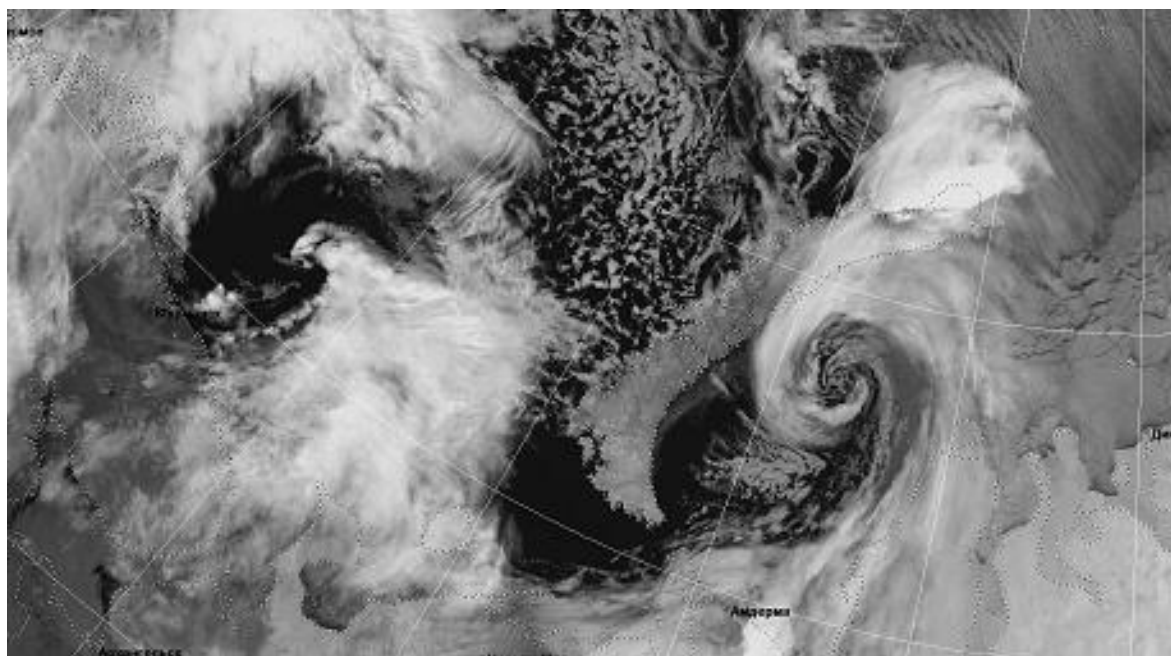


XVI Всероссийская Открытая конференция  
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»

# МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИЧЕСКИХ МЕЗОВИХРЕЙ



Караваяев Д.М.<sup>1</sup>, Кулешов Ю.В.<sup>1</sup>, Лебедев А.Б.<sup>1</sup>,  
Моисеева Н.О.<sup>2</sup>, Щукин Г.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ВКА имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург  
E-mail: [lebandbor@rambler.ru](mailto:lebandbor@rambler.ru);

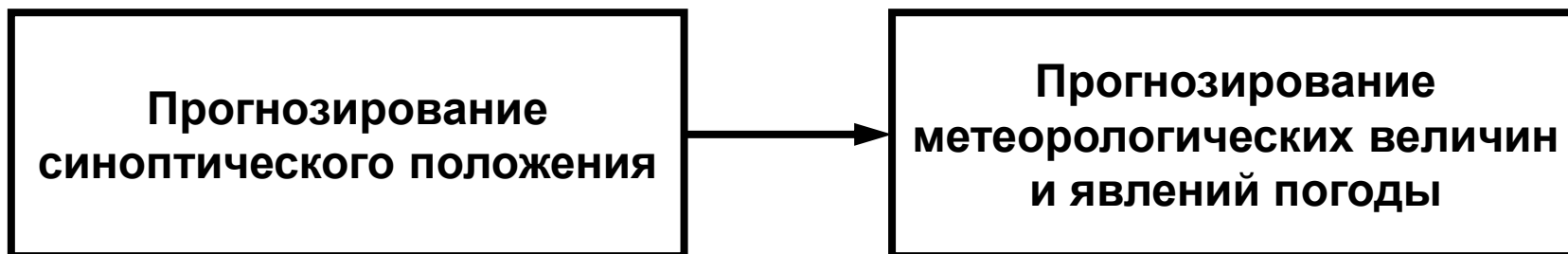
<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

ИКИ РАН, Москва, 12-16 ноября 2018 г.

## **Актуальность исследований арктических мезовихрей обусловлена:**

- сложностью сопровождаемых их погодных условий;
- недостаточной изученностью этих процессов;
- невозможностью их заблаговременно спрогнозировать.

## **Этапы разработки краткосрочного прогноза погоды**



В настоящее время в технологии краткосрочного прогнозирования погодных условий этап прогнозирования мезо процессов и явлений отсутствует.

## **Прогнозирование арктических мезовихрей (АМВ) включает:**

- определение района и времени их возникновения,
- траектории и скорости перемещения,
- продолжительности существования и района заполнения,
- интенсивности и продолжительности существования сопровождаемых их погодных условий.

# Аспекты терминологии

Polar lows (polar air depression) – **полярные депрессии**.

**Полярная** – располагающаяся к полюсу от основных фронтальных разделов.

**Депрессия** (понижение) – область пониженного атмосферного давления.

**Циклон** – **атмосферное возмущение** с пониженным давлением воздуха и с циркуляцией воздуха вокруг центра против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой в южном.

Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / под ред. А.И. Бедрицкого, в 3 т. – СПб.: Летний сад, 2009 г.

*Термин «депрессия» употребляется для характеристики барического поля, термин «циклон» – для наименования комплекса погодных условий во фронтальной или тропической депрессии.*

Применение термина «полярный циклон» для наименования нефронтальных мезомасштабных вихрей, возникающих в арктических широтах, представляется не совсем удачным. Во избежание двоякого толкования перед названием процесса целесообразно добавлять приставку «мезо» – мезоциклон или мезовихрь.

**Арктический мезовихрь** – нефронтальный облачный вихрь, возникающий в арктической воздушной массе в областях пониженного давления.

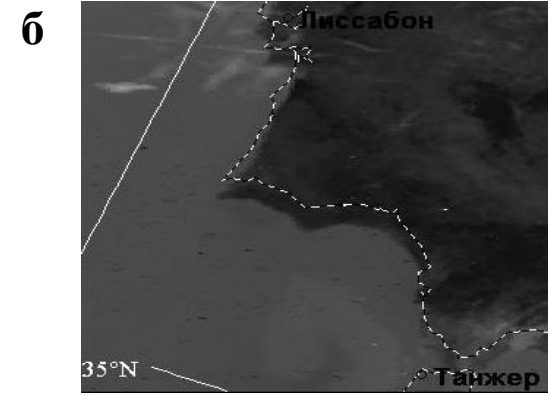
Для характеристики сложности погодных условий в арктических мезовихрях целесообразно определить термины «арктический ураган» или «арктический шторм» .

Polar Lows  
Mesoscale Weather  
Systems in the  
Polar Regions

EDITED BY  
ERIK A. RASMUSSEN  
Emeritus Professor, Department of Geophysics, University of Copenhagen  
and  
JOHN TURNER  
Physical Science Division, British Antarctic Survey

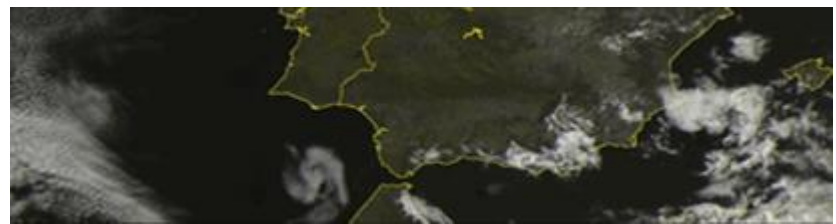
CAMBRIDGE  
UNIVERSITY PRESS

# **Вихрь** – атмосферное образование с вращательным движением воздуха вокруг некоторой оси (не обязательно атмосферное возмущение)

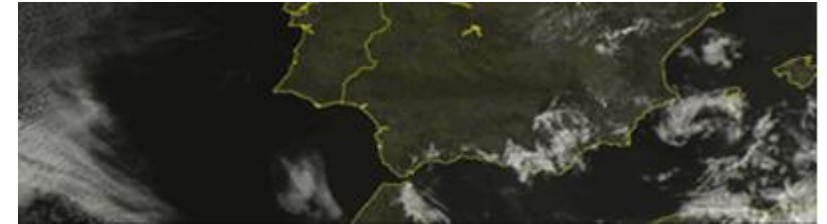


11.04.2011 г. 12.50 UTC, а – в видимом (0,7-1,0 мкм); б – в ИК (10,5-11,5 мкм) диапазонах

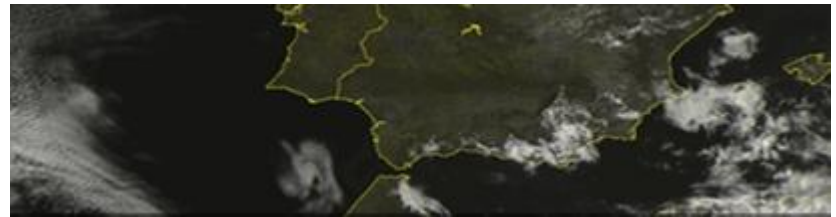
Вихри в поле слоистой облачности возникают вследствие орографического искривления воздушных потоков, в Арктическом регионе – преимущественно в летнее время года. Рассеиваются после смены воздушных потоков.



11.04.2011 г. 15.45 UTC



11.04.2011 г. 16.45 UTC



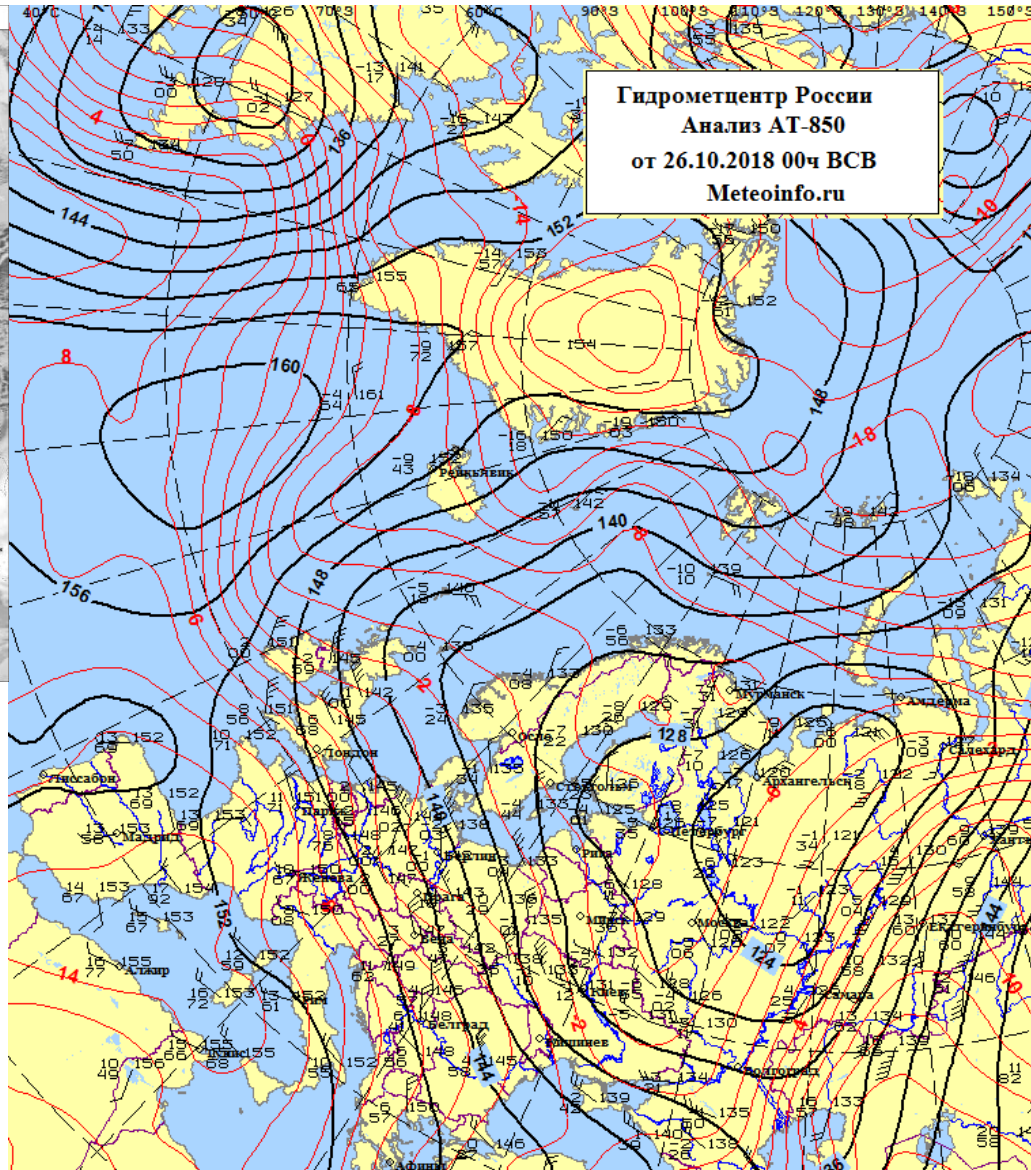
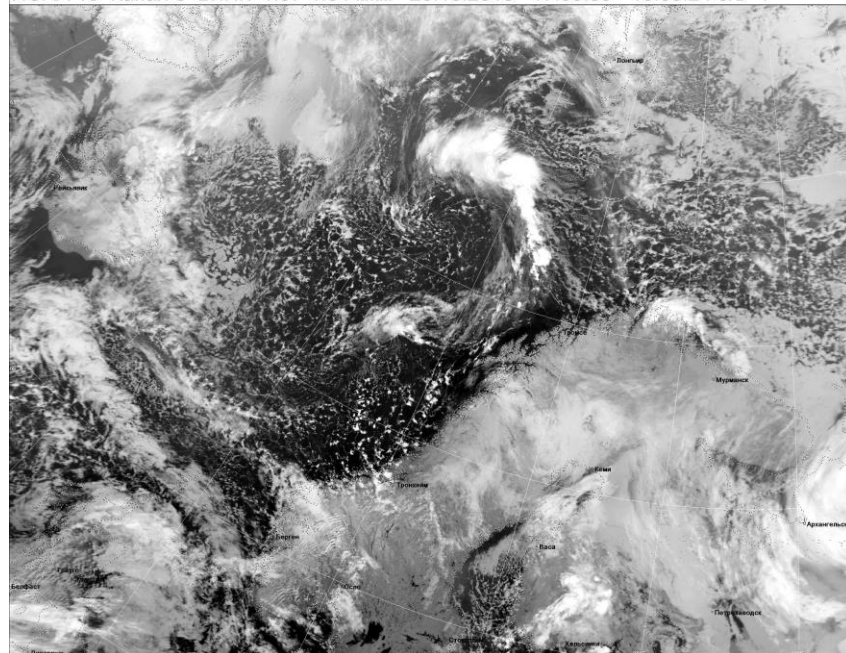
11.04.2011 г. 16.15 UTC



11.04.2011 г. 18.15 UTC

# Фронтологический анализ – начальный этап исследования арктических мезовихрей.

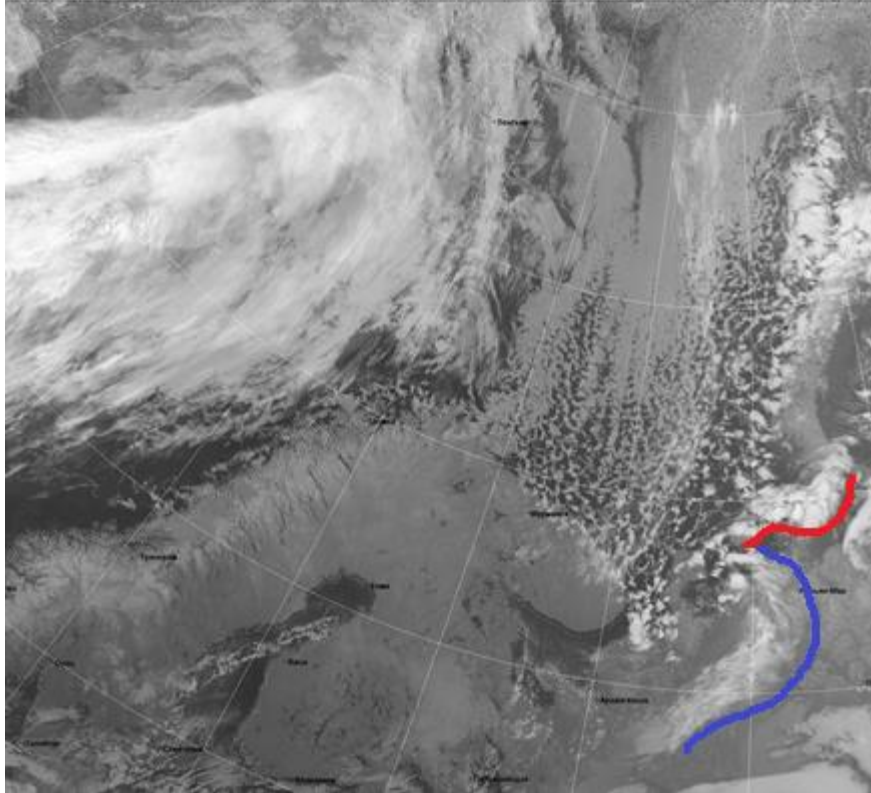
NOAA 18 Канал 3 Блик 1.57-1.64 мкм 25.10.2018 17.59.39 - 18.05.24 сгв 1



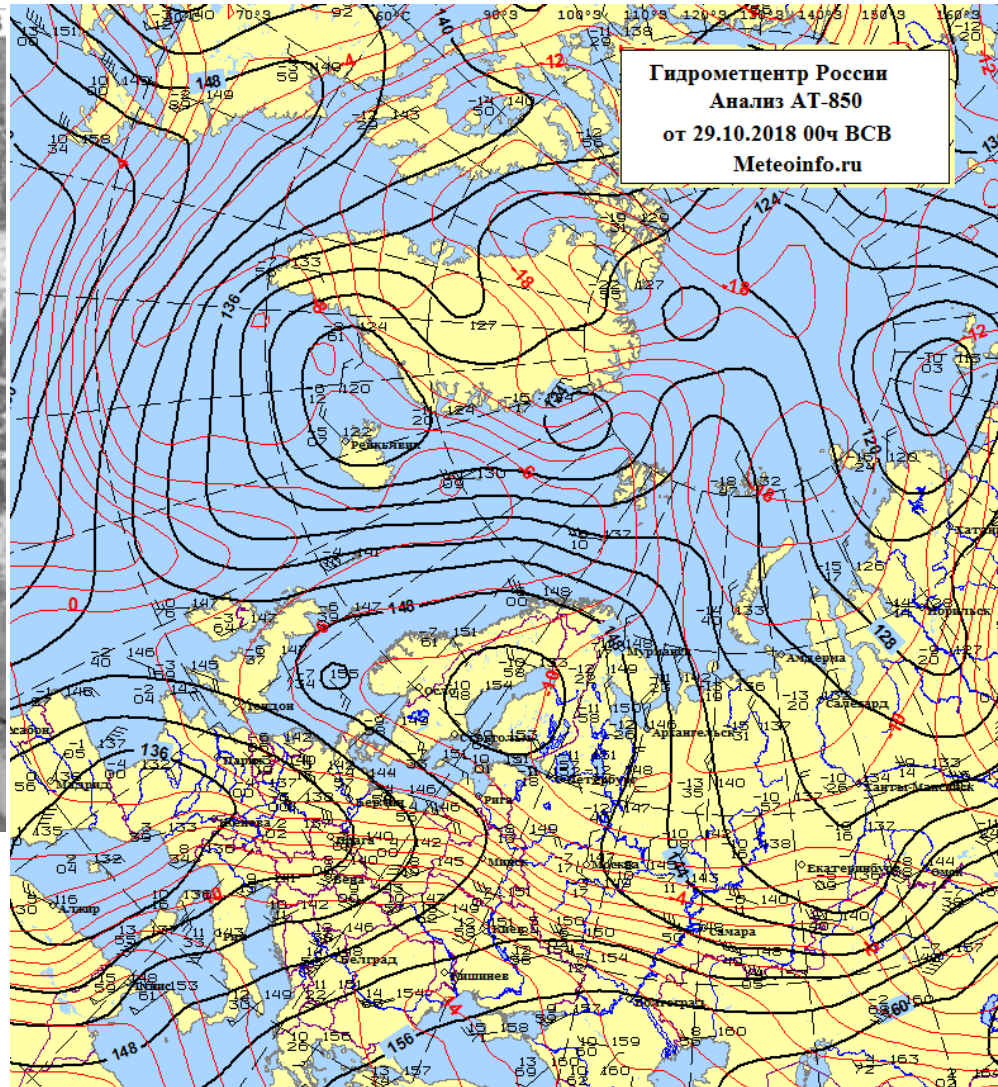
Представленная на спутниковом изображении облачность в Норвежском море, которая может быть принята за арктические мезовихри, является фронтальной облачностью двух арктических циклонов (арктических, в смысле, циклонов на арктическом фронте). Об этом свидетельствует зона сгущения изотерм (красные линии) над акваторией Гренландского моря на карте АТ-850 (линия атмосферного фронта на уровне 850 гПа проходит севернее приземного фронта).

# Фронтологический анализ – начальный этап исследования арктических мезовихрей.

NOAA 19 Канал 5 ИК 11.50-12.50 мкм 28.10.2018 13.11.58 - 13.24.18



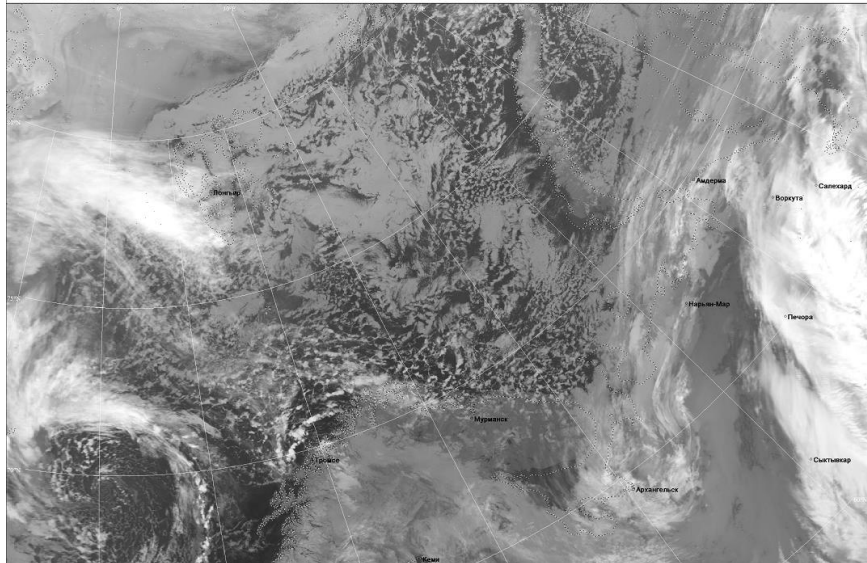
Представленная на спутниковом изображении облачность над юго-восточной акваторией Баренцева моря является арктическим мезовихрем. Арктический фронт проходит в Гренландском море вдоль восточного побережья Гренландии, над архипелагом Шпицберген поворачивает на юг, над Кольским полуостровом размывается.



Далее фронт вновь обостряется в Московской области, где поворачивает на восток и проходит рядом с полярным фронтом.

# Пример развития арктического мезовихря (образование приземного фронта)

NOAA 18 Канал 5 ИК 11.50-12.50 мкм 26.10.2018 07.45.56 - 07.57.46 сгв



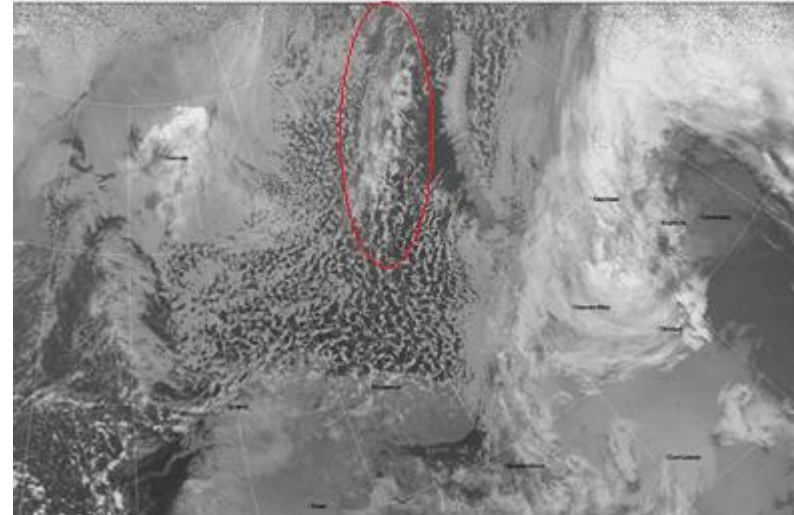
27 октября 2018 г. 03.30 UTC. На границе между относительно теплым и холодным воздухом выделяется более яркая облачная полоса, которую можно идентифицировать как приземный вторичный (не основной) атмосферный фронт.

Воздушные потоки в средней тропосфере несколько поменяли свое направление с восточного на северо-восточное и фронт начал смещаться на юго-запад в сторону Мурманска в сторону холодной неустойчивой воздушной массы..

26 октября 2018 г. 07.50 UTC. Арктический фронт проходит в Норвежском море вдоль Скандинавского полуострова, над восточной акваторией отклоняется в район архипелага Шпицберген, где поворачивает на юг, над Кольским полуостровом размывается и отклоняется на юго-восток.

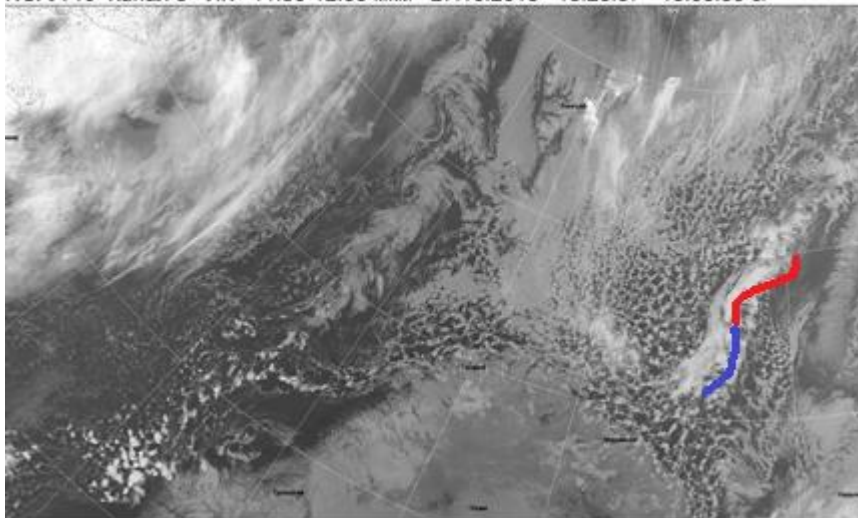
Над восточной акваторией Баренцева моря находится холодная неустойчивая воздушная масса, о чем свидетельствует поле открытых конвективных ячеек. В прибрежной зоне вблизи северо-западного побережья Новой Земли вышеупомянутые ячейки отсутствуют и воздух является относительно теплым, что обусловлено как теплым морским течением, так и фёновым эффектом при перетекании воздуха через остров (в нижней тропосфере над Новой Землей наблюдаются восточные воздушные потоки).

NOAA 19 Канал 4 ИК 10.50-11.50 мкм 27.10.2018 03.27.52 - 03.40.13 с



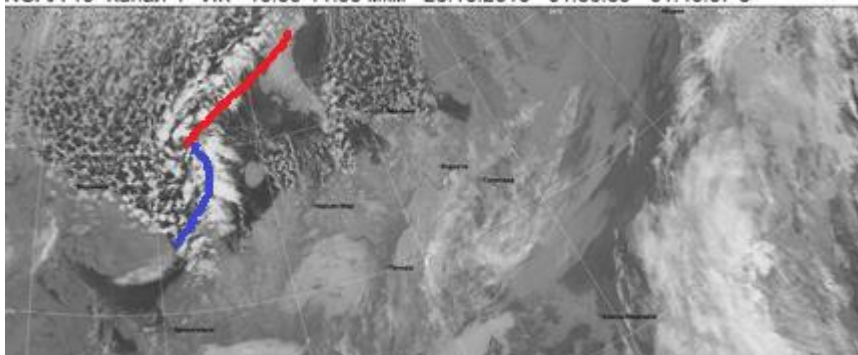
# Пример развития арктического мезовихря (возникновение и развитие мезовихря)

NOAA 19 Канал 5 ИК 11.50-12.50 мкм 27.10.2018 13.23.37 - 13.35.56 сг



27 октября 2018 г. 13.25 UTC. Днем фронт обострился, о чем свидетельствует расширение облачной полосы. Фронтальная облачная системы, ранее представляющая собой гряды конвективных облаков, теперь включает слоистообразные облака. Фронт приобретает циклонический волновой изгиб.

NOAA 19 Канал 4 ИК 10.50-11.50 мкм 28.10.2018 01.36.39 - 01.46.07 с



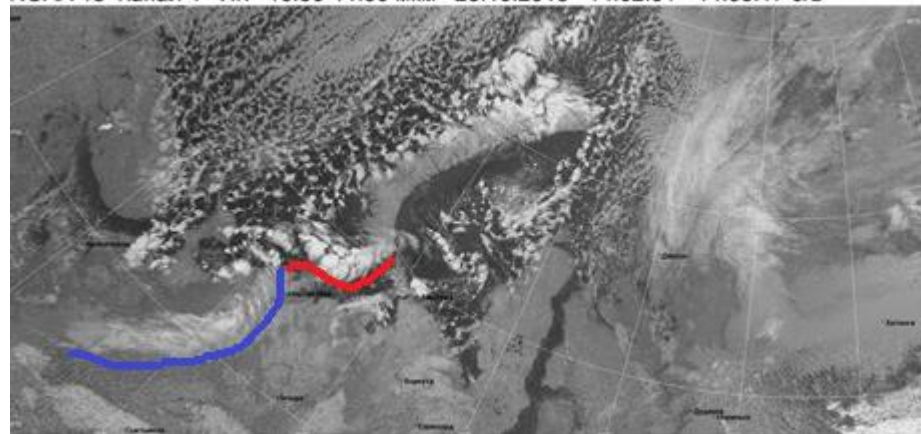
Воздушные потоки изменили свое направление на северо-западные и вихрь начал смещаться в юго-восточном направлении.

28 октября 2018 г. 01.40 UTC. Циклонический вихрь имеет ярко выраженный теплый сектор. Фронтальная облачная системы снова представляют собой гряды конвективных облаков, которые к утру ослабевают. В теплом секторе конвективные процессы слабо выражены.

При дальнейшем смещении вихря на юг холодный фронт выходит на поверхность суши и достаточно быстро размывается (см. также выше изображение NOAA-19, 5 канал 28 октября 2018 г. 11.15 UTC).

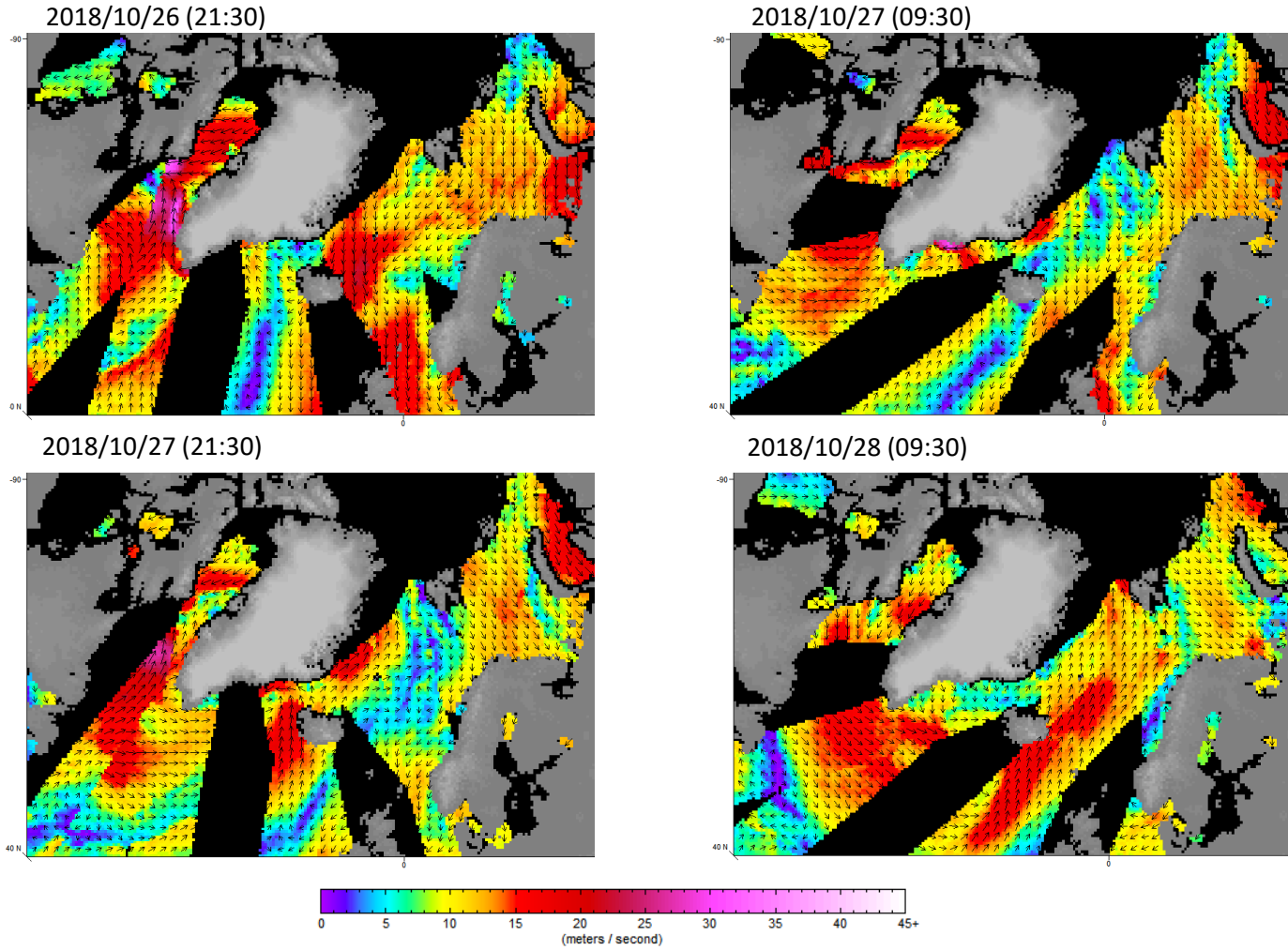
В Карском море наблюдается развитие конвективных движений.

NOAA 18 Канал 4 ИК 10.50-11.50 мкм 28.10.2018 14.02.31 - 14.08.17 сгв





# Возникновение и развитие мезовихря в поле ветра (ASCAT)



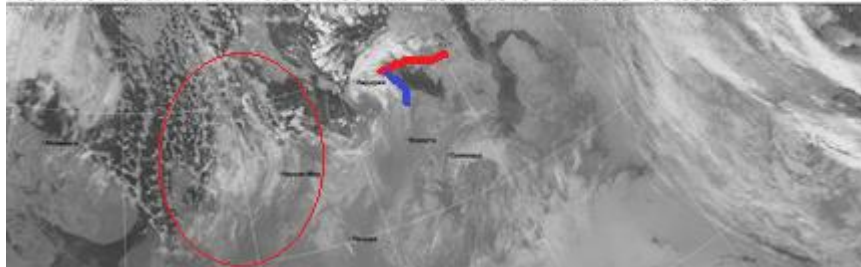
Возникновение и развитие мезовихря хорошо прослеживается в поле ветра по данным прибора ASCAT ([remss.com](http://remss.com)).

Полоска относительно слабого ветра в Баренцевом море в районе возникновения приземного фронта дает

основание предположить о возникновении барической ложбины. Прослеживается смещение приземного фронта на юго-восток, образование волнообразного изгиба и дальнейшее смещение вихря на восток в сторону Карского моря.

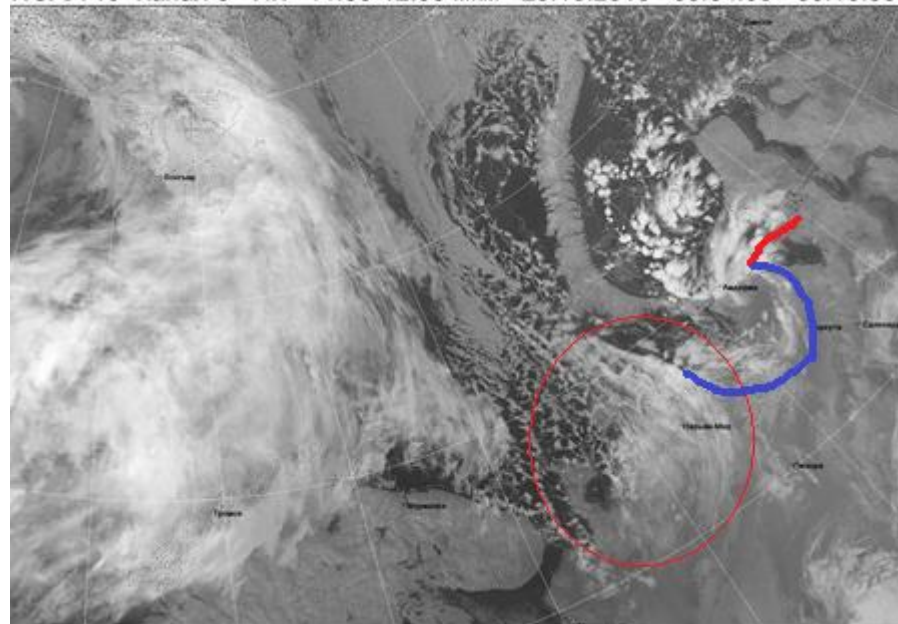
# Пример развития арктического мезовихря (взаимодействие мезовихря с арктическим циклоном)

NOAA 19 Канал 4 ИК 10.50-11.50 мкм 29.10.2018 01.25.13 - 01.33.58 с



29 октября 2018 г. 01.30 UTC. Мезовихрь сильно уменьшился в размерах и вышел в юго-западную акватории Карского моря. При этом над южной акваторией Баренцева моря наблюдается возникновение волнового возмущения на арктическом фронте.

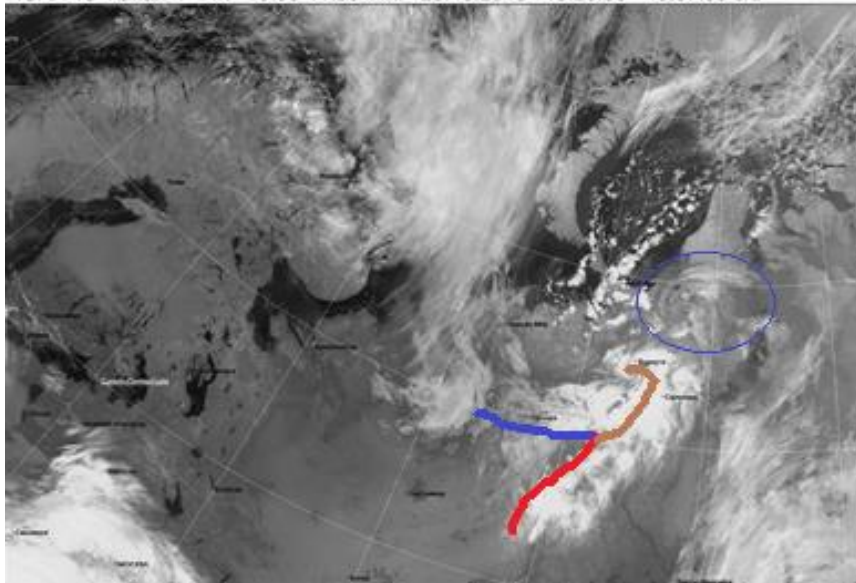
NOAA 19 Канал 5 ИК 11.50-12.50 мкм 29.10.2018 03.04.35 - 03.16.58 с



29 октября 2018 г. 03.10 UTC. Более заметным волновое возмущение становится при следующем пролете NOAA-19. Арктический мезовихрь при этом несколько увеличился в размерах.

Волновое возмущение на арктическом фронте и мезовихрь максимально сближаются друг с другом, однако слияние их не происходит. Объединению мешает Уральский хребет.

NOAA 18 Канал 4 ИК 10.50-11.50 мкм 29.10.2018 15.26.56 - 15.37.39 с



29 октября 2018 г. 15.30 UTC. Арктический циклон смещается на юг и достаточно быстро углубляется (переходит в стадию максимального развития). Облачность арктического мезовихря в виде спирали еще некоторое время прослеживается над северными склонами Уральских гор.

# **Заключение**

- 1. В настоящее время решение проблемы оперативного прогнозирования арктических мезовихрей сдерживается дефицитом сведений об их внутренней структуре.**
- 2. Изучение механизмов, благоприятных для развития мезовихрей, должно быть комплексным, то есть включать все доступные источники гидрометеорологической информации (как спутниковые, так и контактные методы измерений, а также классические методы синоптического анализа).**
- 3. Целесообразно привлечение новых видов информации. Некоторые виды АМВ возможно более детально изучить в случае выхода их с водной поверхности на поверхность суши. Кроме того, в исследованиях АМВ не получили применения многие существующие виды тематических продуктов на основе обработки спутниковых данных (карты формы облачности, опасных явлений погоды, количества осадков и т.д.).**