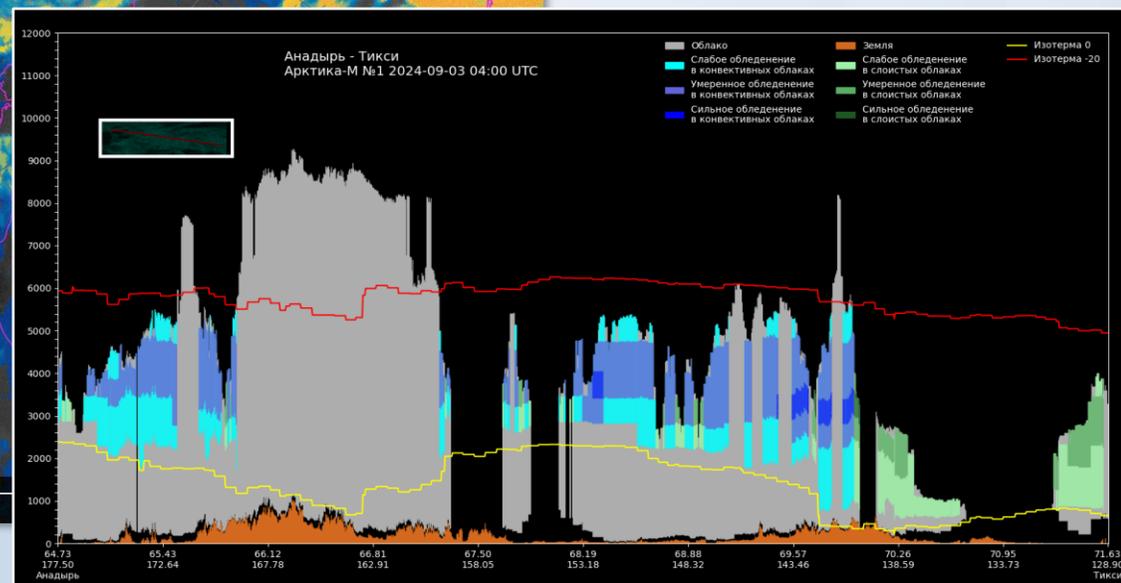
С 18.04.2024 г. 6:00 UTC до 19.04.2024 г. 6:00 UTC

Карта зон интенсивности осадков

# Карты вертикальных разрезов облачности и зон обледенения по авиационным маршрутам



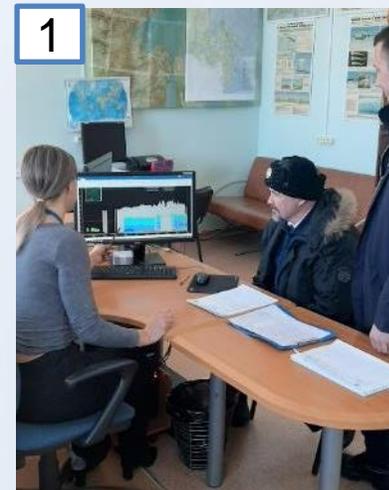
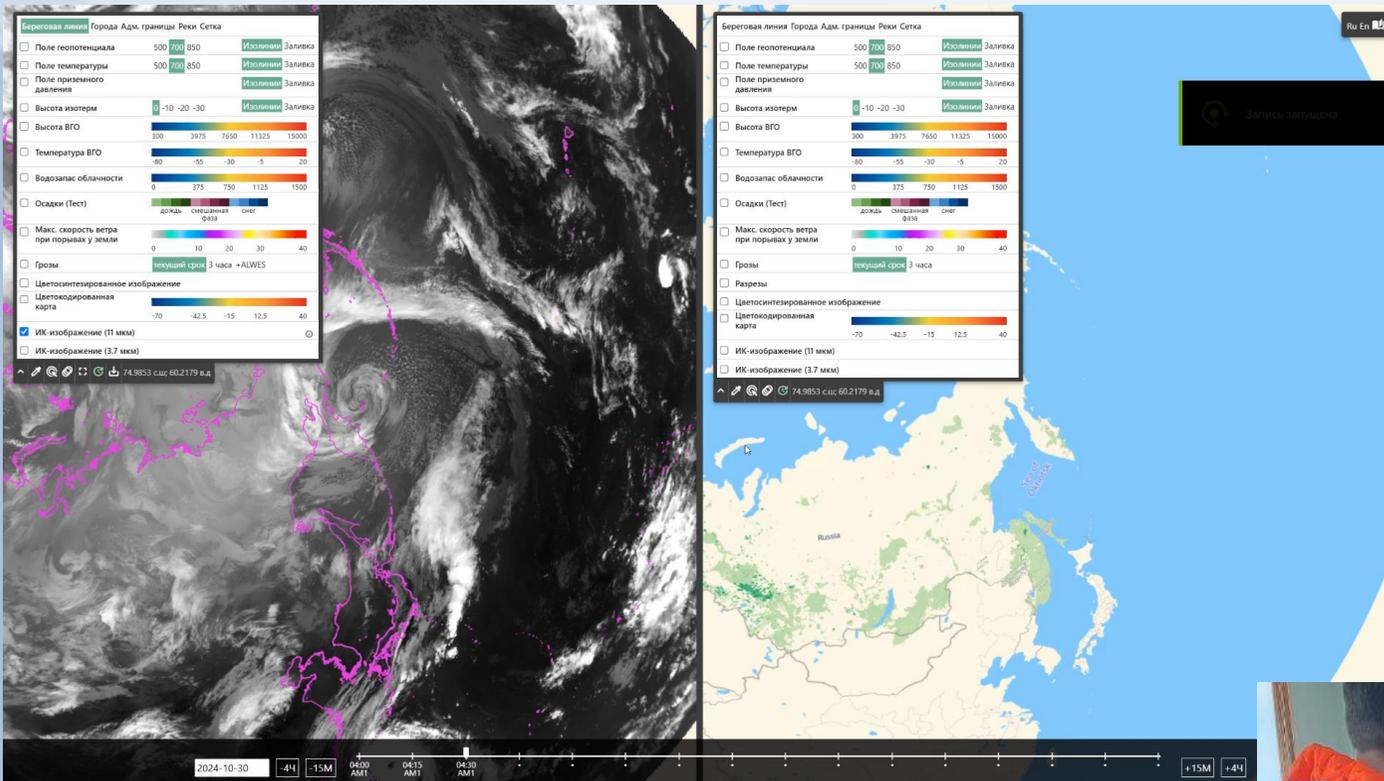
Впервые для Арктических воздушных трасс разработана технология построения карт вертикальных разрезов облачности и определения границ обледенения. Используется продукт для консультации экипажей воздушных судов на предполетных брифингах.



Анимированное изображение облачности в ИК-диапазоне, совмещенное с картой высоты верхней границы облачности

Карты вертикальных разрезов облачности и зон обледенения по маршруту Анадырь-Тикси

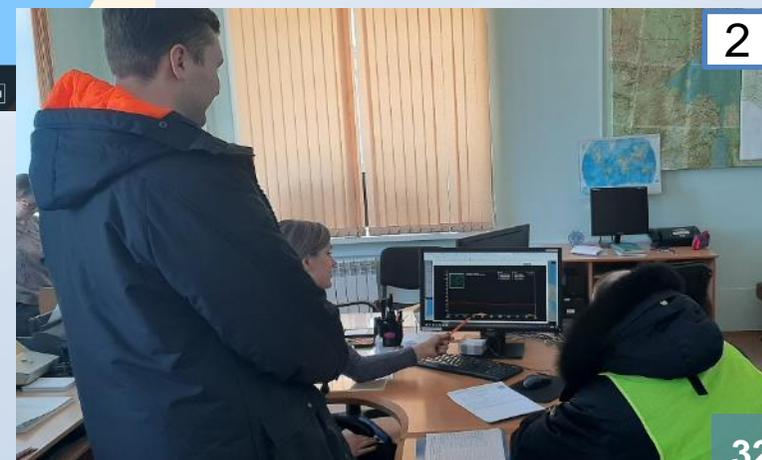
# Вертикальные разрезы облачности и обледенения по воздушным трассам (Анадырь-Тикси)



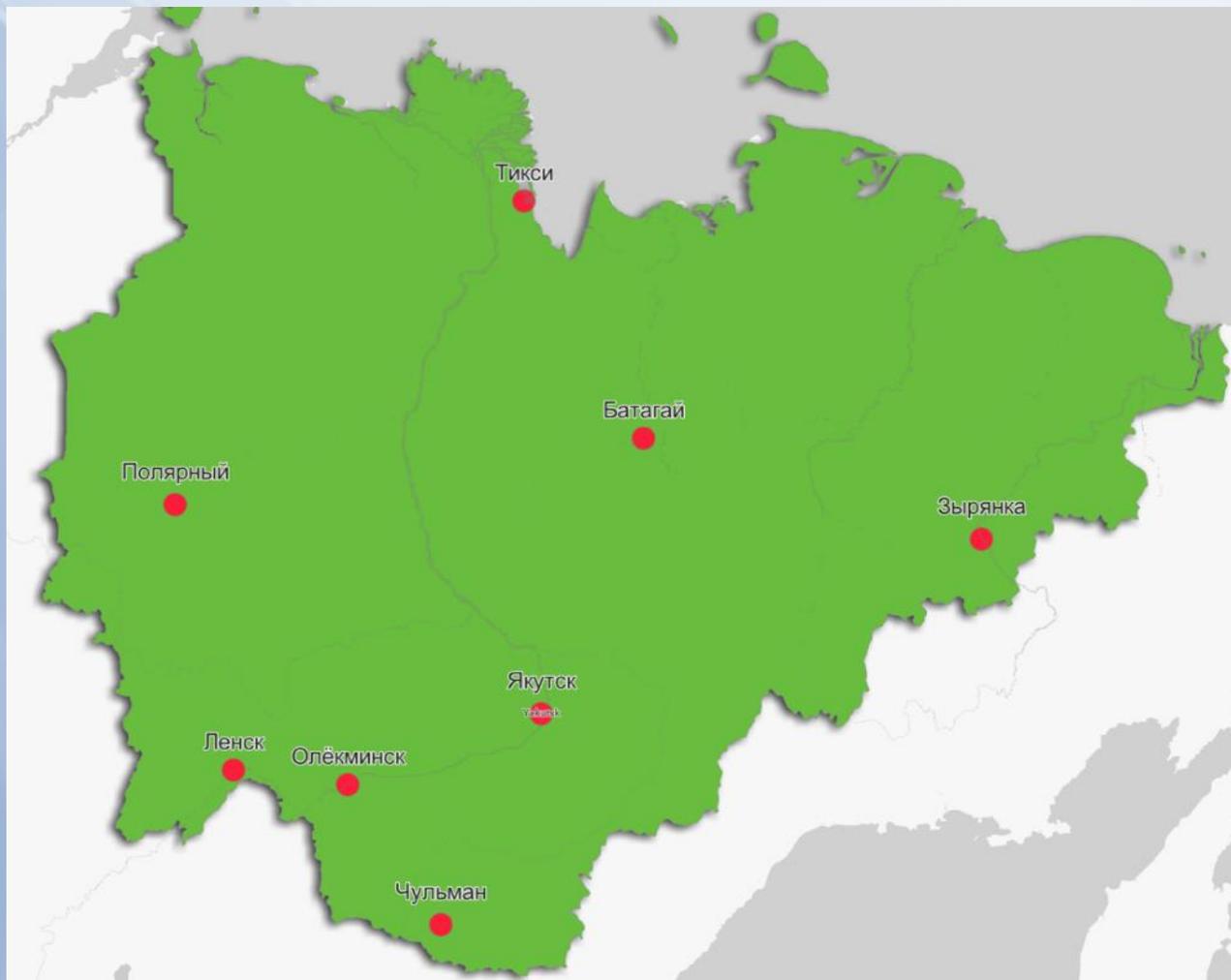
Экипажи воздушных судов изучают районы потенциального обледенения на маршруте полета, полученные на основе обработки спутниковых данных

1 экипаж Л-410 рейс Николаевск-Херпучи

2 экипаж АН-24 рейс Николаевск-Хабаровск



## Карта Республики Саха (Якутия) с нанесенными аэропортами, где в повседневном режиме используется ГИС «Арктика-М» для обеспечения безопасности перелетов авиации



На текущий момент  
информацией и  
инструментами ГИС  
«Арктика-М» пользуются  
авиационные синоптики  
следующий подразделений:

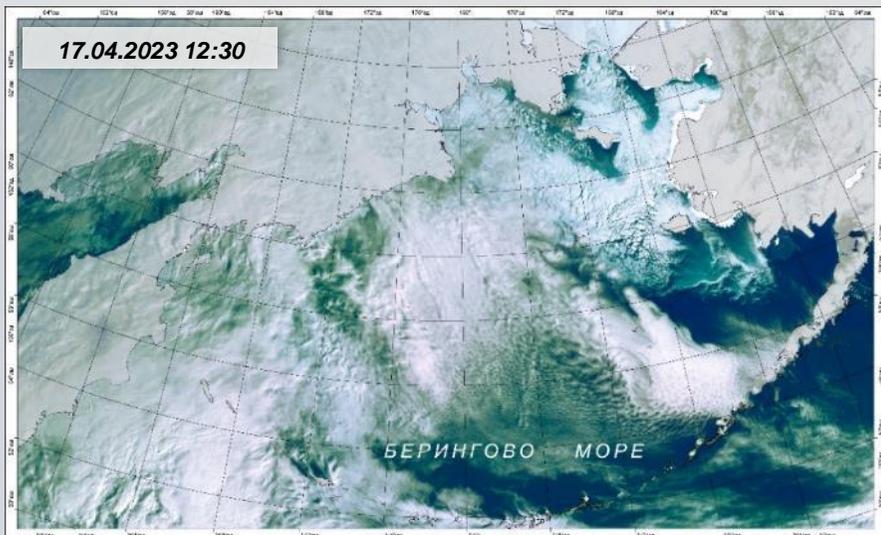
1. Якутск (АМЦ)
2. Тикси (АМСГ)
3. Батагай (АМСГ)
4. Зырянка (АМСГ)
5. Полярный (АМСГ)
6. Ленск (АМСГ)
7. Олёкминск (АМСГ)
8. Чульман (АМСГ)



# Анализ и прогноз состояния морей и океанов

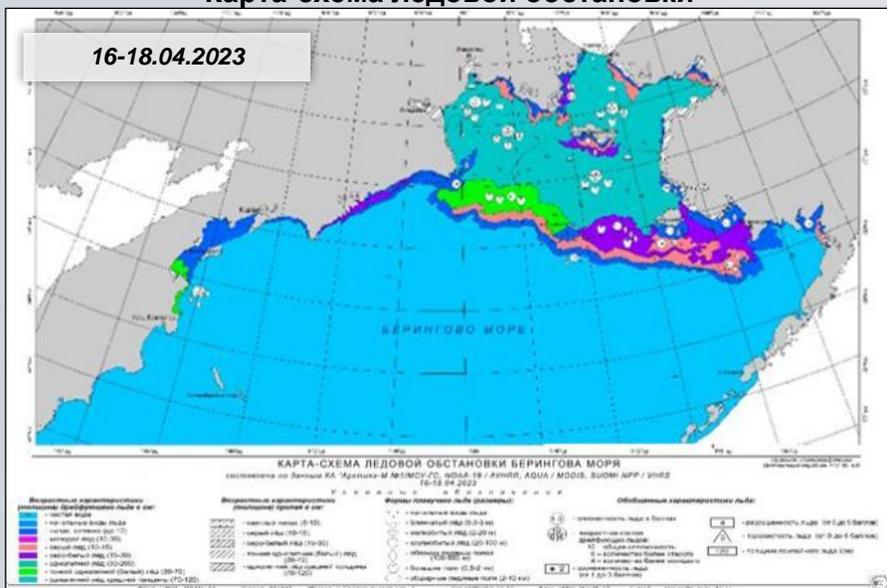


## Цветосинтезированное изображение ледовой обстановки

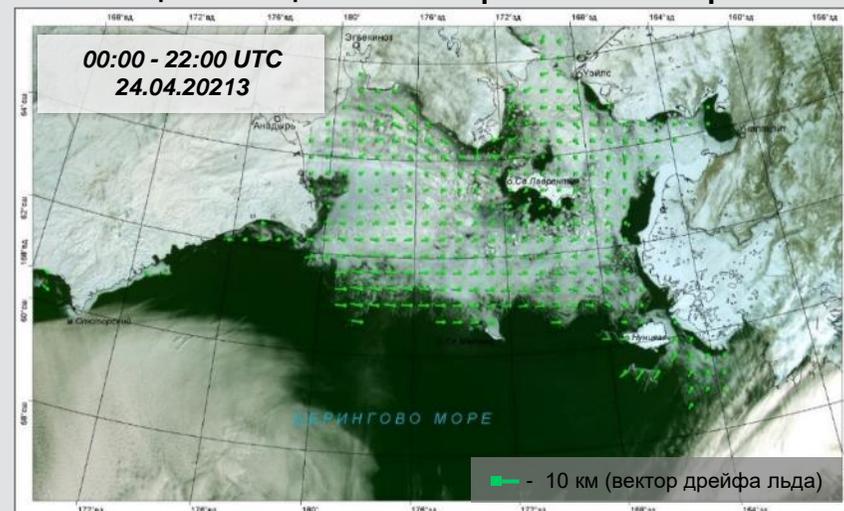


«Арктика-М» №1, МСУ-ГС ВЭ 17.04.2023 0,50-0,65; 0,65-0,80; 0,80-0,90 мкм

## Карта-схема ледовой обстановки

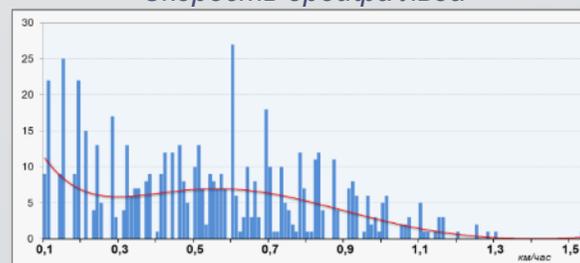


## Карта крупномасштабного перемещения льда, совмещенная с цветосинтезированным изображением



## Диаграммы распределения скоростей и направлений дрейфа льда

Скорость дрейфа льда



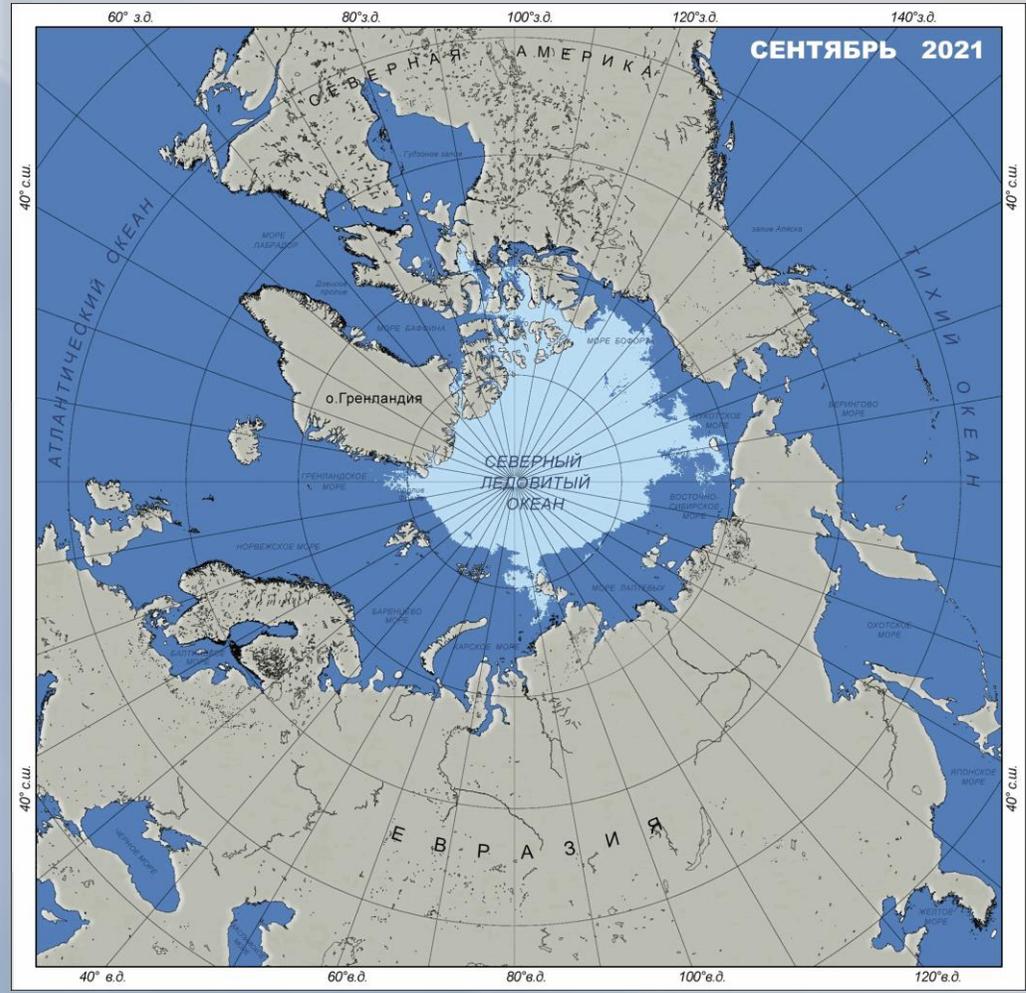
Роза дрейфа льда



Данные аппаратуры КА Арктика-М №1/ МСУ-ГС позволяют отслеживать крупномасштабный дрейф льда за короткий интервал времени и определять районы интенсивного дрейфа льда со скоростью не менее 1 км/час, представляющего особую опасность для судоходства и морских отраслей хозяйственной деятельности.

# Изменение площади морского льда в Северном полушарии 2019-2023 гг.

по данным КА «Арктика-М» №1/МСУ-ГС,  
Метеор-М/КМСС, NOAA-20/VIIRS, SUOMI NPP/VIIRS, EOS/MODIS, Sentinel-1/SAR-C, Metop/ASCAT



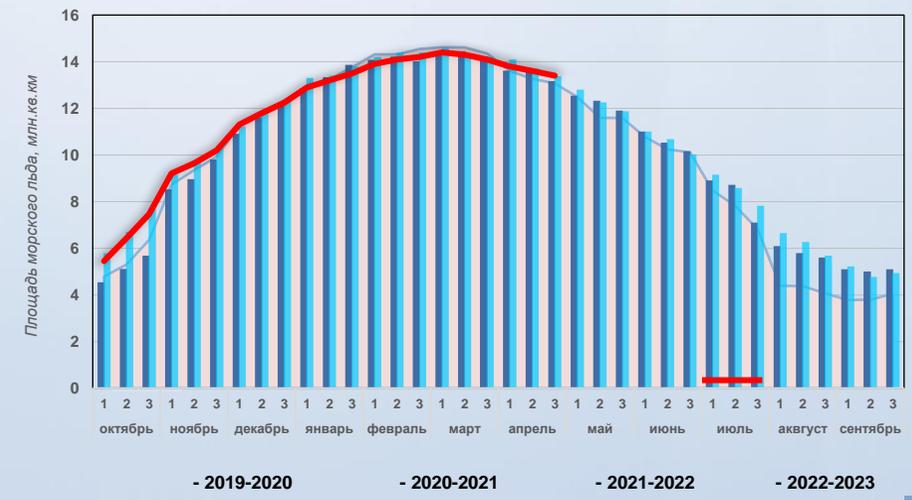
Карта распространения морского льда в Северном полушарии

- чистая вода      - морской лёд

Карты распространения морского льда в Северном полушарии составляются ежедекадно на основе комплексной обработки спутниковых данных различного пространственного разрешения и разных спектральных диапазонов.

Карты создаются в графическом и векторном форматах и служат основой для формирования, накопления и анализа многолетних рядов климатически значимых характеристик морского льда Арктики.

Сезонное изменение площади морского льда в Северном полушарии 2019-2023 гг.

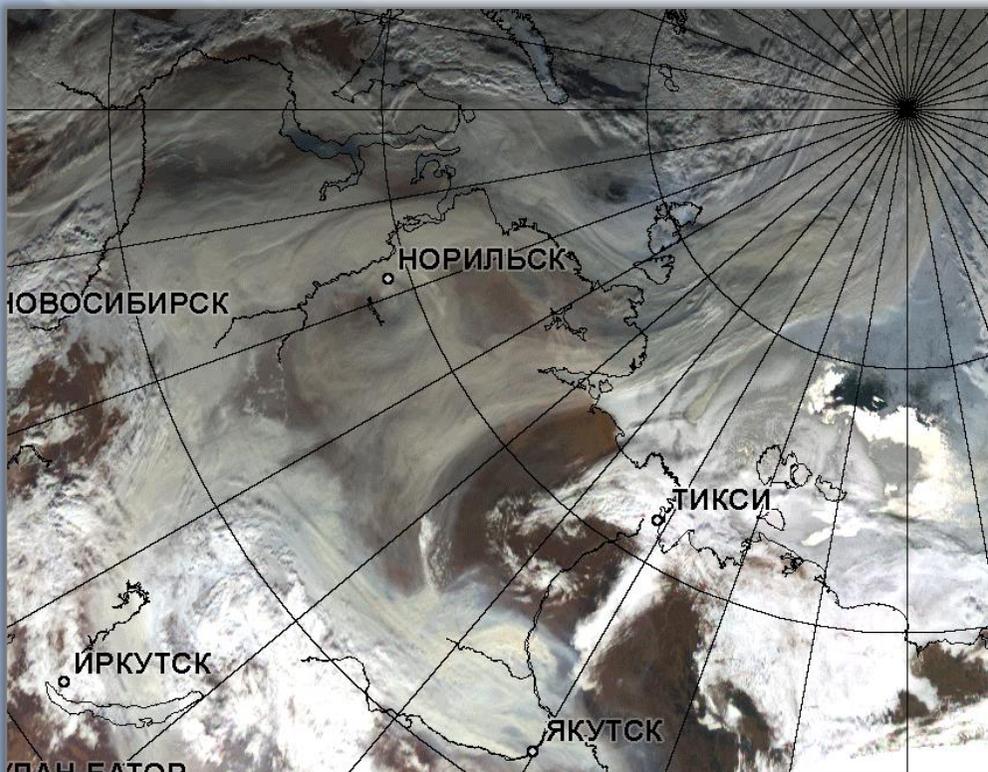


# Контроль экологического состояния окружающей среды и другая информация



# Мониторинг распространение дыма от лесных пожаров

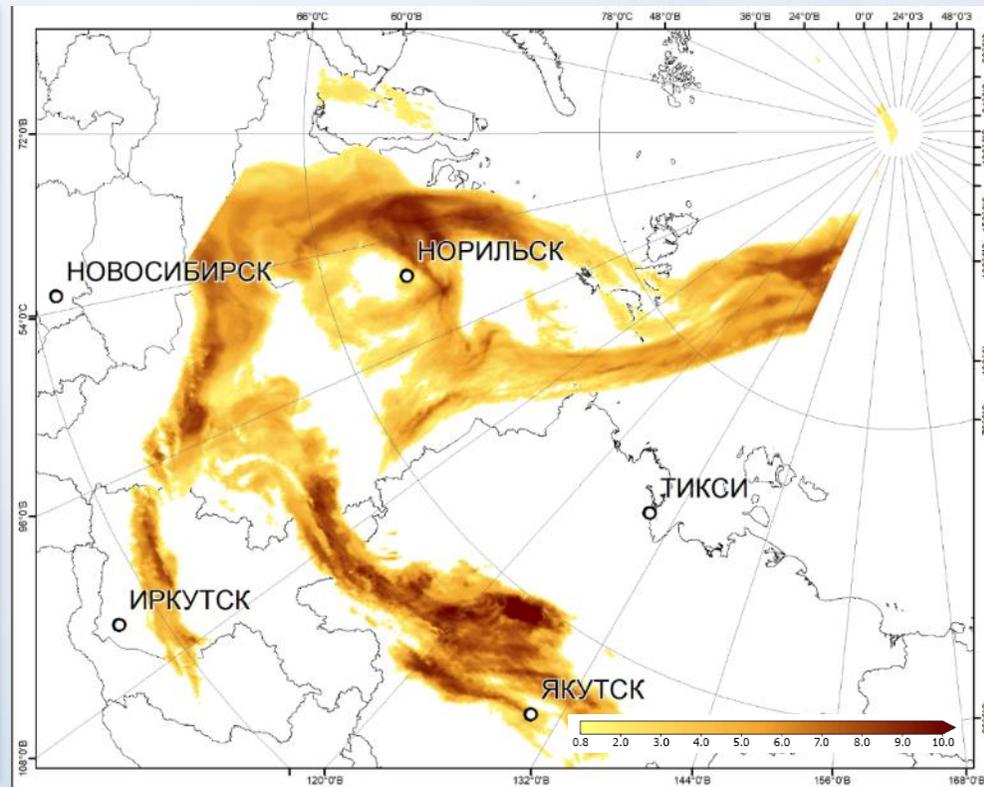
## Республика Саха (Якутия)



«Арктика-М» №1/ МСУ-ГС КА

R: 0,9 мкм G: 0,7 мкм B: 0,6 мкм

06.08.2023 01:30 - 07:00 UTC



КА Sentinel-5P/ TROPOMI ©ESA

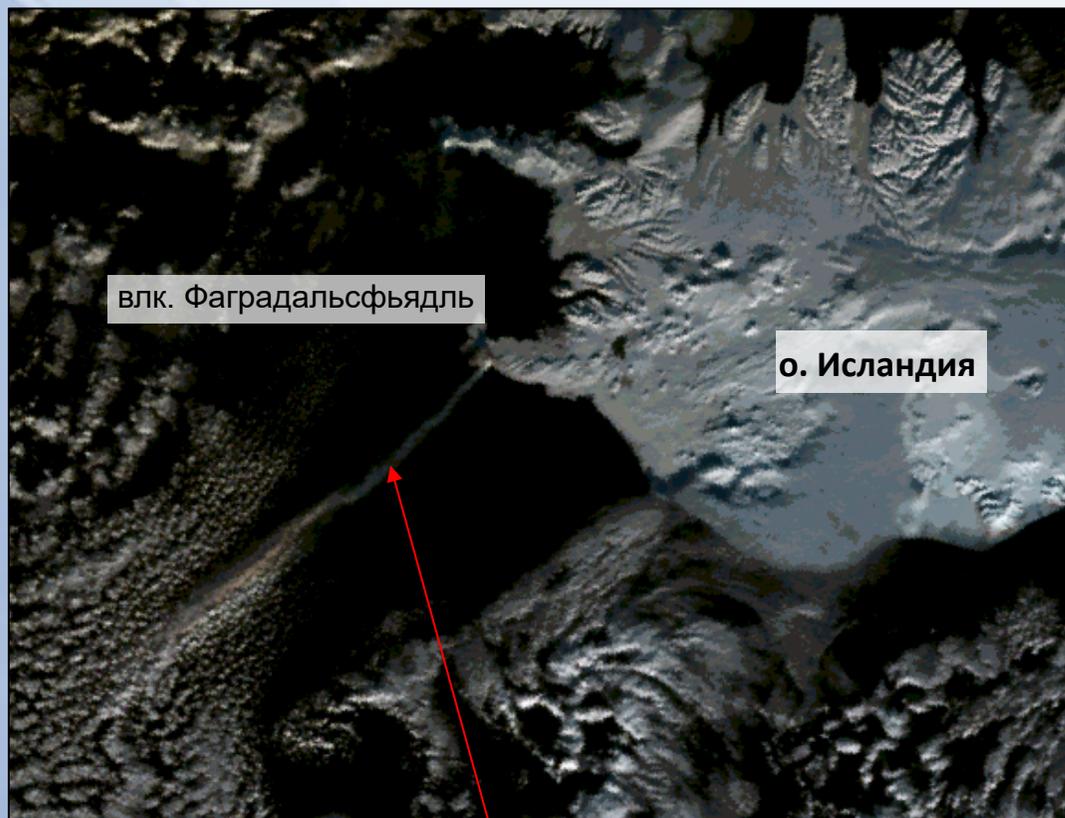
06.08.2023 03:55 UTC

Аэрозольный индекс атмосферы

Данные КА Арктика-М используются для глобального мониторинга распространения дыма от действующих лесных и тундровых пожаров в полярных широтах.

# Мониторинг вулканической активности

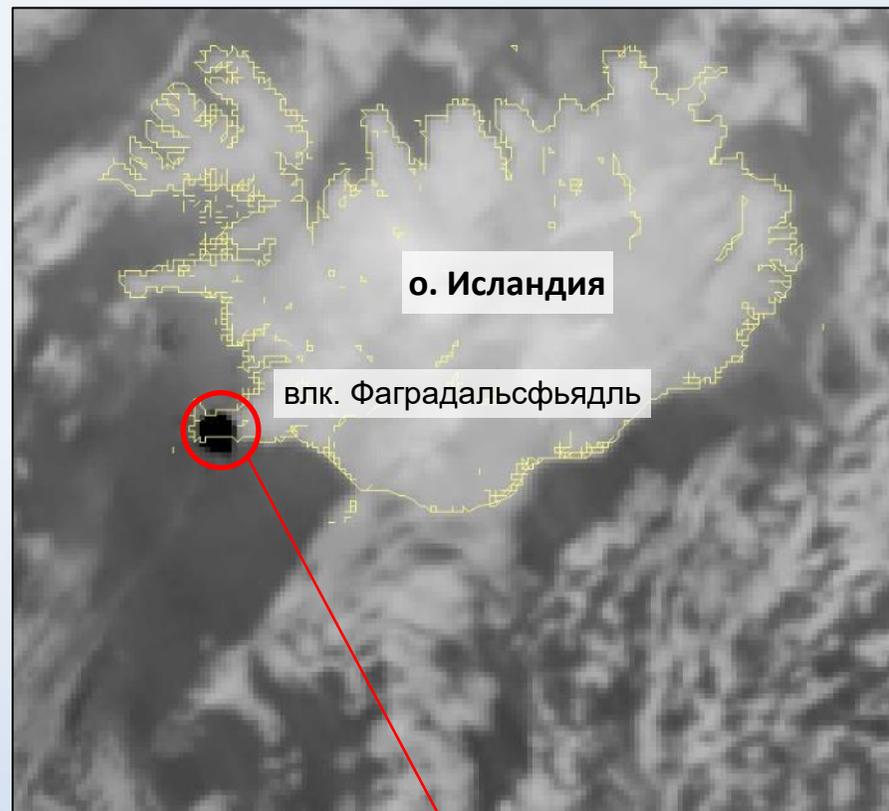
Синтез каналов видимого диапазона



шлейф пепла

КА «Арктика-М» №1/ МСУ-ГС 08.02.2024 11:30 – 14:30 UTC

Канал №4 (3,8 мкм)



термическая аномалия

КА «Арктика-М» №1/ МСУ-ГС 08.02.2024 11:30 UTC

Исландия, влк. Фаградальсфьядль,

# Детектирование пыльных бурь

КА Арктика-М №2  
27.03.2024 23:30 UTC

КА Арктика-М №1  
27.03.2024 19:30 UTC

120° в.д.

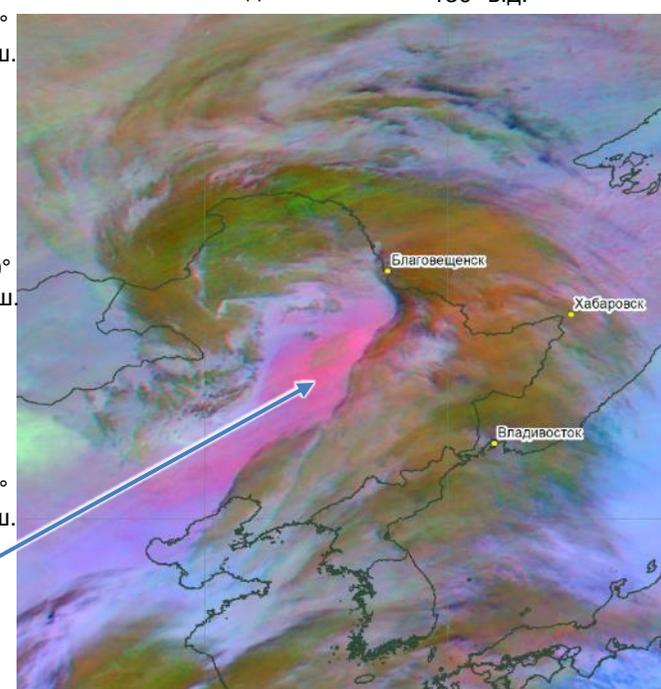
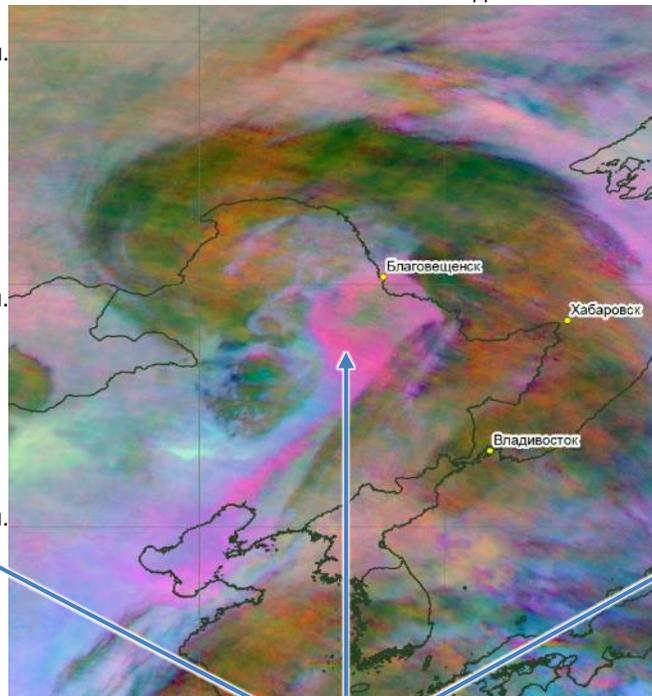
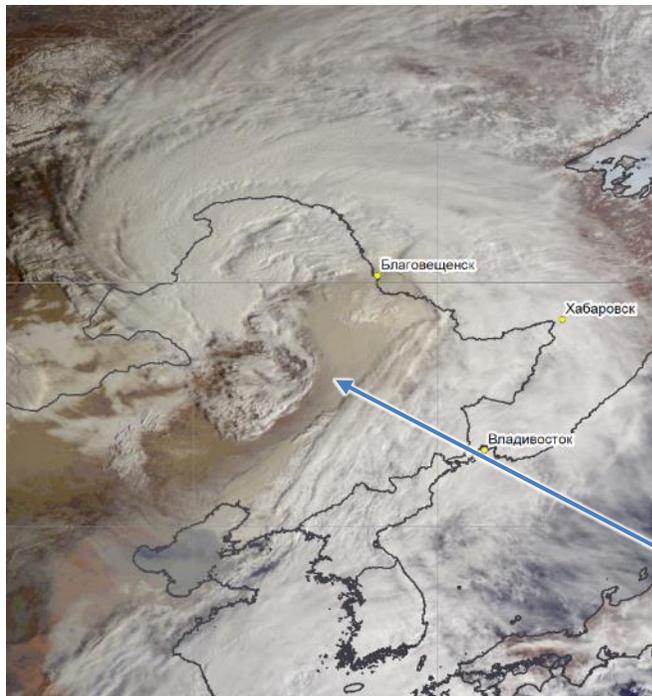
130° в.д.

120° в.д.

130° в.д.

120° в.д.

130° в.д.



Синтез каналов видимого диапазона

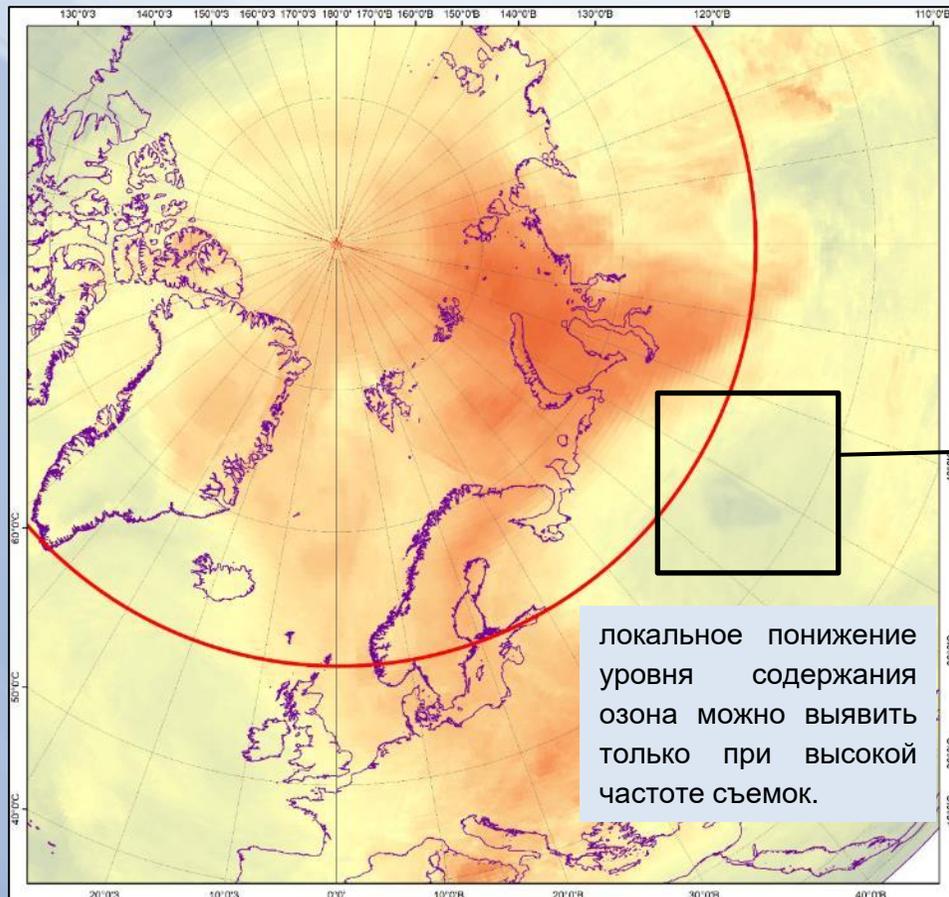
Песок (пыль)

Синтез - R: 11,6-11,0 мкм G: 11,0-9,0 мкм B: 11,0 мкм

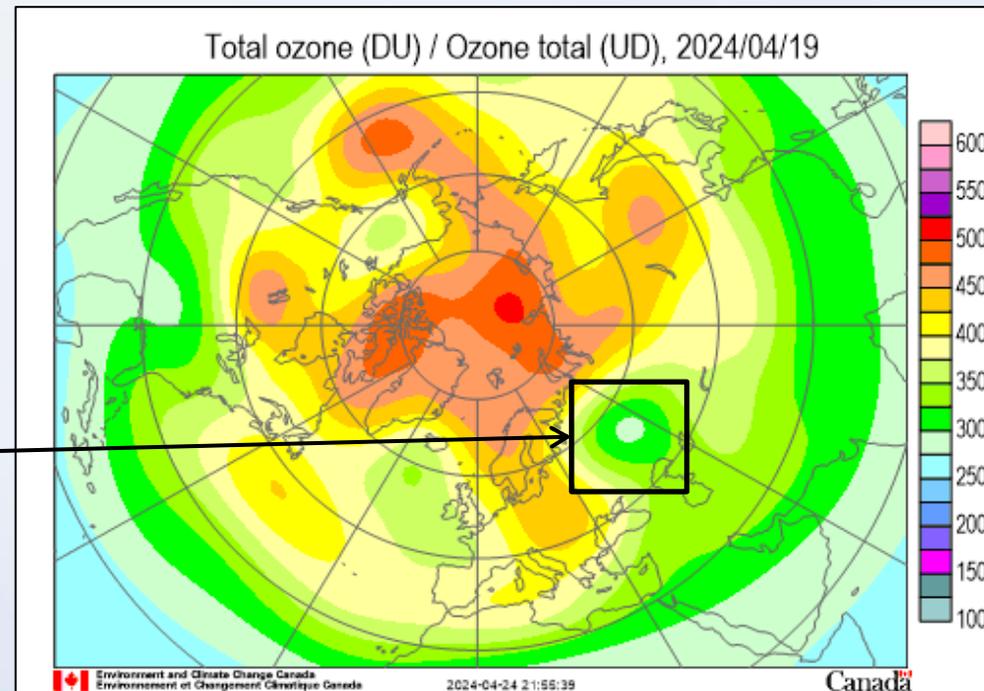
**Пыльные бури** — явление переноса с сильным ветром большого количества песка или пыли, которые замутняют атмосферу и резко ухудшают видимость. Эти бури, как правило, связаны с быстро движущимися холодными фронтами. Перенос частиц песка и пыли хорошо прослеживается на представленной спутниковой информации, где отчетливо виден песчаный вал.

Для обнаружения облаков пыли или песка используются сочетания определенных каналов спутника в диапазонах длин волн, чувствительных к тем или иным фракциям, в данном случае к частицам пыли (песка). После специальной обработки пыль и песок окрашиваются в **ярко-розовые** и **малиновые** тона.

# Определение общего содержания озона (ОСО)



**КА Арктика-М №2 /МСУ-ГС**  
19.04.2024 09:00 UTC

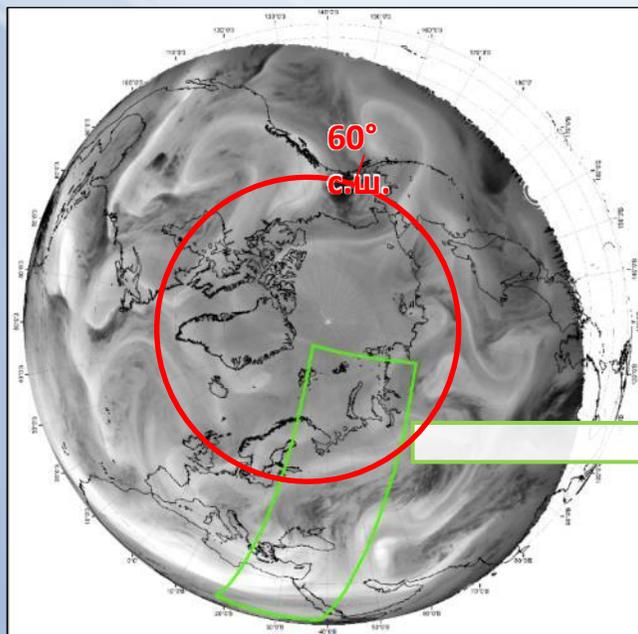


## Среднесуточные значения ОСО

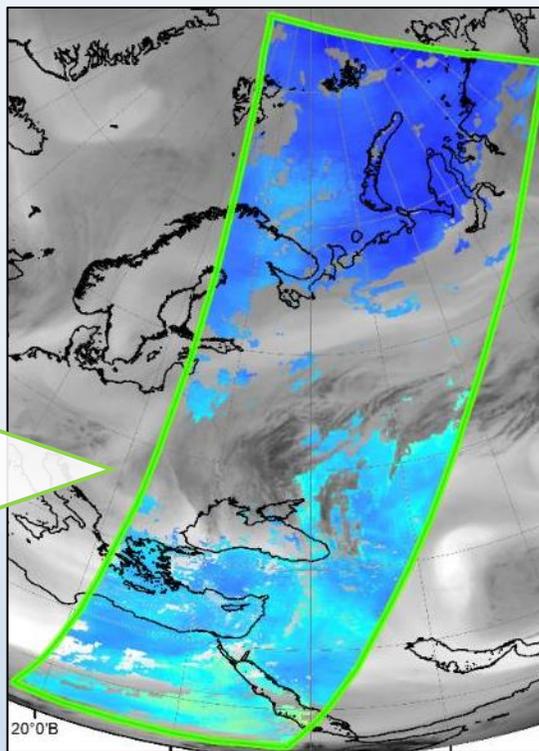
Данные наземных измерений  
Мирового центра данных по озону и ультрафиолетовому излучению

Использование данных КА Арктика-М для построения карт общего содержания озона делает возможным выявление быстротечных аномальных отклонений, формирующих температурный режим у Земли.

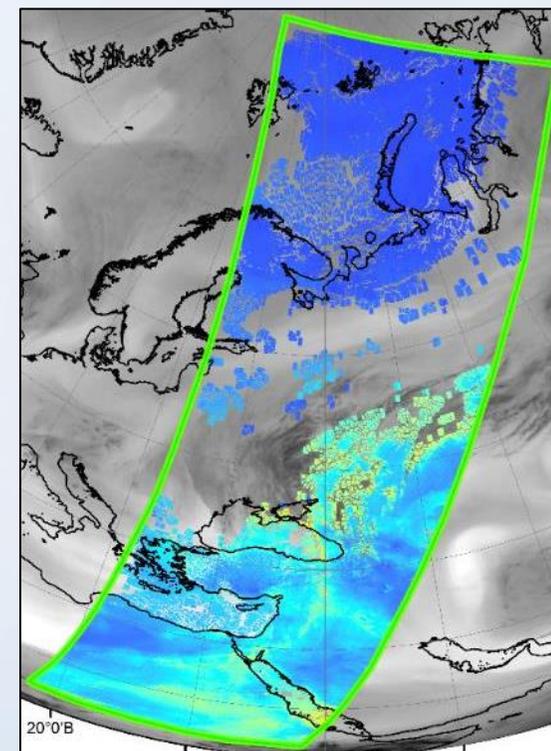
# Определение общего содержания водяного пара



**КА Арктика-М №2 / МСУ-ГС**  
18.04.2024 08:00 UTC



**КА Арктика-М №2 / МСУ-ГС**  
18.04.2024 08:00 UTC



**КА Terra / MODIS**  
18.04.2024 05:50 - 06:05 UTC



С использованием данных КА Арктика-М осуществляются наблюдения и ведется учет общего содержания водяного пара в атмосферном столбе. Для построения карт общего содержания водяного пара используется алгоритм, основанный на применении искусственных нейронных сетей.

# Оптимизация процессов обработки и улучшение качества изображений

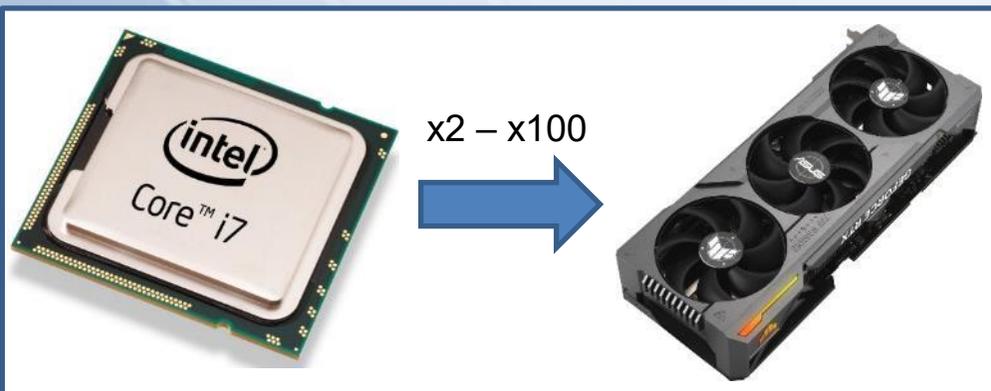


# Оптимизация процесса обработки спутниковой информации

## Проблемы обработки

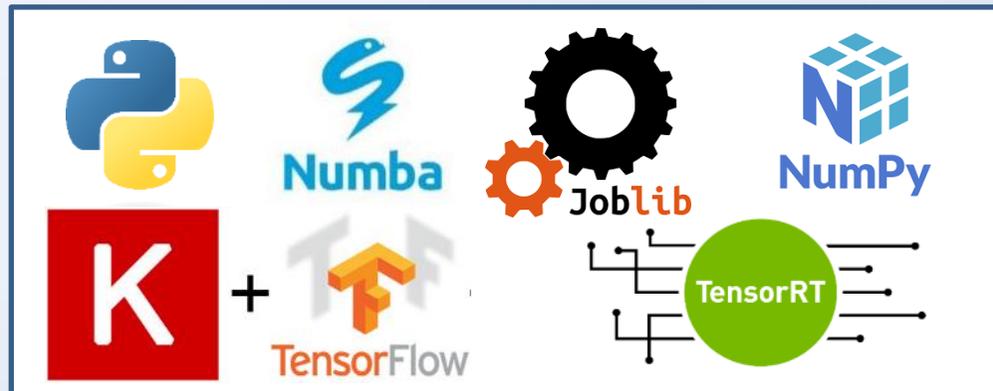
- Долгие вычисления на CPU
- Отсутствие распараллеливания расчётов
- Низкая точность

### Аппаратное решение проблем (применение GPU)



- Увеличение скорости обработки однотипных операций для больших объемов данных
- Гибкие возможности для распараллеливания

### Программное решение проблем (применение новых библиотек и технологий)



- Применение специализированных библиотек для распараллеливания задач
- Внедрение новых алгоритмов обработки данных

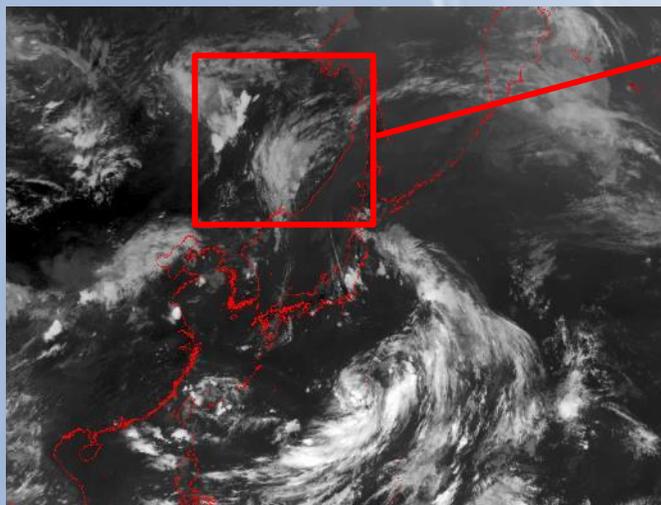
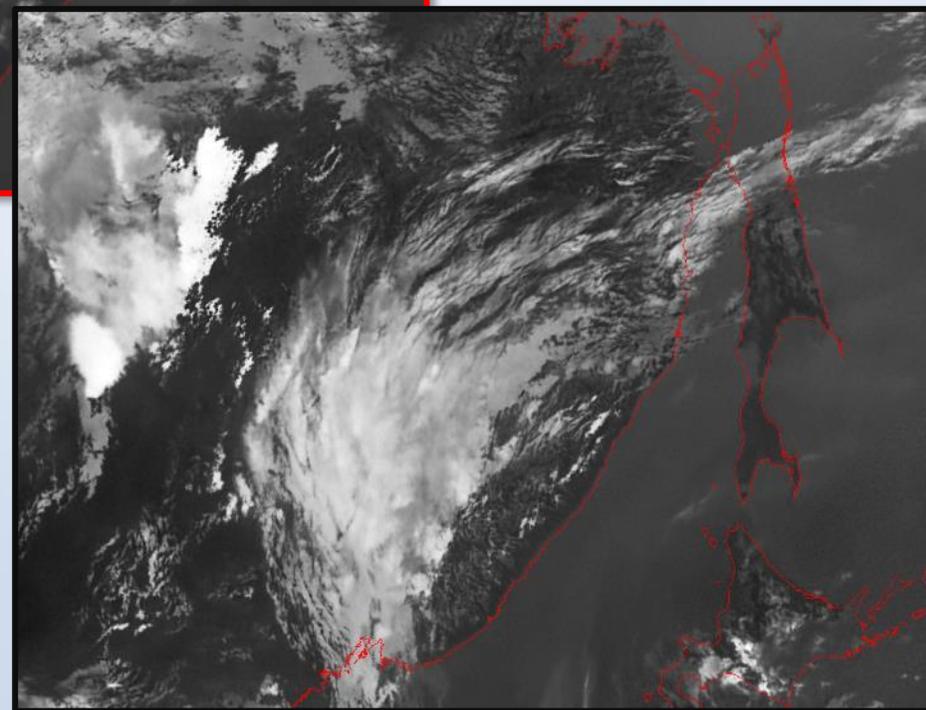
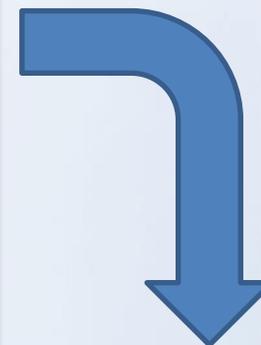
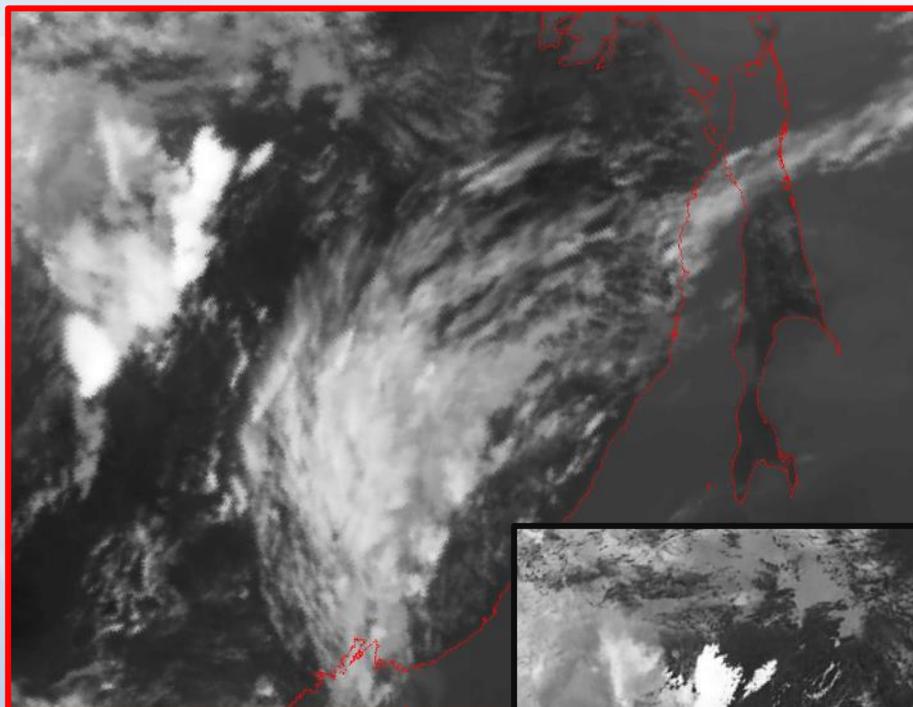
## Пример успешной оптимизации

Получение маски облачности по данным МСУ-МР с помощью нейронной сети



# Применение ИИ для улучшения качества изображения

Улучшение качества  
модель SUPIR  
(supir.supixel.ai)

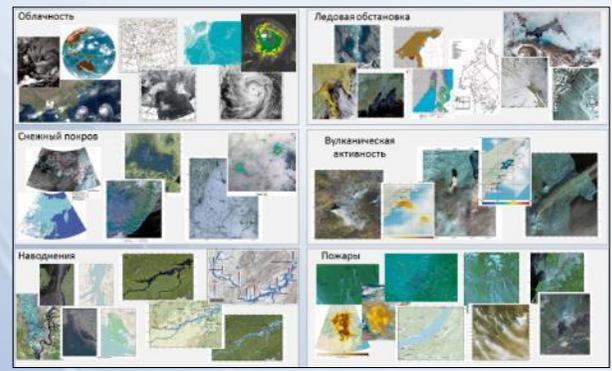


# Распространение информации



# Общая схема распространения данных в системе космического мониторинга НИЦ «Планета»

## Информационная продукция



## Сбор данных с наблюдательной сети Росгидромета

**Космическая система сбора данных с наблюдательной сети Росгидромета**

В НИЦ «Планета» создана и эксплуатируется оперативная космическая система сбора и передачи данных (СССД) с наземной наблюдательной сети Росгидромета. Система разработана на основе оптических технических средств.

СССД включает в себя поразрядные спутниковые радиотерминалы, размещенные на наблюдательной сети Росгидромета, радиотерминалы на КА серии Электрон П и Луна, а также станция приема данных с сети радиотерминалов, установленные в центре НИЦ «Планета». Радиотерминалы размещены, прежде всего, на тех пунктах наблюдения, где оперативной связи либо не было, либо она работала неустойчиво.

Радиотерминалы передают информацию в диапазоне частот 401-403 МГц. Станция приема данных принимает информацию в диапазоне частот 1694-1698 МГц.

Космическая система Арктика-М расширила зону покрытия СССР на более высокие широты: включены аппараты Электрон П-М, Электрон-М, Электрон П-М и Луна-55 на Арктический регион. СССР обеспечивает сбор порции 1,0 мин. сообщений в год.

На 20 сентября 2024 г. система сбора данных включает:

- 681 пункт наблюдательной сети Росгидромета;
- 836 радиотерминаловых станций;
- 147 радиотерминалов радиотерминаловых станций;
- 49 радиотерминаловых станций.

**Распространение спутниковой информационной продукции**

Распространение данных

География посещений сайта

**Проблемно-ориентированные ГИС системы**

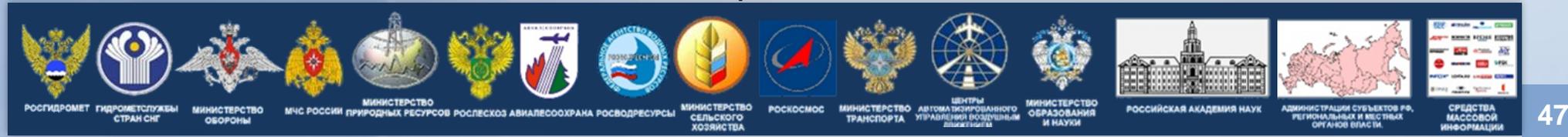
Мониторинг пожарной обстановки

Мониторинг, прогнозирование и раннее оповещение о наводнениях

Мониторинг опасных явлений

Мониторинг геофизической обстановки

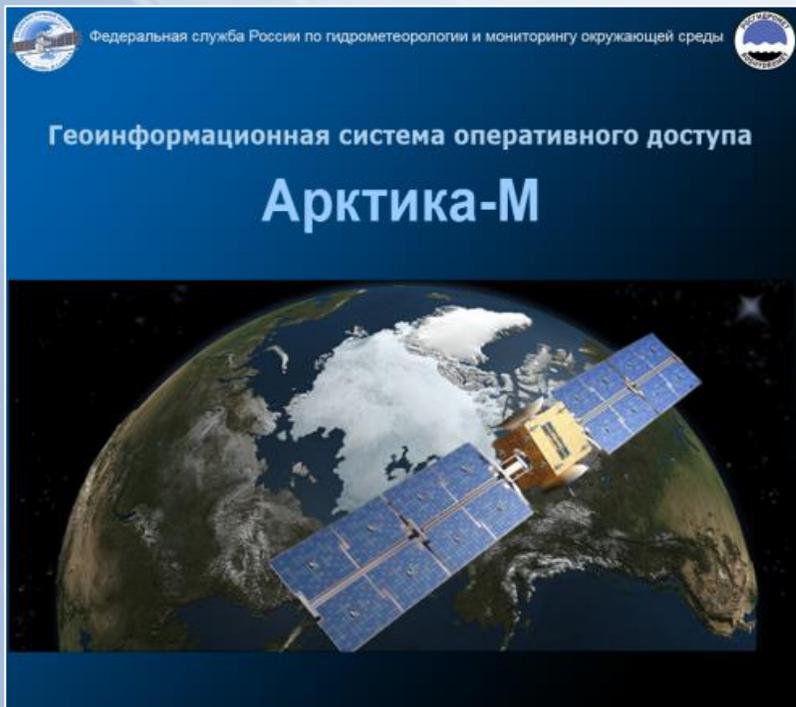
## Потребители



<https://apps.dvrcpod.ru/arcticgis/>

ГИС «Арктика-М» разработана для предоставления результатов тематической обработки данных КА Арктика-М в режиме реального времени. ГИС обеспечивает оперативное получение глобальных и региональных карт облачности и земной поверхности районов Крайнего Севера по данным видимого и инфракрасного спектральных диапазонов, метеорологических параметров облачности, рассчитанных по данным аппаратуры МСУ-ГС, и прогностических данных.

Высокая частота получения и оперативный доступ к информации позволяет использовать данные для решения оперативно-прогностических задач.



### Возможности:

- Многооконный режим работы
- Комплексирование разнородных данных
- Обновление данных в режиме реального времени
- Построение видеоряда в течение заданного периода
- Просмотр значений в точке
- Интерактивное управление областью интереса

### Спутниковая информация:

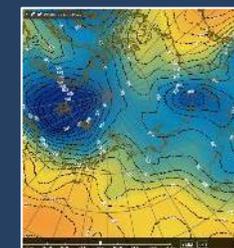
- цветосинтезированное изображение
- инфракрасное изображение

### Тематическая спутниковая информация:

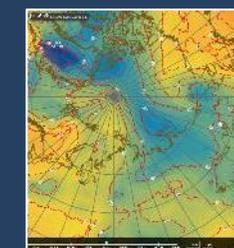
- карта высоты ВГО
- карта температуры ВГО
- карта типов облачности
- карта интенсивности и фазы осадков
- карта максимальных порывов ветра у земли

### Данные прогностической модели:

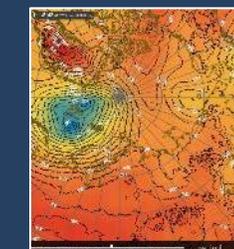
- карта полей геопотенциала
- карта полей температуры
- карта поля приземного давления



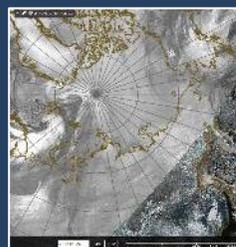
Поле геопотенциала



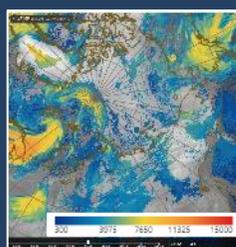
Поле температуры



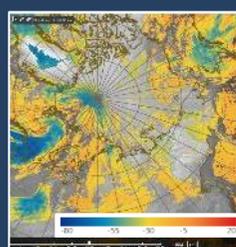
Поле приземного давления



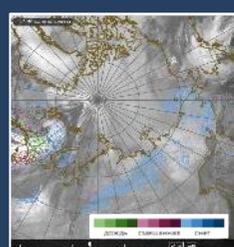
Цветосинтезированное  
и ИК изображение



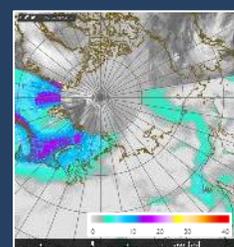
Карта высоты ВГО



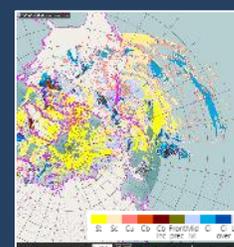
Карта температуры ВГО



Карта интенсивности  
и фазы осадков

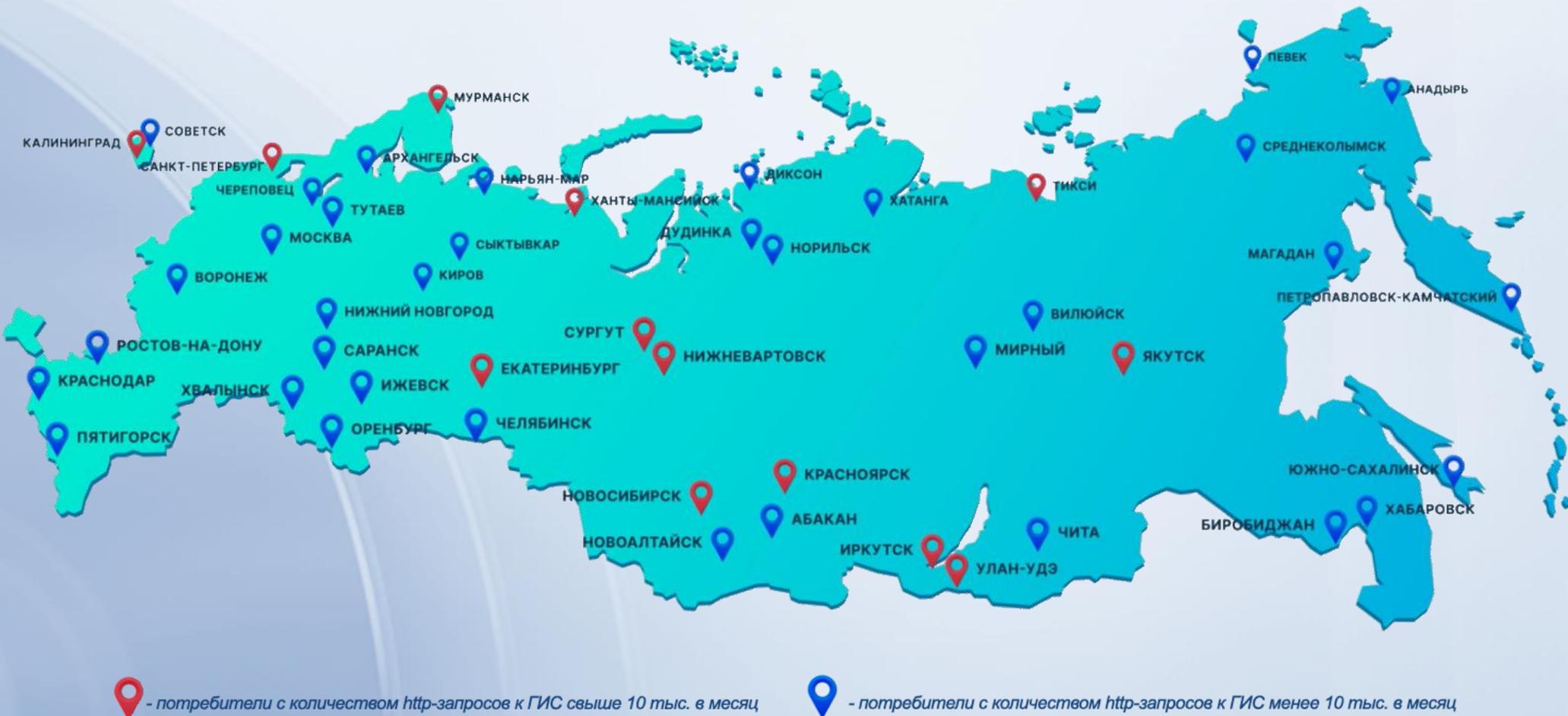


Карта максимальных порывов  
ветра у земли



Карта типов облачности

# Пользователи ГИС «Арктика»



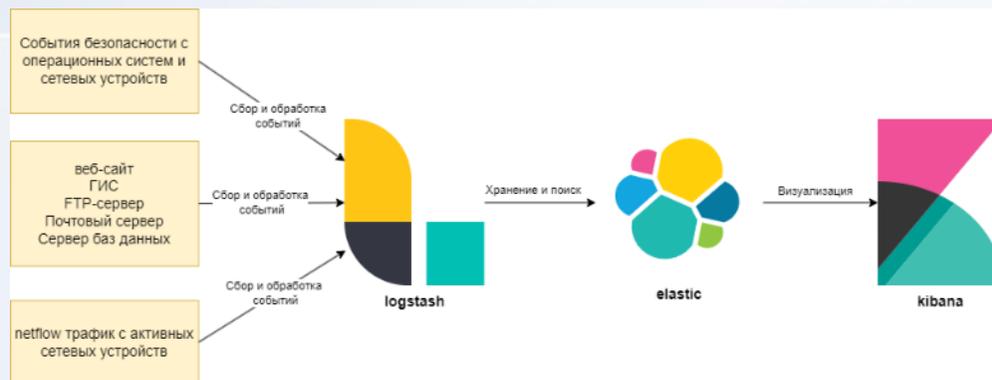
По состоянию на сентябрь 2024 зарегистрировано 103 активных пользователя ГИС Арктика-М (с числом запросов более 5000) на территории 36 субъектов РФ.

# Безопасность и контроль распространения данных



# Система управления событиями и информационной безопасности

**ПО Elastic Stack в качестве SIEM-системы  
(Security information and event management,  
«управление событиями и информацией о  
безопасности»)**



Увеличение объёма принимаемых и передаваемых данных

Увеличения числа аппаратно-программных и технических средств

Увеличение потенциальных и фактических угроз информационной безопасности системы

## Необходимость централизованного журналирования и анализа информационных потоков и событий безопасности:

- настройка нескольких сотен windows и linux аппаратных и виртуальных хостов для их интеграции в ELK;
- настройка сетевого оборудования различных производителей (cisco, dell, dlink, eltex) для их интеграции в ELK

## Внедрение набора технологий ELK (Elasticsearch, Logstash, Kibana):

- интеграция событий публичных сервисов (веб-сайт, ГИС, FTP-сервер, почтовый сервер, сервер баз данных);
- разработка автоматического оповещения о событиях безопасности;
- централизованное хранение огромных объёмов информации;
- анализ и визуализация в реальном времени (логи (события) с серверов, виртуальных машин, APM, сетевых устройств)

Целостный взгляд на сервисы.  
Востребованность информационной  
продукции.  
Выявление инцидентов

Мониторинг событий безопасности в  
реальном времени с  
автоматическим оповещением

Глубокий анализ состояния ЛВС,  
внешних и внутренних каналов связи

# Оптимизация распределения информационных потоков

## ПО «PlanetaProductsReport» и «PlanetaCoreService»

ОТЧЁТ  
о распространении космической информации за 21 февраля - 21 марта 2024 года

Наименование организации	Тип ИСЗ	Вид выходной продукции	Способ передачи	Инструмент	Без оплаты	С оплатой	Сумма	Объём (МБ)
01. ЕЦ ФГБУ «НИЦ «Планета»	Himawari-8	DK01IR1 - Глобальное изображение облачности	FTP ДВРЦПОД	АНИ	716	0	1700	
	Himawari-8	HAВ01IR1 - Снимок территории ДВ региона	FTP ДВРЦПОД	АНИ	716	0	1896	
	Электро-Л №4	HAВ01IR1 - Снимок территории ДВ региона	FTP ДВРЦПОД	МСУ-ГС	615	0	906	
	Himawari-8	PSO01IR - Изображение облачности (регион Азия)	FTP ДВРЦПОД	АНИ	715	0	400	
	NOAA-15 NOAA-18 NOAA-19	Виток	сеть	Сырые данные	708	0	61646	
	NOAA-15 NOAA-18 NOAA-19	Виток	FTP заказчика	ЕARS	19878	0	117569	
	NOAA-18	Виток	сеть	Сырые данные	266	0	16960	
	NOAA-19	Виток	сеть	Сырые данные	298	0	19885	
	NOAA-20	Виток	сеть	VIIRS	188	0	112030	
	Suomi NPP	Виток	сеть	VIIRS	167	0	92643	
	Арктика-М №1	Виток	сеть	МСУ-ГС	29783	0	171502	
	Арктика-М №2	Виток	сеть	МСУ-ГС	1764	0	13996	
	Канопус-В №3	Виток	FTP заказчика	ПСС МСС	148	0	406938	
	Канопус-В №4	Виток	FTP заказчика	ПСС МСС	171	0	456629	
	Канопус-В №5	Виток	FTP заказчика	ПСС МСС	215	0	640331	
	Канопус-В №6	Виток	FTP заказчика	ПСС МСС	157	0	471084	
	Канопус-В-ИК	Виток	FTP заказчика	ПСС МСС	15	0	38721	
	Канопус-В-ИК	Виток	FTP заказчика	ПСС МСС МСУ-ИК-С	134	0	377070	
	Метеор-М №2-2	Виток	FTP заказчика	ИМСС	378	0	320624	
	Метеор-М №2-2	Виток	FTP заказчика	Сырые данные	803	0	454086	
	Метеор-М №2-3	Виток	FTP заказчика	Сырые данные	890	0	8581	
	Метеор-М №2-4	Виток	FTP заказчика	ГТАК	7	0	162	
	Метеор-М №2-4	Виток	FTP заказчика	ИМСС	24	0	20534	

### Дистрибуция

#	Название продукта	Потребитель	Путь/каналы	Название задачи	КЛ	Длина	Способ передачи	Активна
9180	Карта ТПО - Желтое море	Акклимный потребитель	\\10.8.6.12\Fame\SS\YeMOUS	Карта ТПО - Желтое море - сайт	Suomi NPP	VIIRS	Web-браузер	■
9179	Карта ТПО - Охотское море	Акклимный потребитель	\\10.8.6.12\Fame\SS\OxMOUS	Карта ТПО - Охотское море - сайт	Suomi NPP	VIIRS	Web-браузер	■
9178	Карта ТПО - Японское море	Акклимный потребитель	\\10.8.6.12\Fame\SS\JpMOUS	Карта ТПО - Японское море - сайт	Suomi NPP	VIIRS	Web-браузер	■
9177	Карты высоты ВГО (Букарей) (Иркутский филиал АМТК)	ФГУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии»	hmapro_hght Иркутск	hmapro: Карты высоты ВГО (Букарей) (Иркутский филиал АМТК)	Итапак-В	АНИ	Web-сервис	■
9176	Темы облачности (Амурский ЦГМС)	07_Амурский ЦГМС	hmapro_hghtAmur	hmapro: Темы облачности (Амурский ЦГМС)	Итапак-В	АНИ	Web-сервис	■
9175	Карты температуры ВГО (Амурский ЦГМС)	07_Амурский ЦГМС	hmapro_hghtAmur	hmapro: Карты температуры ВГО (Амурский ЦГМС)	Итапак-В	АНИ	Web-сервис	■
9174	Карты интенсивности осадков (Амурский ЦГМС)	07_Амурский ЦГМС	hmapro_precipitation	hmapro: Карты интенсивности осадков (Амурский ЦГМС)	Итапак-В	АНИ	Web-сервис	■
9173	Карты высоты ВГО (Амурский ЦГМС)	07_Амурский ЦГМС	hmapro_hghtAmur	hmapro: Карты высоты ВГО (Амурский ЦГМС)	Итапак-В	АНИ	Web-сервис	■
9172	Цифровизированное изображение (Амурский ЦГМС)	07_Амурский ЦГМС	hmapro_digital	hmapro: Цифровизированное изображение (Амурский ЦГМС)	Итапак-В	АНИ	Web-сервис	■

Более 585 потребителей  
информационной продукции

Передача исходной спутниковой  
информации в кратчайшие сроки

Электронная почта, Веб-сайты, FTP-сервер, ГИС, сетевые каталоги

**Необходимость автоматического унифицированного распространения информации учета и систематизации данных, контроля передаваемой потребителю спутниковой информационной продукции:**

### Внедрение «PlanetaProductsReport» и «PlanetaCoreService»:

- настройка автоматического распространения исходной и тематической информации (более 8000 задач);
- возможность гибких настроек под новые задачи;
- быстрое горизонтальное масштабирование;
- учет и систематизация данных;
- удобство администрирования.



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ им. С.А. ЛАВОЧКИНА



**Спасибо за внимание!**

