

Полярный циклон в Норвежском море 30-31 января 2008 г.: анализ по данным мультисенсорного спутникового зондирования

Заболотских Е.В.¹, Митник Л.М.²,
Бобылев Л.П.¹

¹Научный фонд "Международный Центр по Окружающей Среде и Дистанционному
Зондированию имени Нансена" (фонд "Нансен-Центр")
Россия, Санкт-Петербург

²Тихоокеанский Океанологический Институт им. В.И.Ильичева, ДВО РАН,
Россия, Владивосток

Полярные циклоны

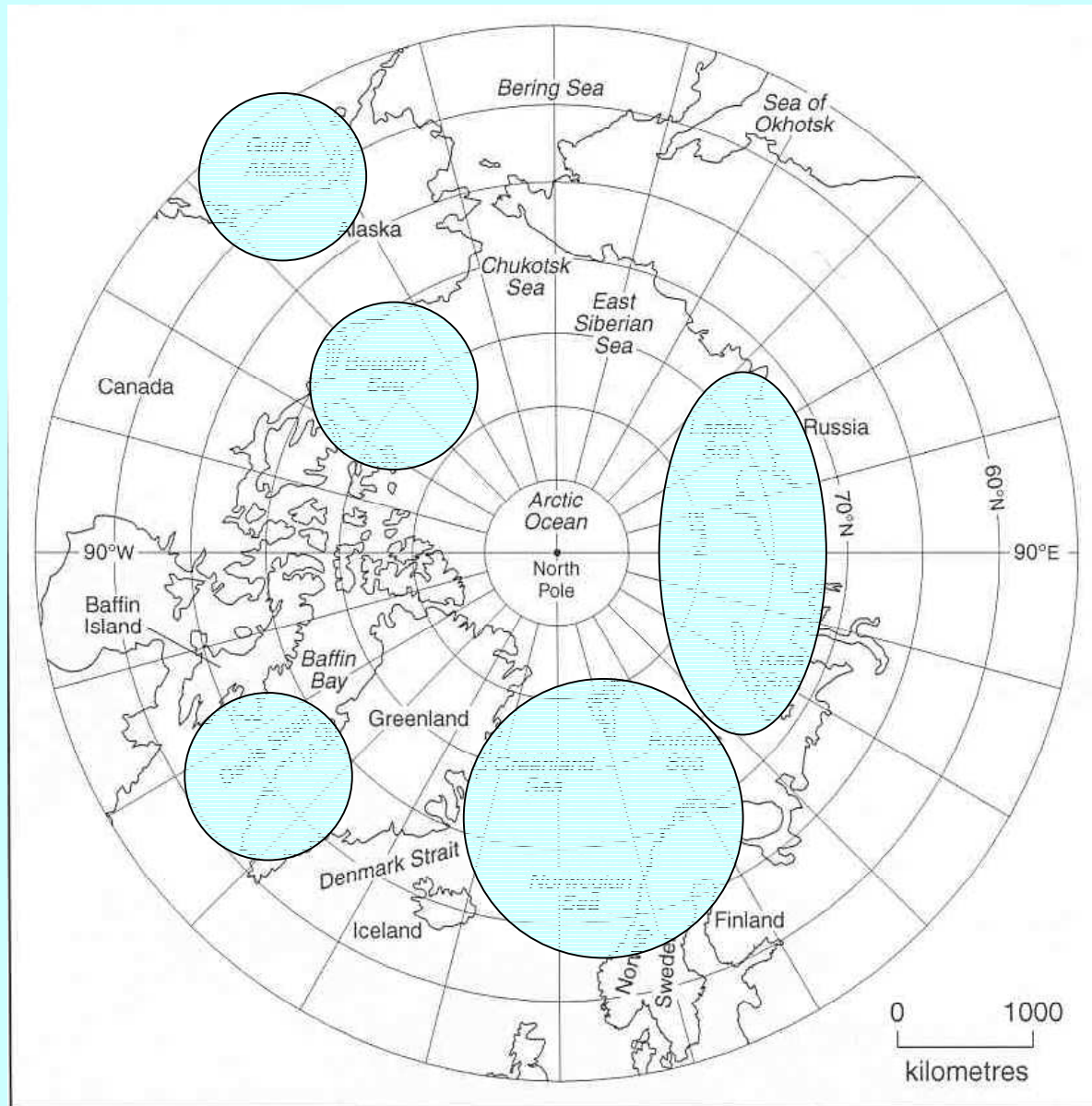
Основные характеристики:

- Полярные циклоны - короткоживущие, но интенсивные мезомасштабные погодные системы, наблюдаемые над холодными водами океана к полюсу от основной бароклинной зоны.
- Размеры - от 100 до 1000 км
- Скорость ветра > 15 м/с
- Время жизни - от 3 часов до 2 суток

Полярные циклоны

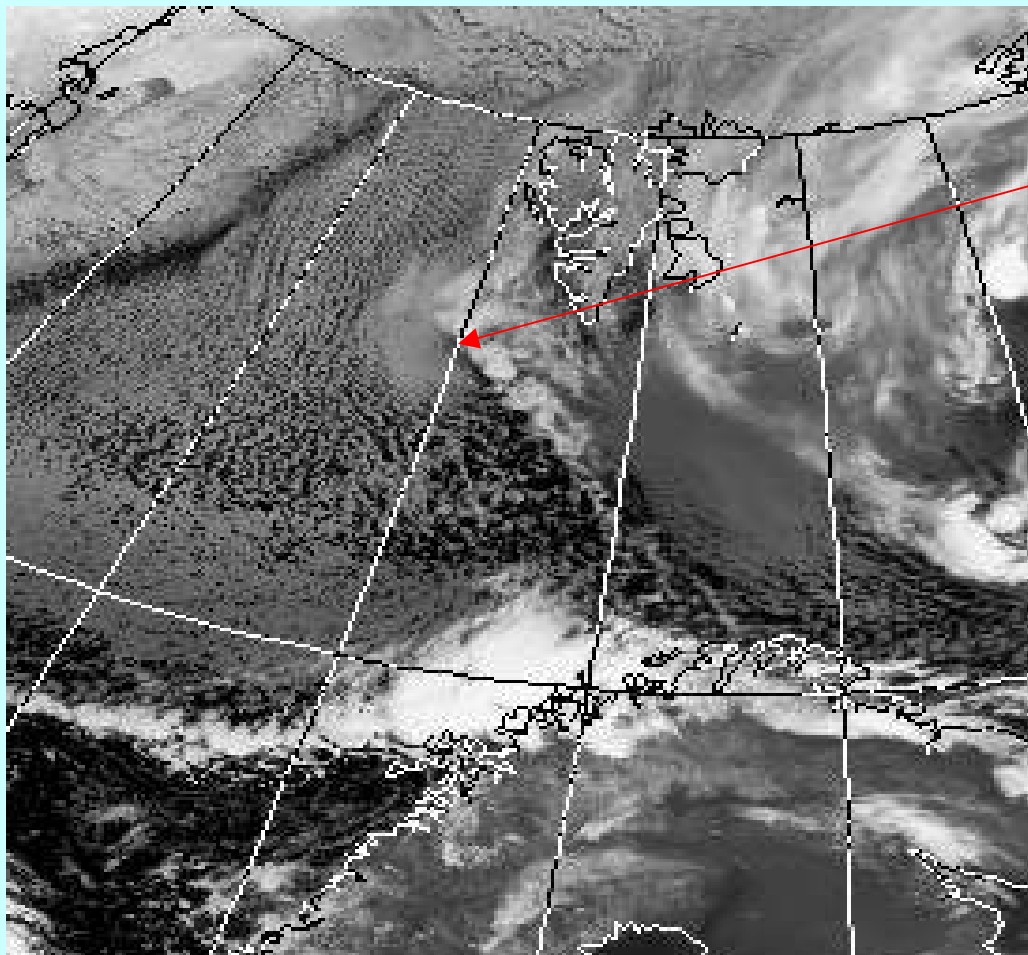
Основные характеристики:

- Типично морское явление: быстро разрушаются над сушей и надо льдом
- Характерны для зимнего времени года
- Впервые обнаружены на спутниковых изображениях в 60-х годах
- Арктические полярные циклоны значительно интенсивнее антарктических из-за больших потоков тепла и влаги. Наиболее интенсивные получили название «Арктических ураганов»



ШЕСТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
 "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"
 Москва, ИКИ РАН, 10-14 ноября 2008 г.

Типичные проявления:

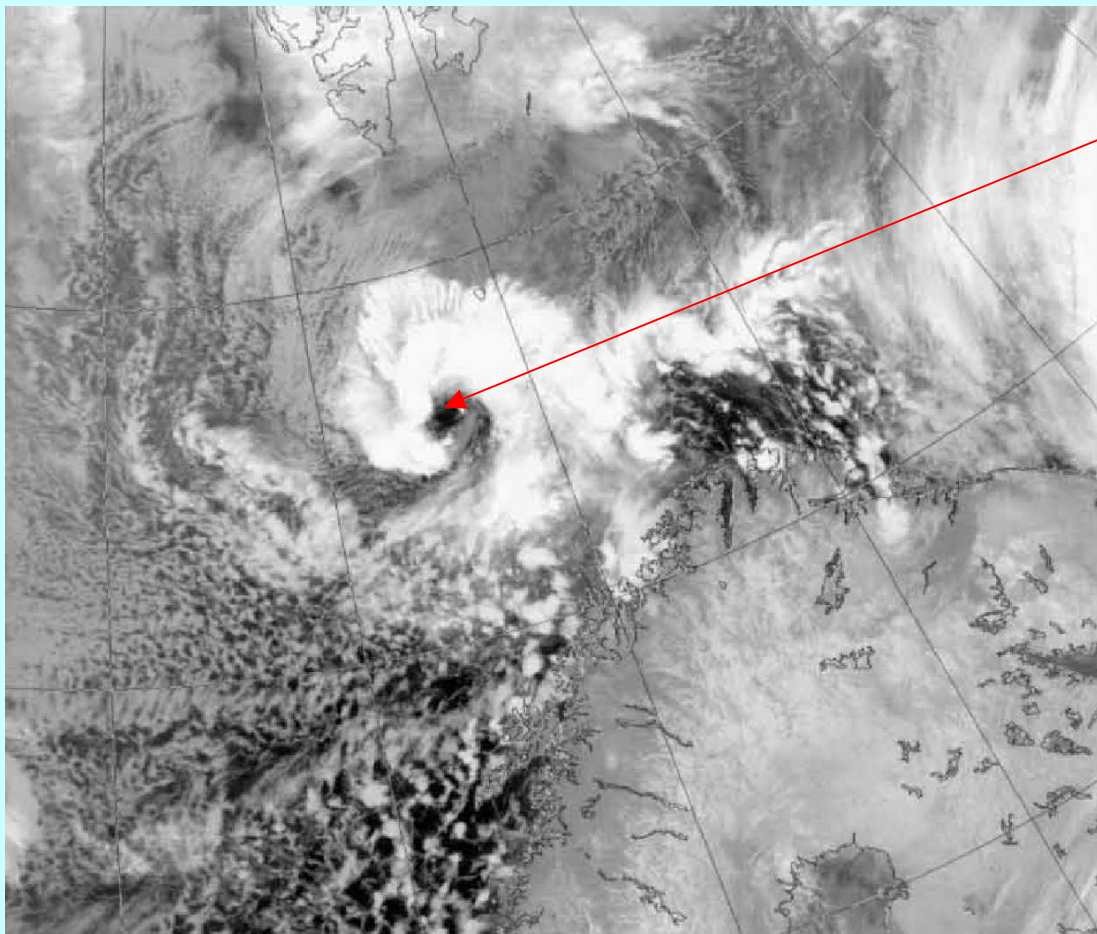


небольшая
фронтальная
впадина

инфракрасное
изображение
радиометра
AVHRR
Норвежского и
Баренцева
морей

20:24 UTC
30 января 2008

Типичные проявления:

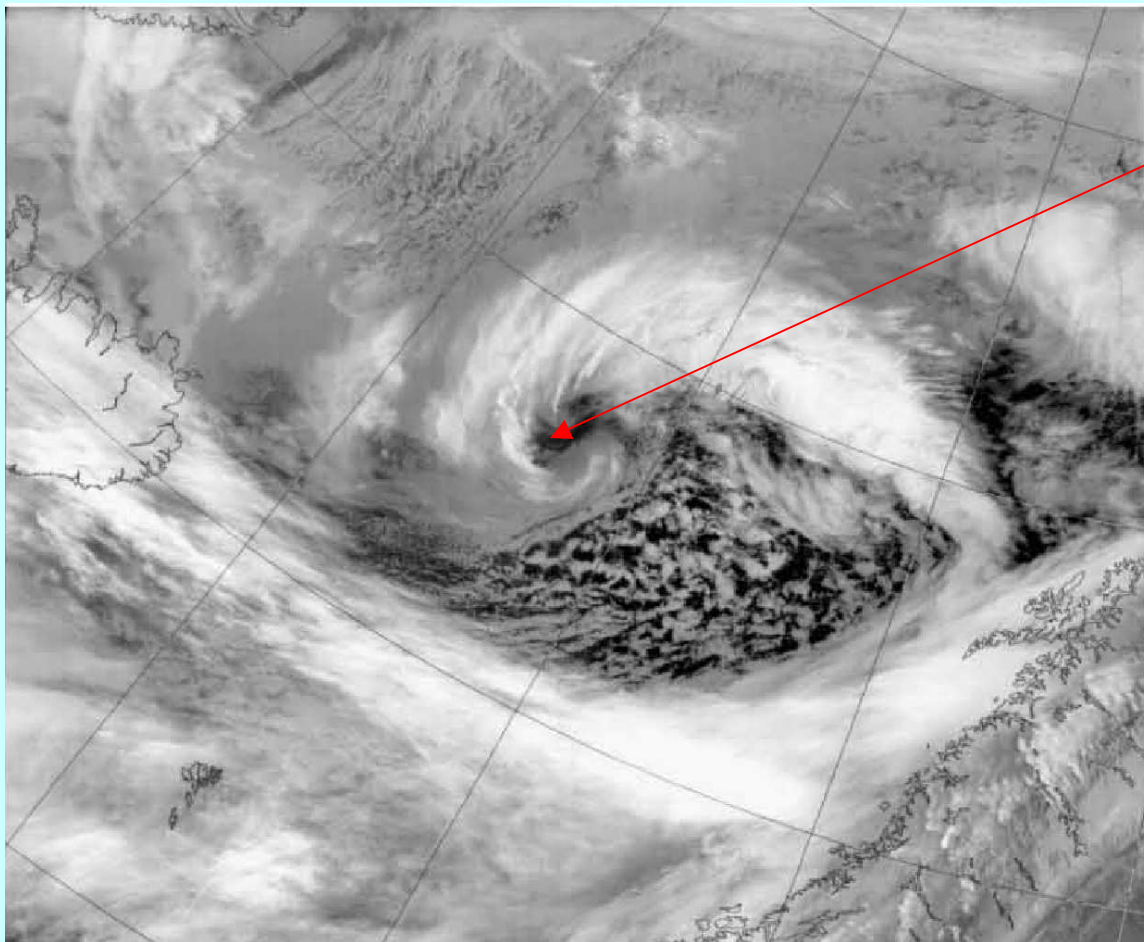


Форма
«Лебедя»

инфракрасное
изображение
радиометра
AVHRR
Баренцева моря

02:40 UTC
13 декабря 1982

Типичные проявления:

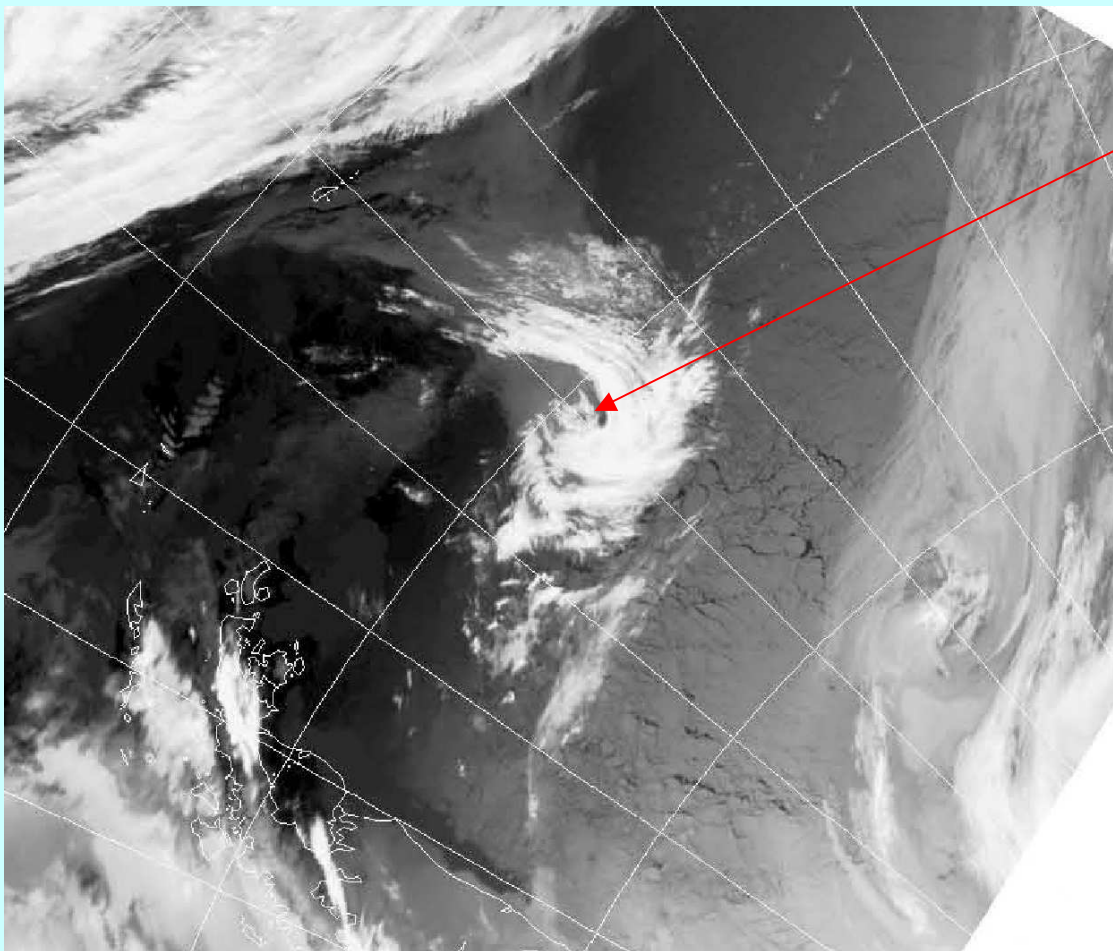


облачный вихрь
с центральным
«глазом»

инфракрасное
изображение
радиометра
AVHRR
Норвежского
моря

13:40 UTC
27 февраля
1984

Типичные проявления:



форма запятой

инфракрасное
изображение
радиометра
AVHRR моря
Уэддела,
покрытого
льдом

17:30 UTC
6 октября 1995

Необходимость исследований

- Полярные циклоны крайне трудно предсказать
- Численные модели прогнозов погоды не обладают разрешением, пригодным для изучения мезомасштабных вихрей
- На фактических картах приземного анализа большинство полярных циклонов не обнаруживаются
- Полярные циклоны обладают огромной разрушительной силой; их своевременное обнаружение, изучение характеристик, отслеживание движения и, конечно, предсказание, представляют одну из важнейших, до сих пор не решенных задач современной науки

Методы исследований

- Изучение теории процессов формирования и развития полярных циклонов
- Моделирование

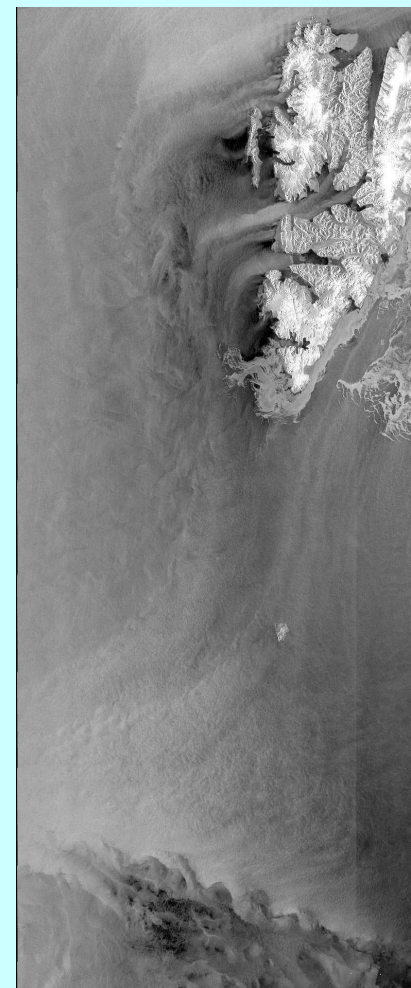
Недостатки: недостаточное пространственно-временное разрешение данных

- Анализ спутниковых данных

Преимущества: совместный анализ данных различных приборов с разных спутников позволяет получить наиболее полную информацию о циклоне

Полярный циклон в Норвежском море 30-31 января 2008 года

Изображения радиолокаторов с синтезированной апертурой являются мощным инструментом для обнаружения, анализа и предсказания полярных циклонов благодаря высокому разрешению. Они позволяют получать информацию о поле ветра над океаном независимо от освещенности и атмосферных условий.



РСА-изображения со спутника Envisat

30 января 20:16

31 января 19:44

Изображения видимого и инфракрасного диапазонов:

- радиометров AVHRR со спутников NOAA
- спектрорадиометров MODIS со спутников Terra и Aqua

являются традиционным инструментом исследования полярных циклонов (ПЦ)

В проявлениях ПЦ выделяются 3 стадии:

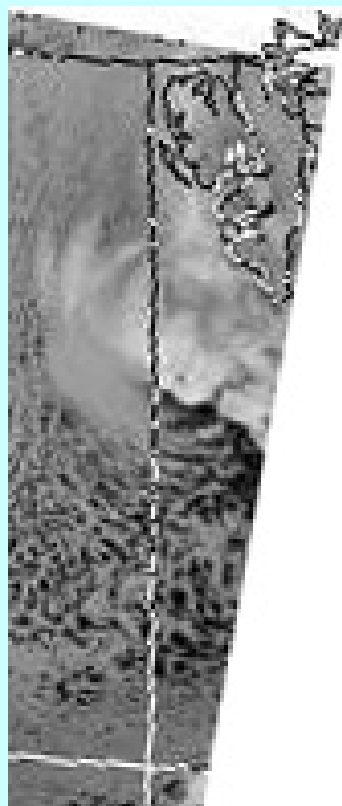
- 1) Стадия зарождения и развития
- 2) Стадия развитого состояния
- 3) Стадия разрушения

Стадия зарождения и развития

AVHRR-изображения (10.3-11.3 мкм, 4-й канал) со спутника NOAA



30 января 20:24



30 января 22:03



31 января 00:40

Стадия развитого состояния

AVHRR-изображения (10.3-11.3 мкм, 4-й канал) со спутника NOAA



31 января 10:11



31 января 12:16



31 января 13:15

Стадия разрушения

AVHRR-изображения (10.3-11.3 мкм, 4-й канал) со спутника NOAA

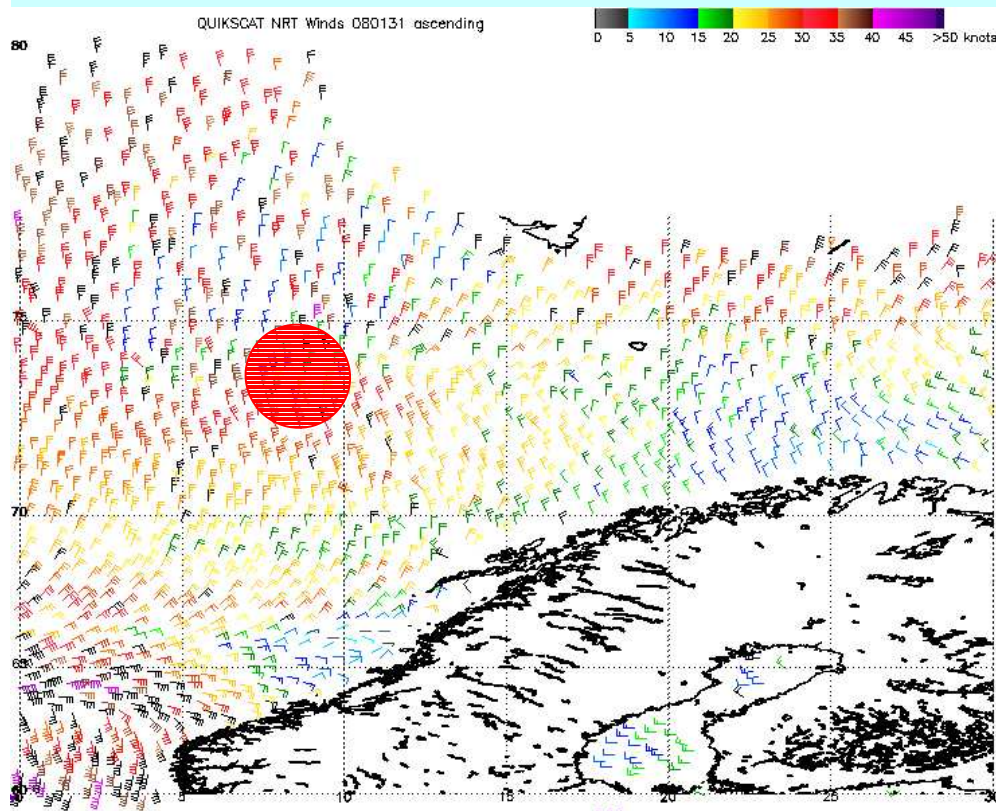


31 января 20:01



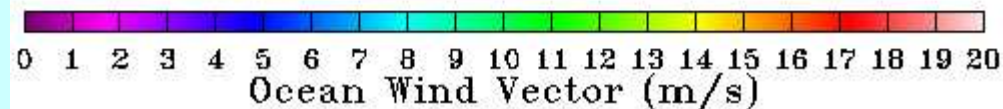
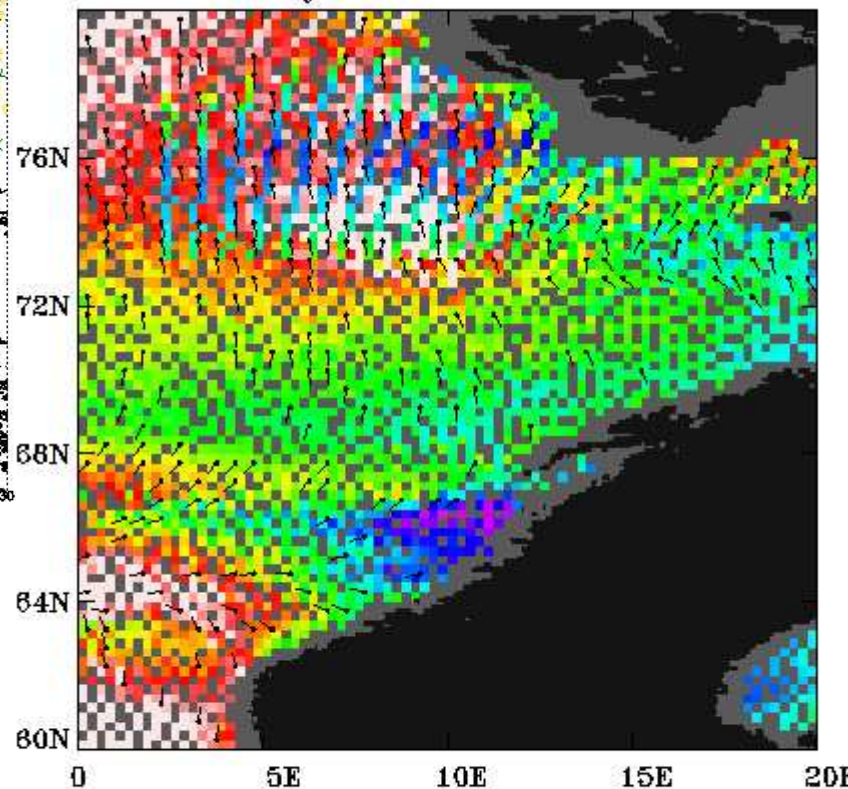
31 января 21:40

Поле ветра по данным скаттерометра



Продукт NASA Jet Propulsion Laboratory
<http://podaac.jpl.nasa.gov/poet>

Day: 031 Year: 2008

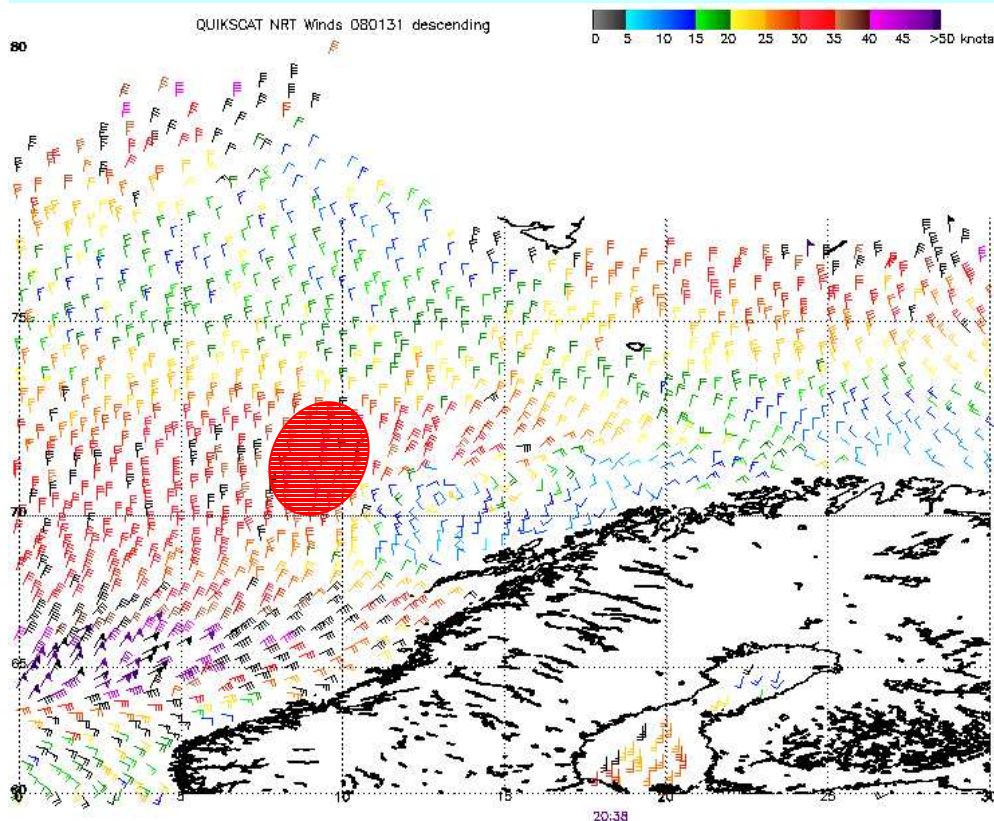


Продукт NOAA/ NESDIS

<http://manati.orbit.nesdis.noaa.gov/quikscat/>

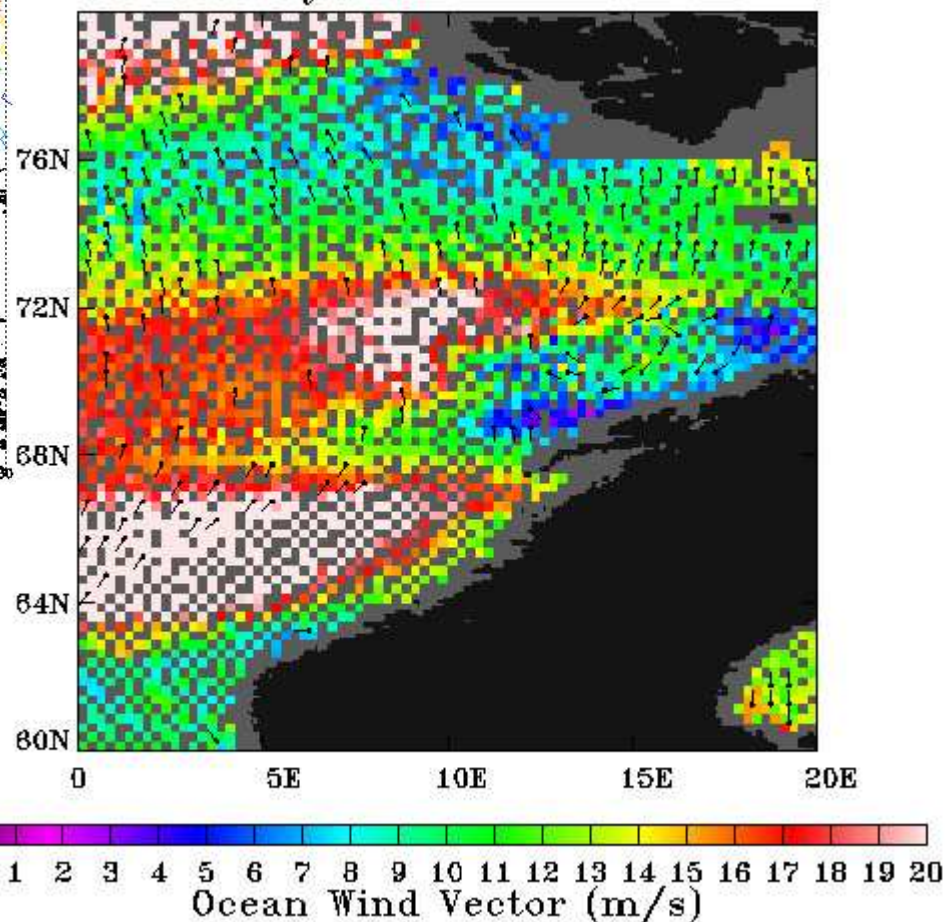
Восходящий виток
31 января 03:40 UTC

ШЕСТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"
Москва, ИКИ РАН, 10-14 ноября 2008 г.



Продукт NASA Jet Propulsion Laboratory
<http://podaac.jpl.nasa.gov/poet>

Day: 031 Year: 2008

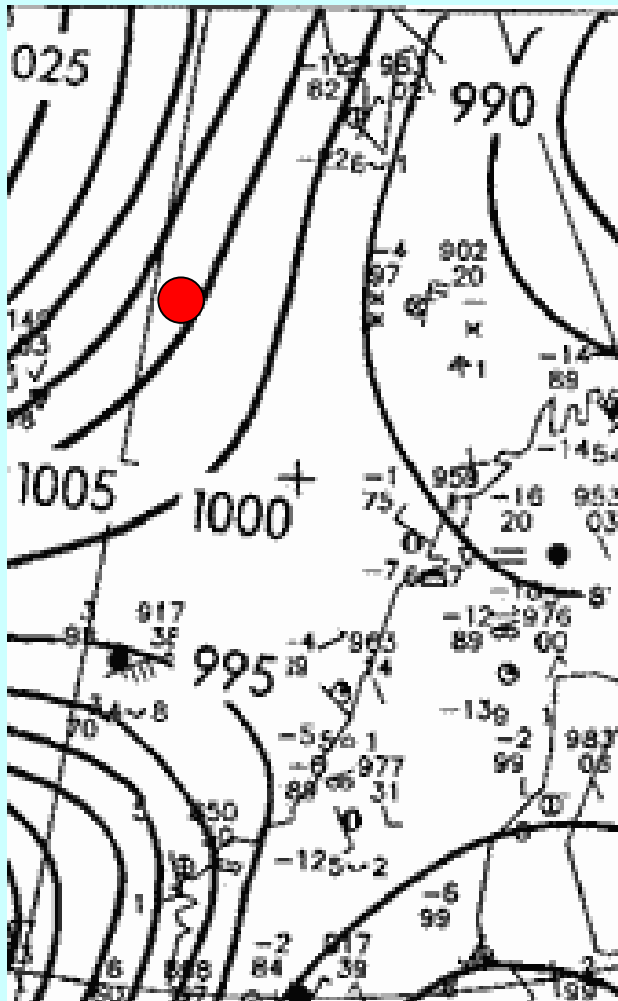


Продукт NOAA/ NESDIS
<http://manati.orbit.nesdis.noaa.gov/quikscat/>

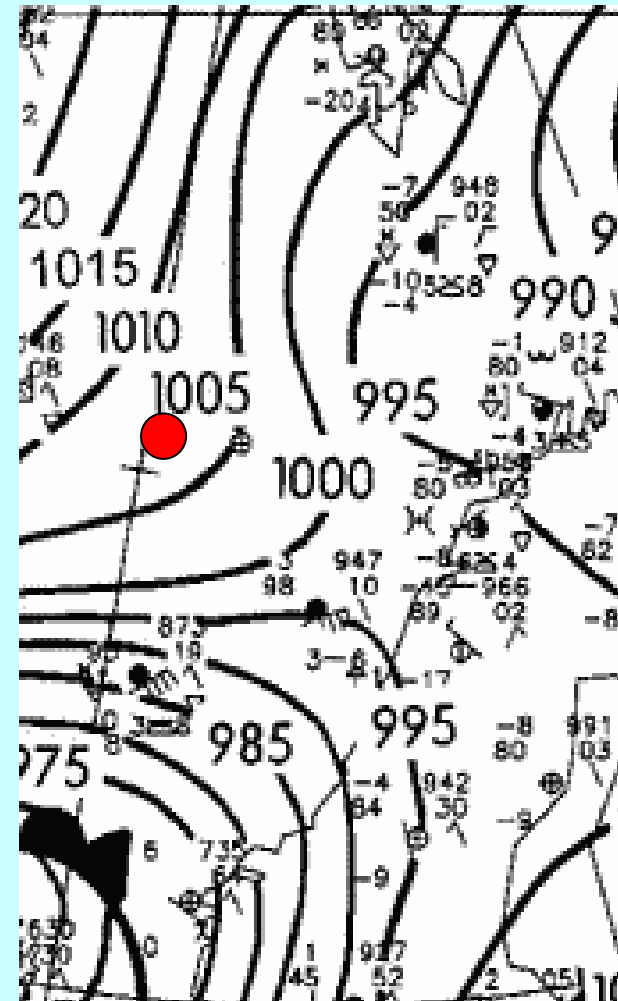
Нисходящий виток
 31 января 20:40 UTC

ШЕСТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
 "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"
 Москва, ИКИ РАН, 10-14 ноября 2008 г.

Карты приземного анализа

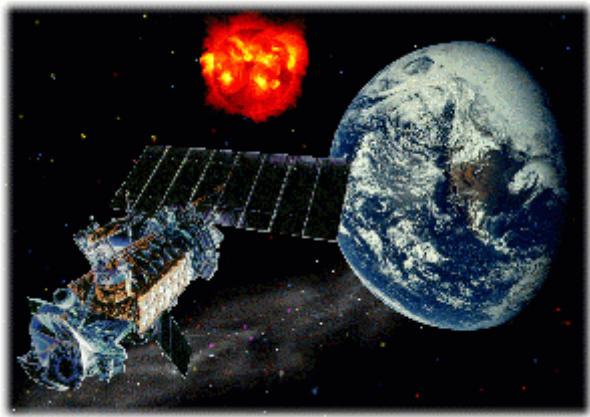


31 января 06:00



31 января 12:00

Использование данных спутниковых микроволновых радиометров для изучения полярных циклонов



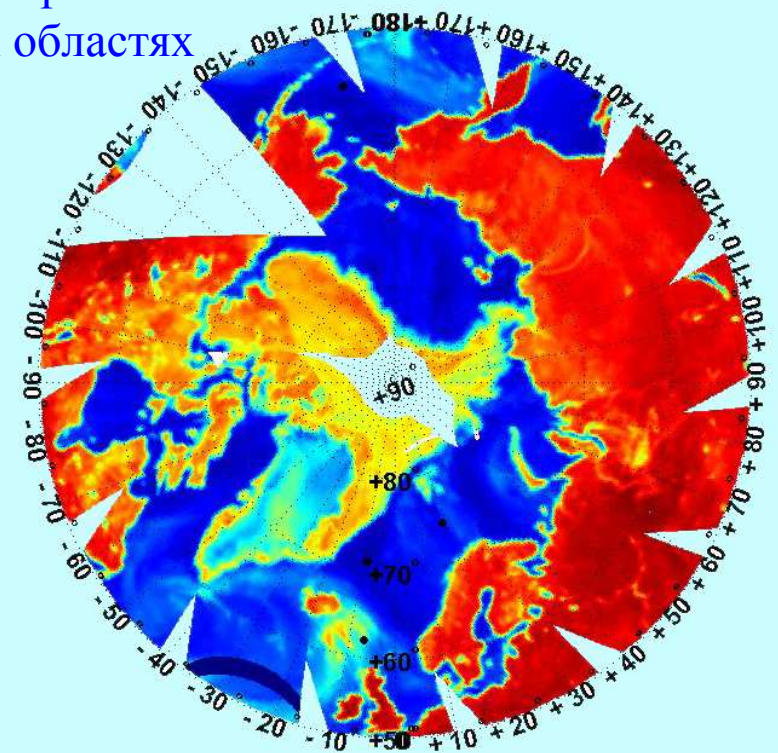
Независимость от времени суток;

Независимость от облачности;

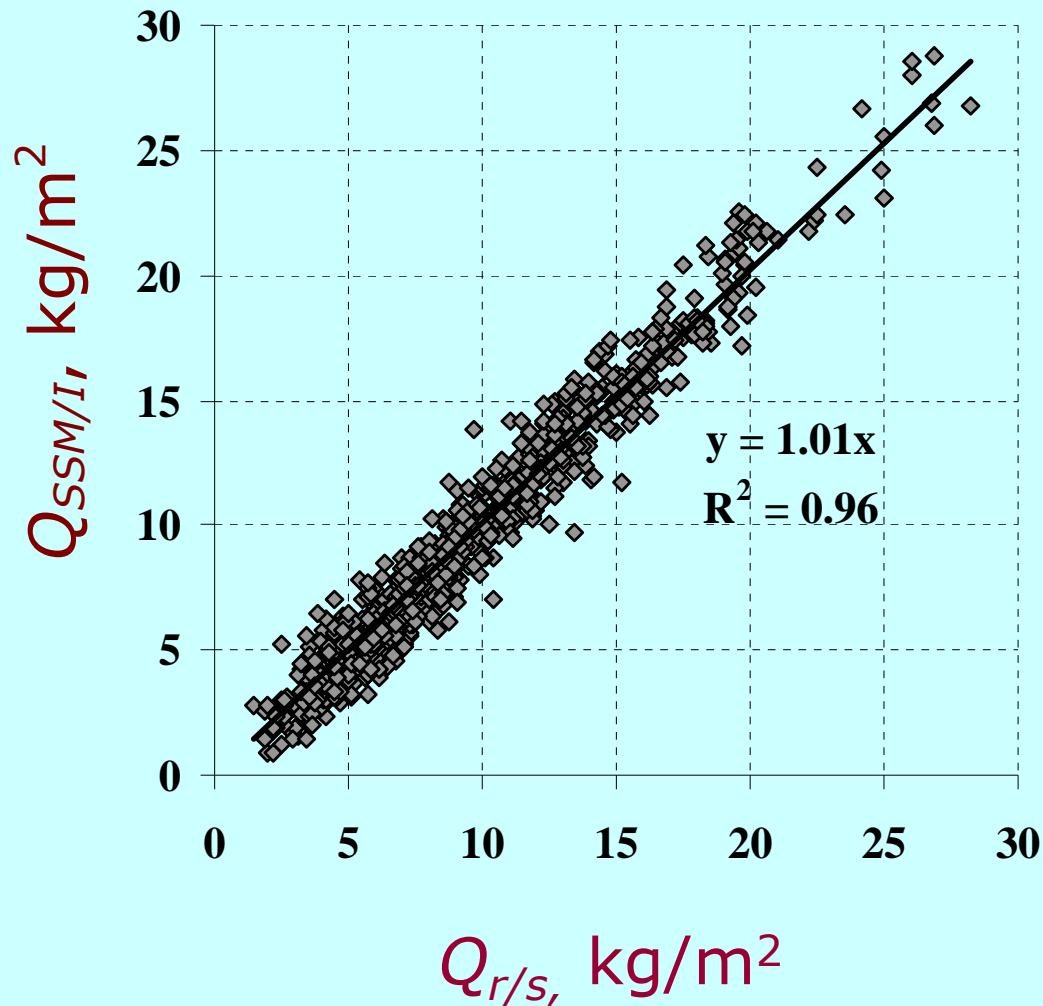
Регулярность и высокое временное разрешение в полярных областях

Оцениваемые параметры:

- Скорость приводного ветра W ;
- Интенсивность осадков R ;
- Содержание водяного пара в атмосфере Q ;
- Содержание жидкокапельной влаги в облаках W ;



Полярный алгоритм оценки Q по данным SSM/I и AMSR-E

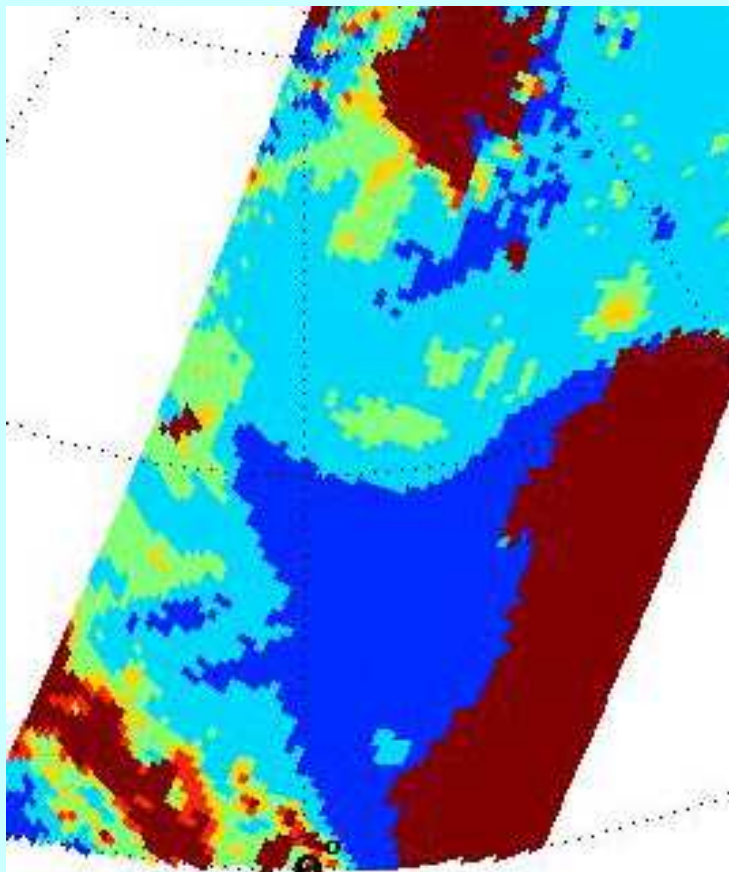


$$\sigma_Q^{SSM/I} = 1.1 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_Q^{AMSR-E} = 0.9 \text{ kg/m}^2$$

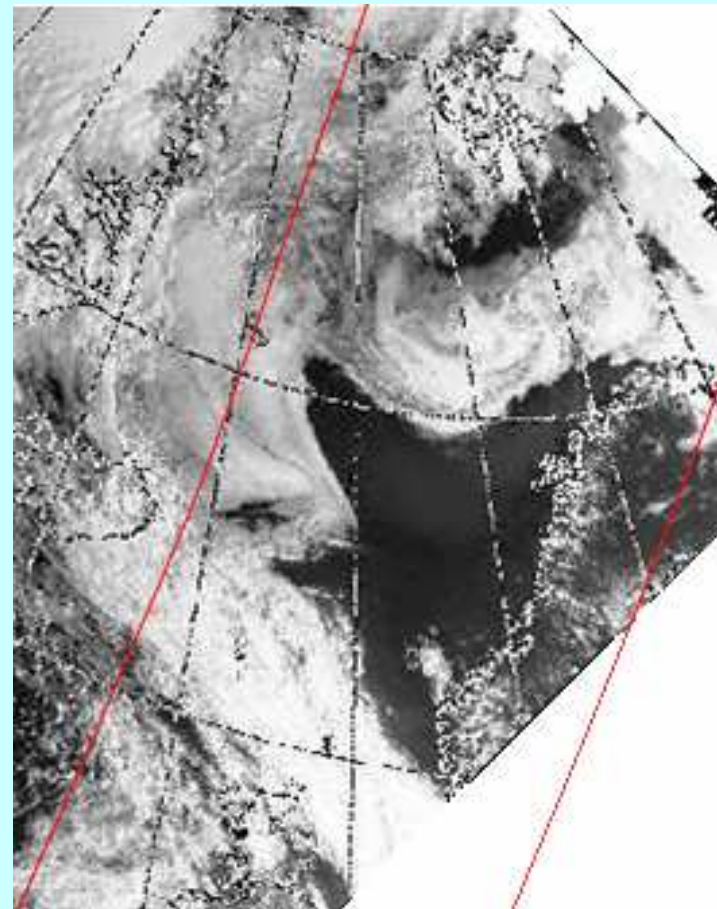
Результаты сравнения с глобальным оперативным алгоритмом: погрешность оценки Q на 40% ниже при применении полярного алгоритма

Полярный алгоритм оценки W



Поле жидкокапельной влаги облаков,
восстановленное по данным SSM/I

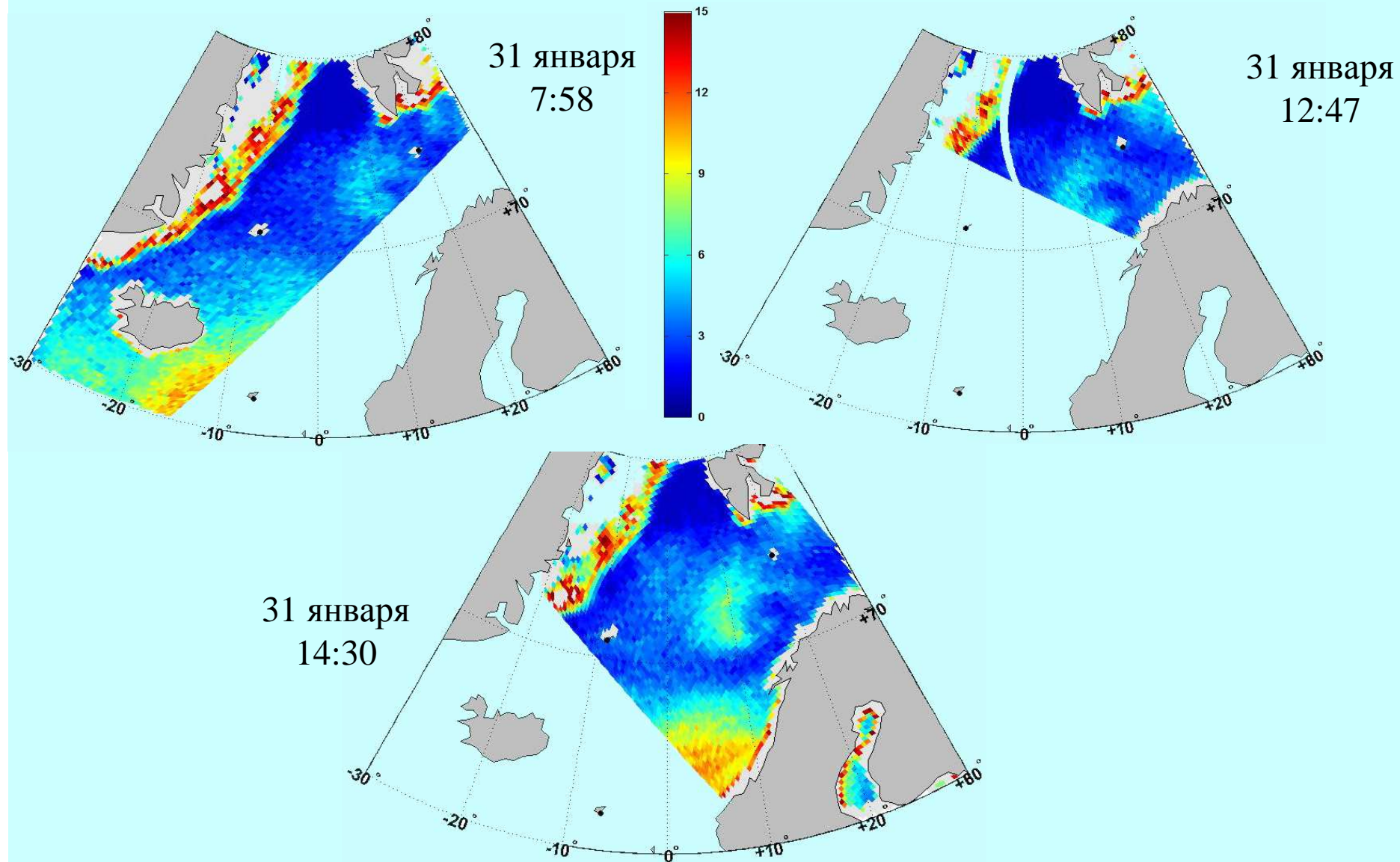
1 июля 2005 7:44



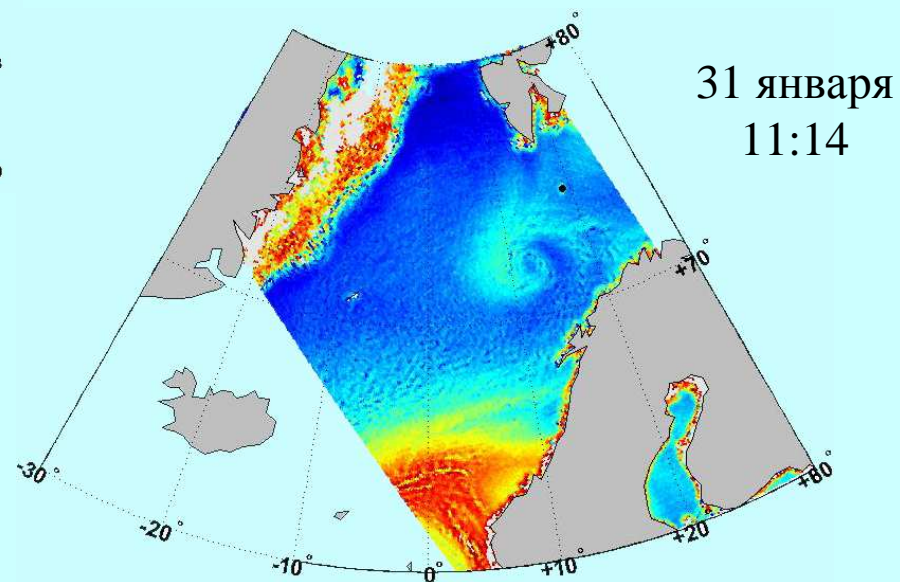
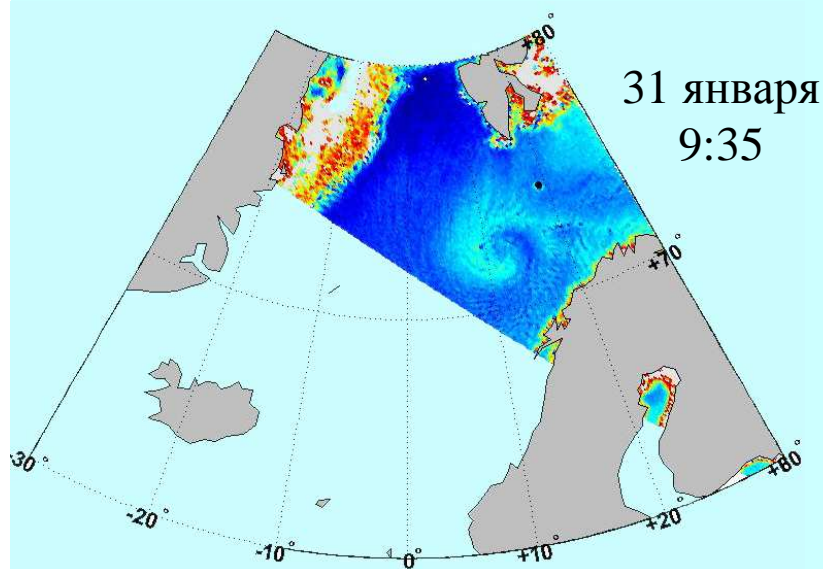
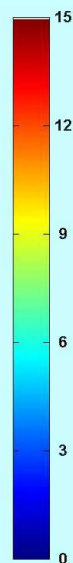
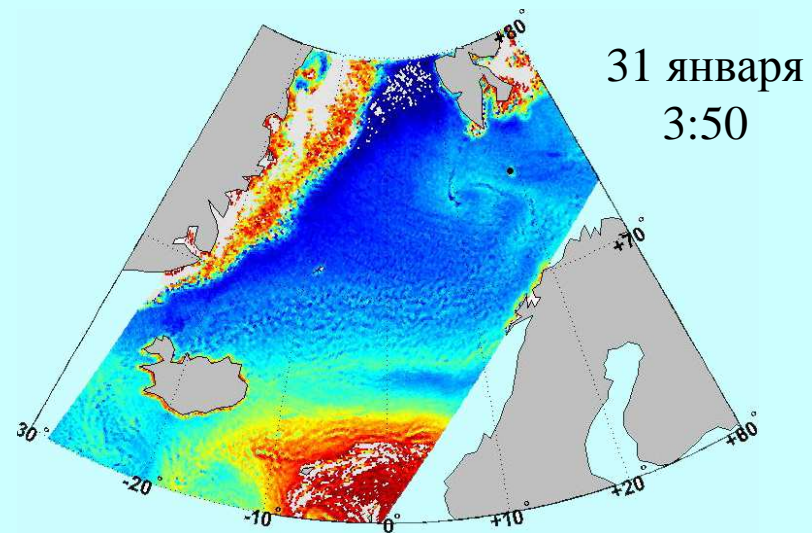
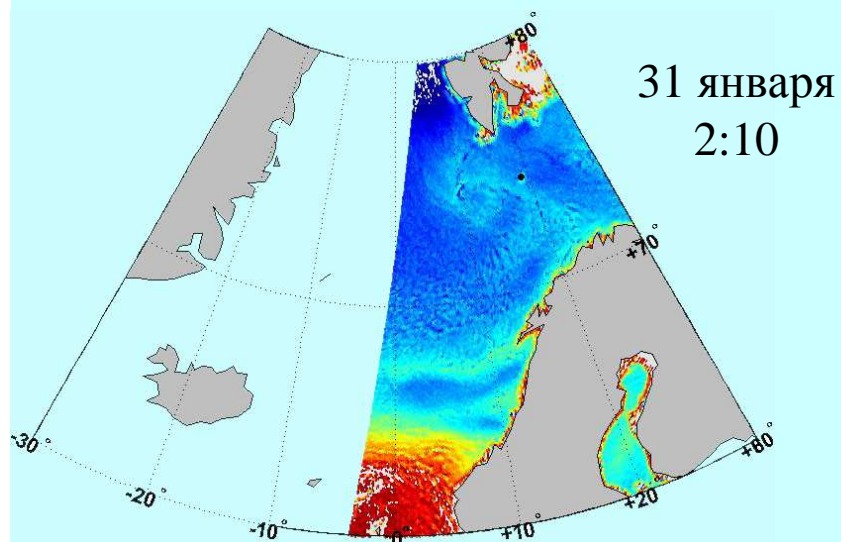
AVHRR снимок (0.58 мк)

1 июля 2005 7:26

Оценка водяного пара по данным SSM/I

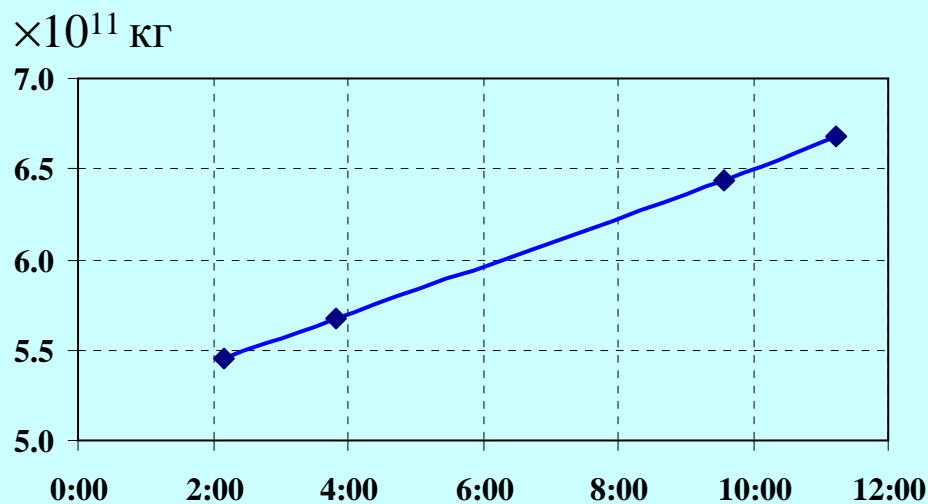


Оценка водяного пара по данным AMSR-E



Изменение влагосодержания атмосферы в процессе развития циклона

Общее содержание водяного пара по всей площади циклона за 10 часов увеличилось \approx на 122 гигатонн



Максимальное содержание влагосодержания в циклоне

