

Спутниковые данные при изучении поверхности Северного Ледовитого океана и арктических морей, их возможности, погрешности и недостатки

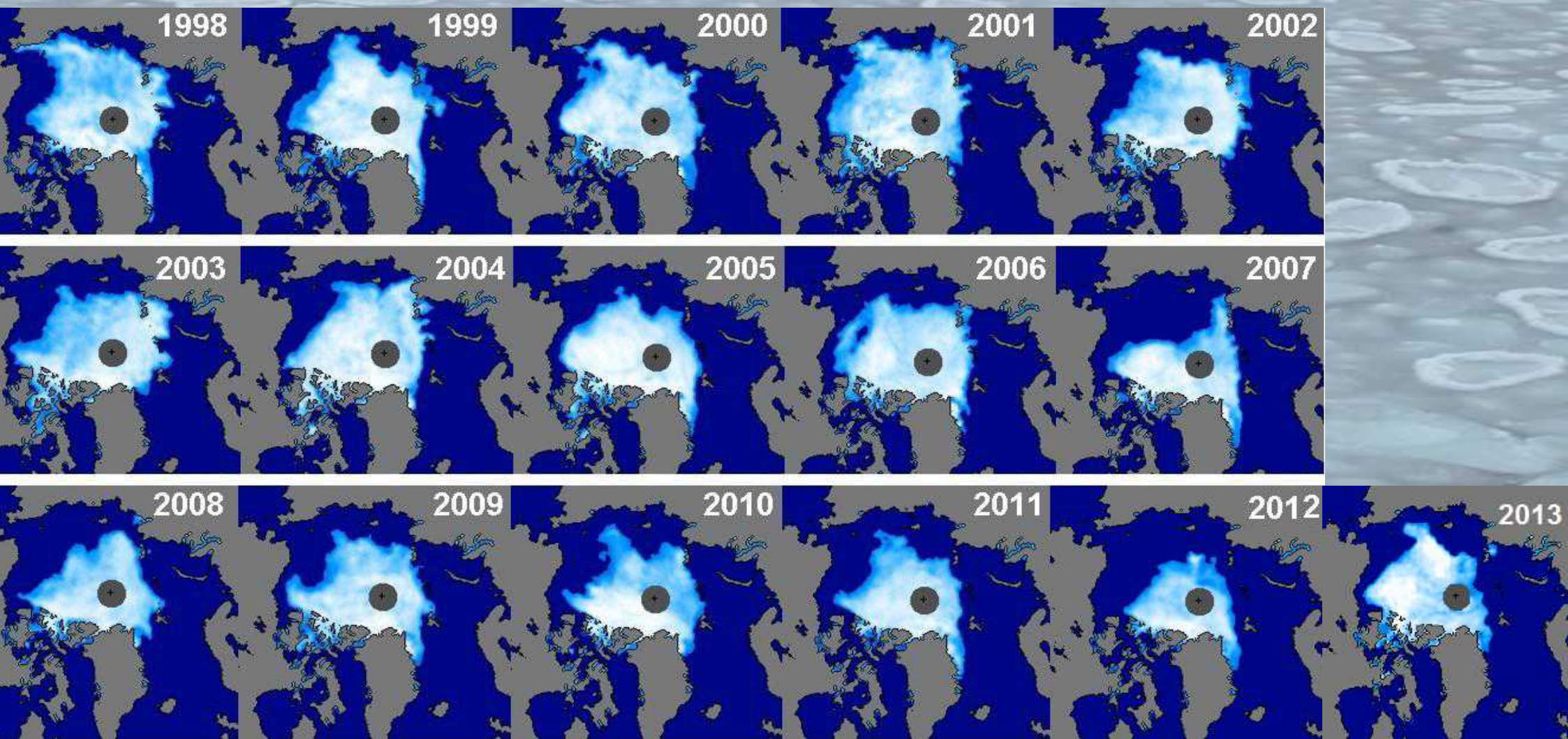


**Сычев В.И.
РГГМУ**

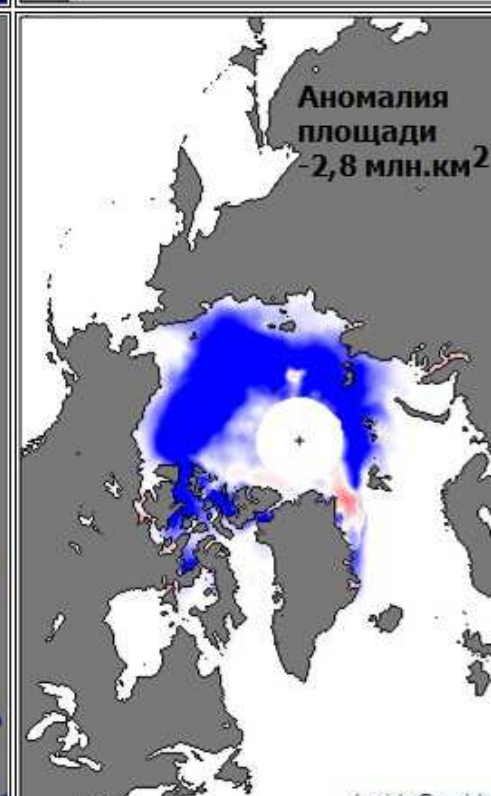
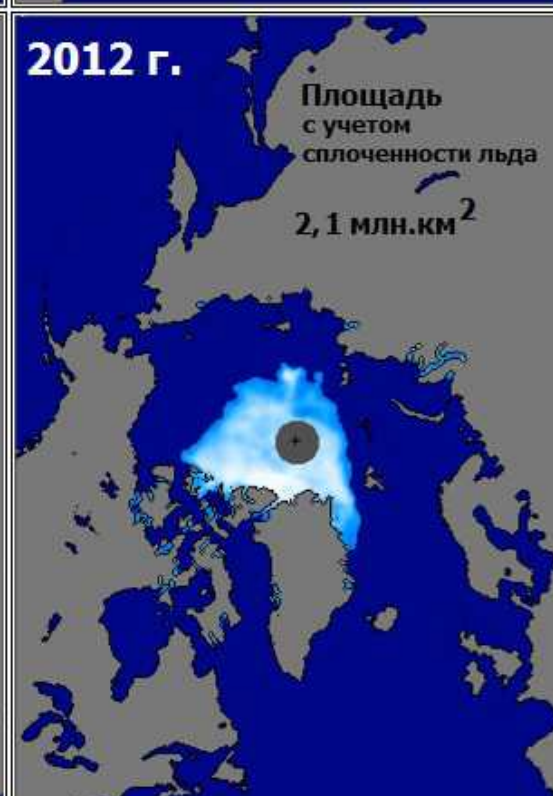
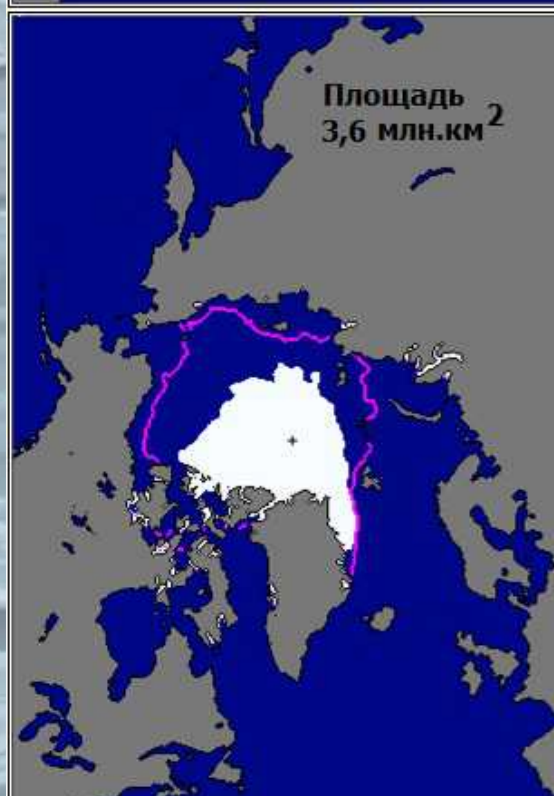
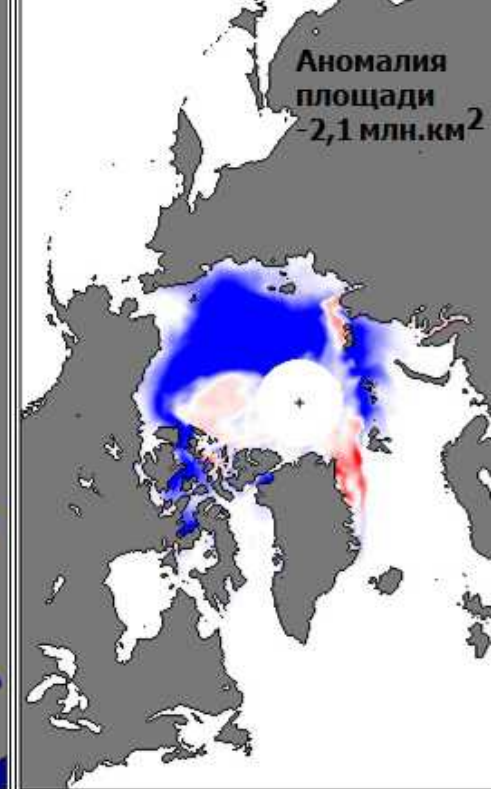
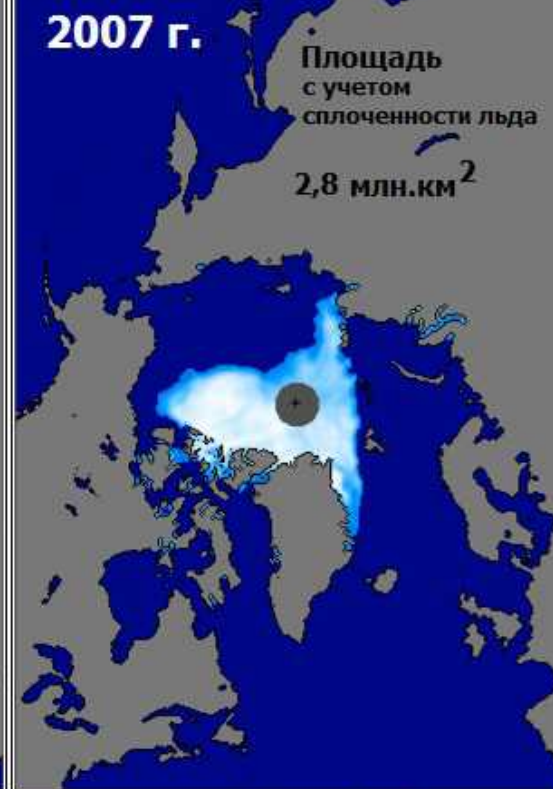
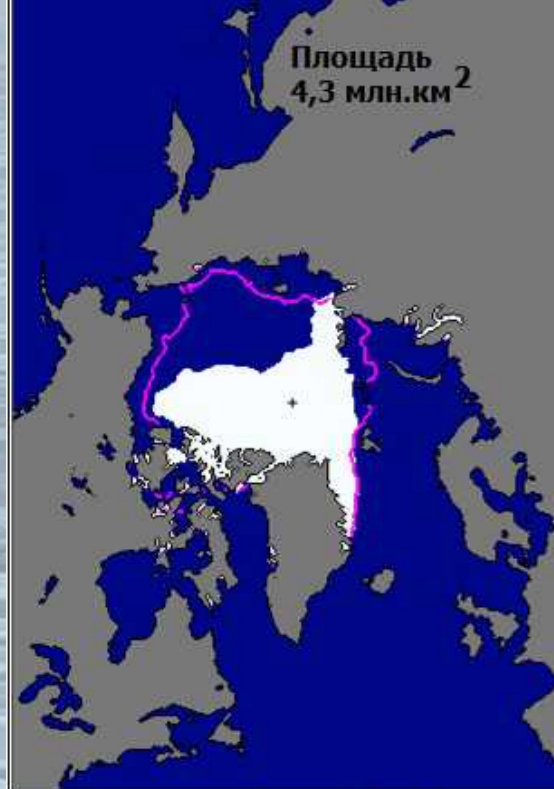
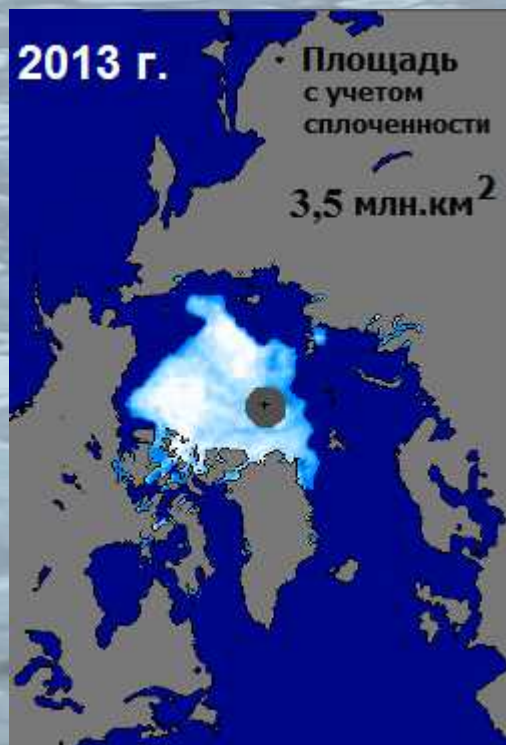
Ледяной покров в Арктике его площадь и сплоченность

По спутниковым данным микроволновых радиометров SMMR и SSM/I

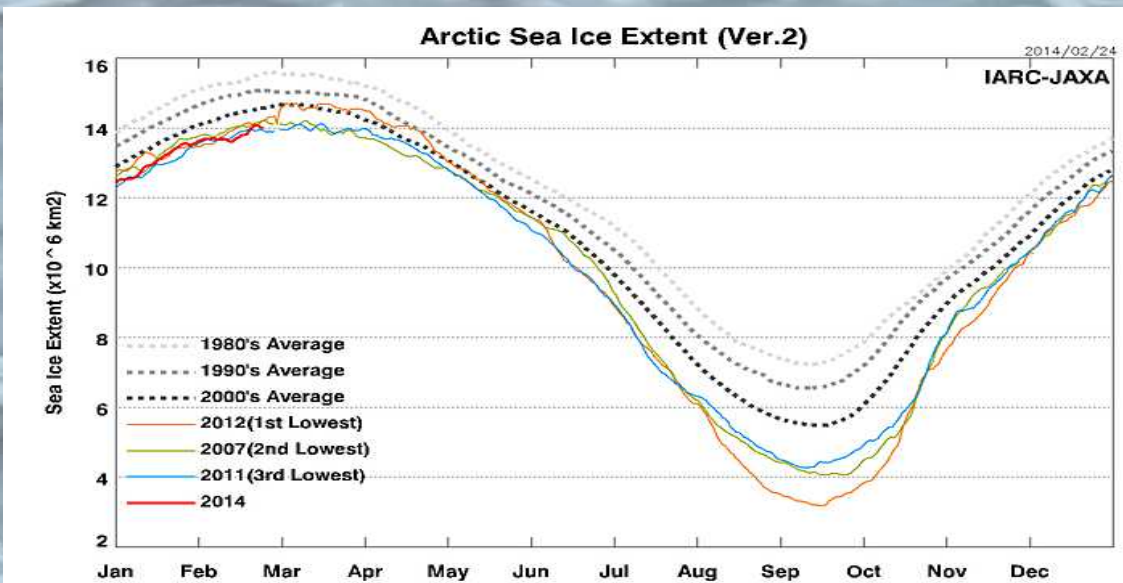
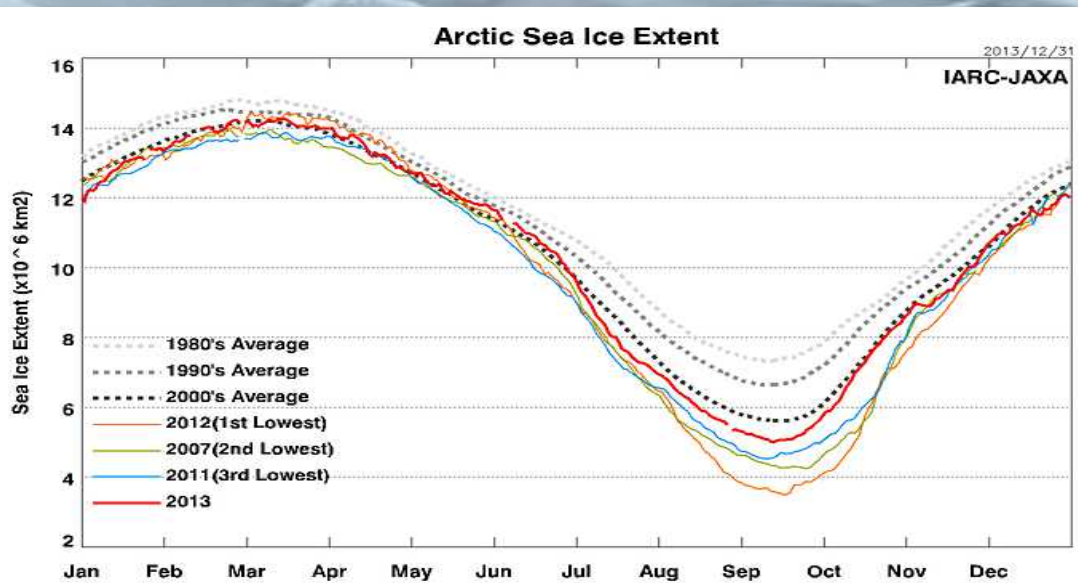
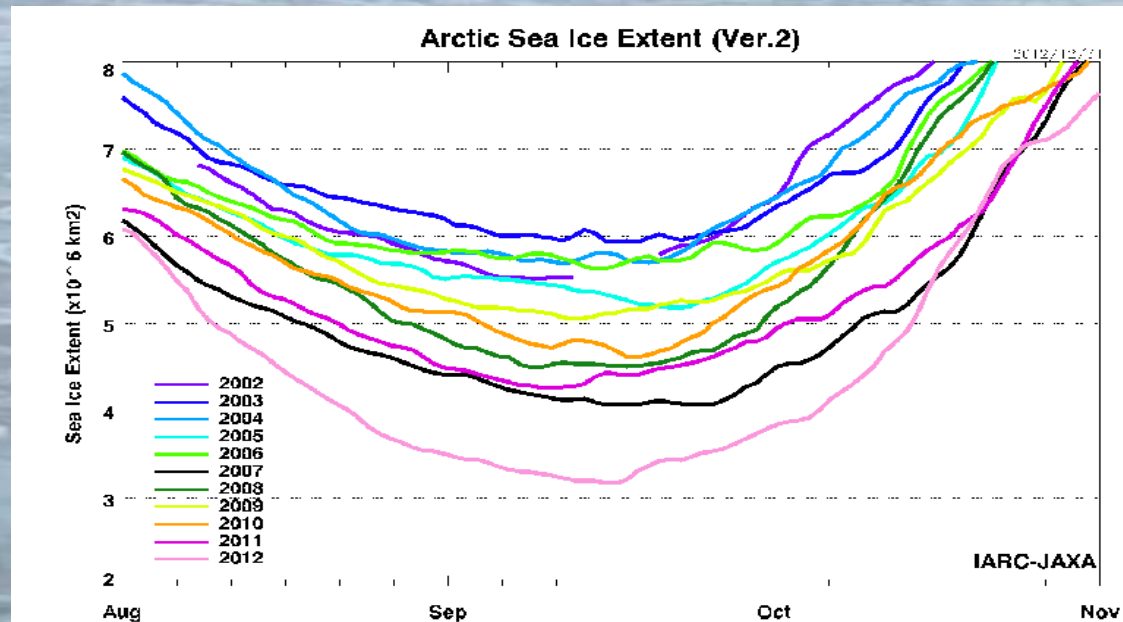
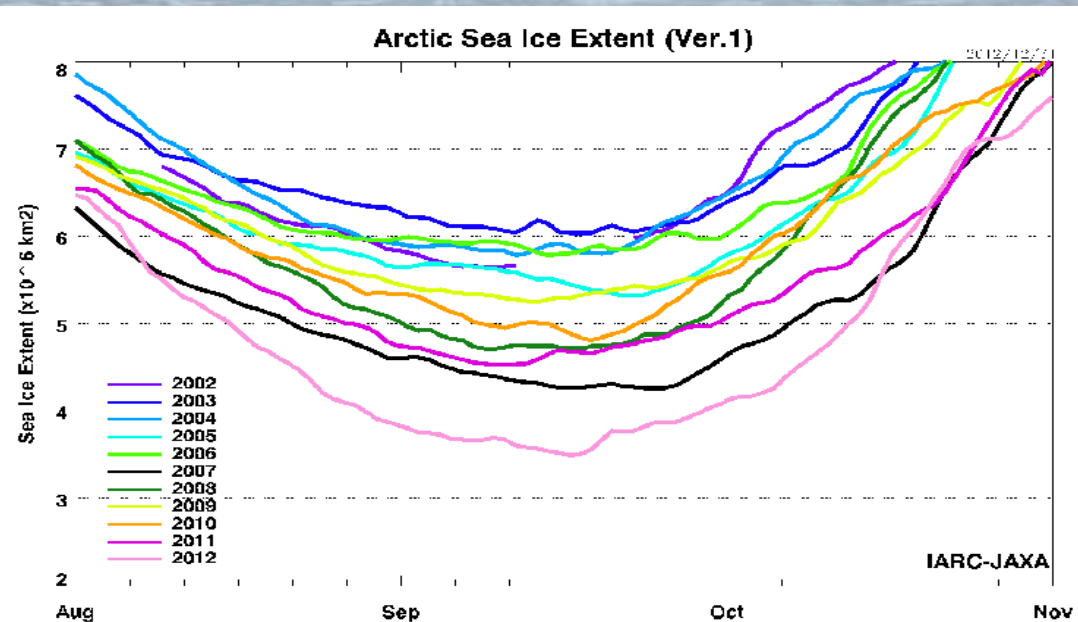
Короткие ряды наблюдений за ледяным покровом в полярных областях дополняются спутниковыми данными, которые для некоторых районов несут основную информацию.



Ледяной покров в Арктике, его площадь и сплоченность



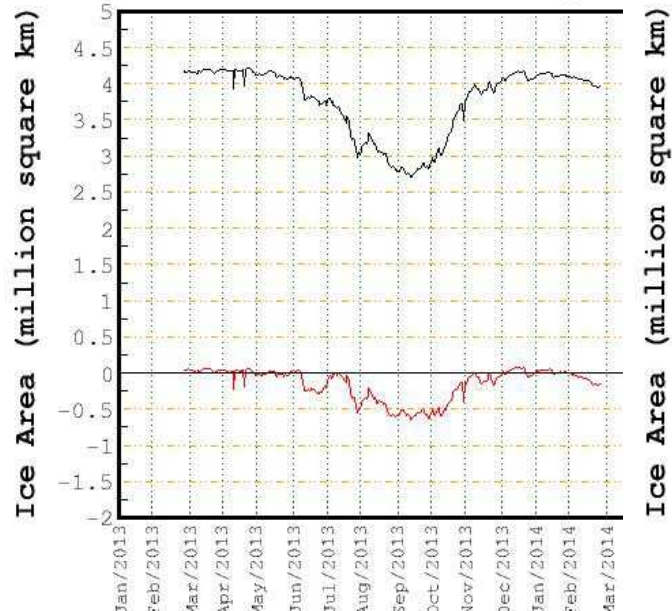
Оценки площади льда в Арктике



Площадь ледяного покрова в арктических морях

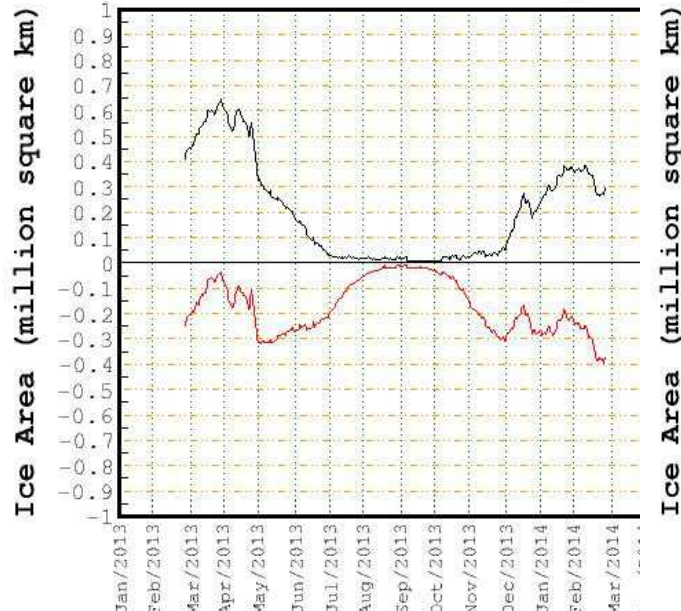
Current Arctic Basin

recent 365 days sh



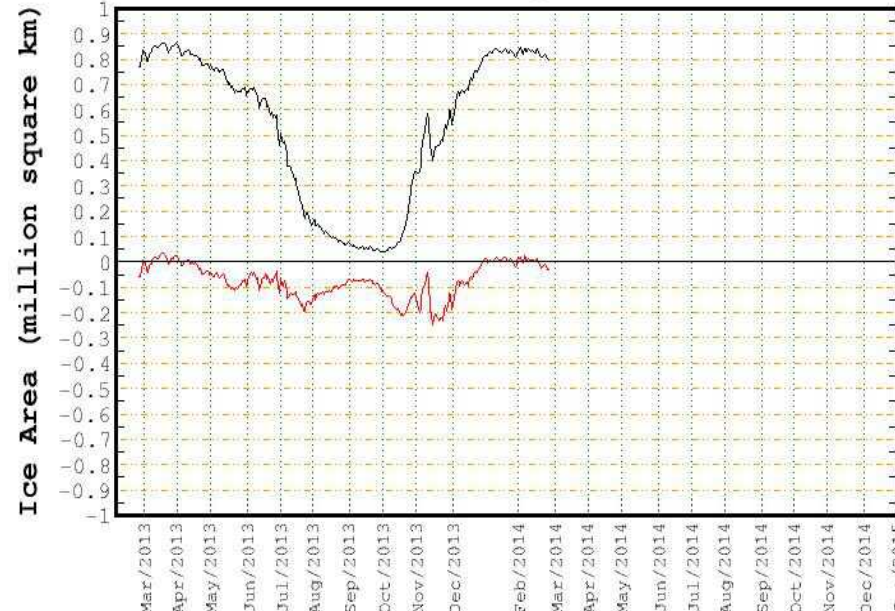
Current Barents Sea

recent 365 days sh



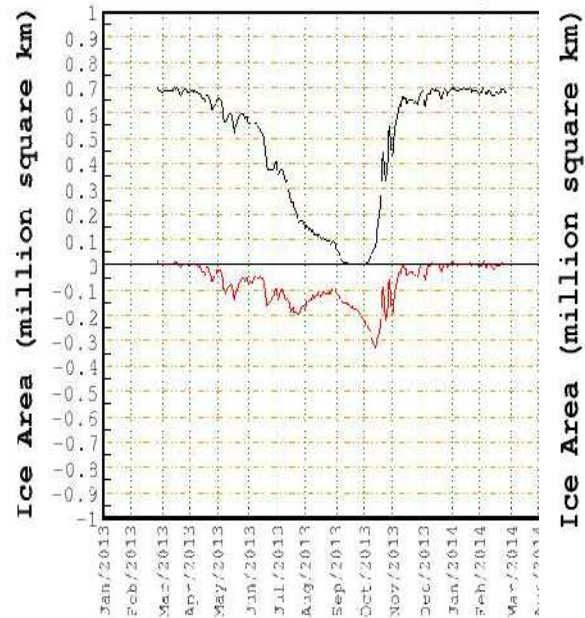
Current Kara Sea Ice Area

recent 365 days shown



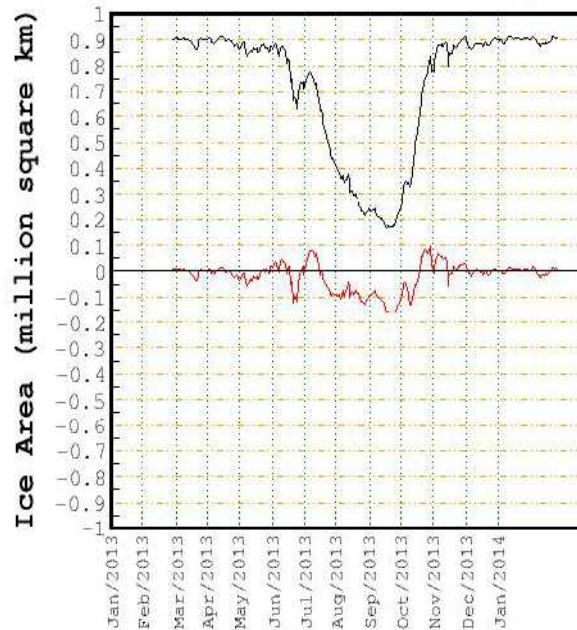
Current Laptev Sea

recent 365 days sho



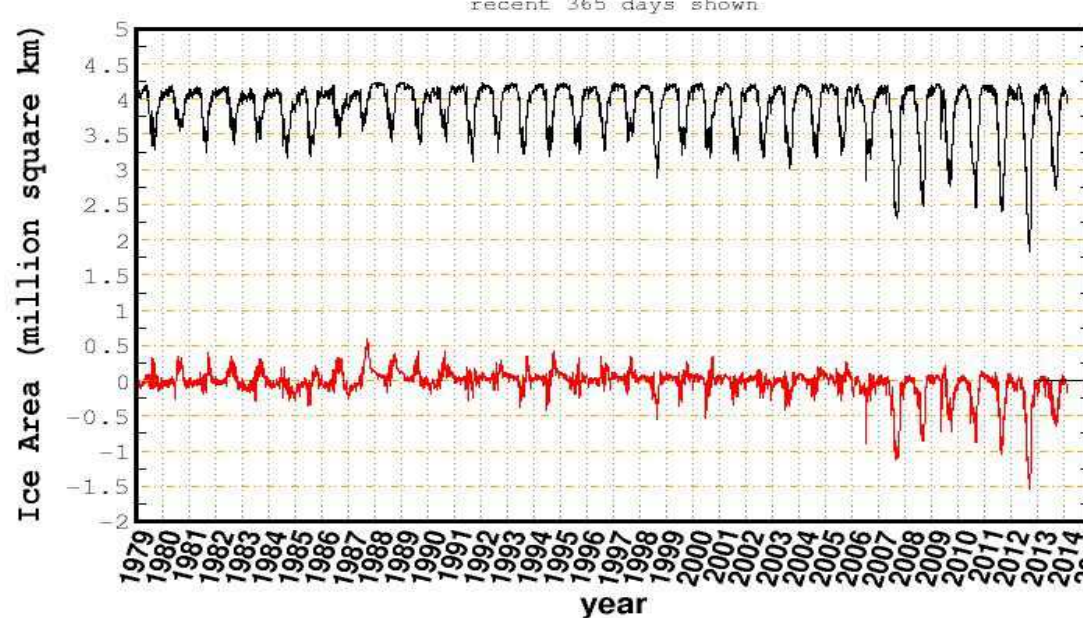
Current East Siberian

recent 365 days sh



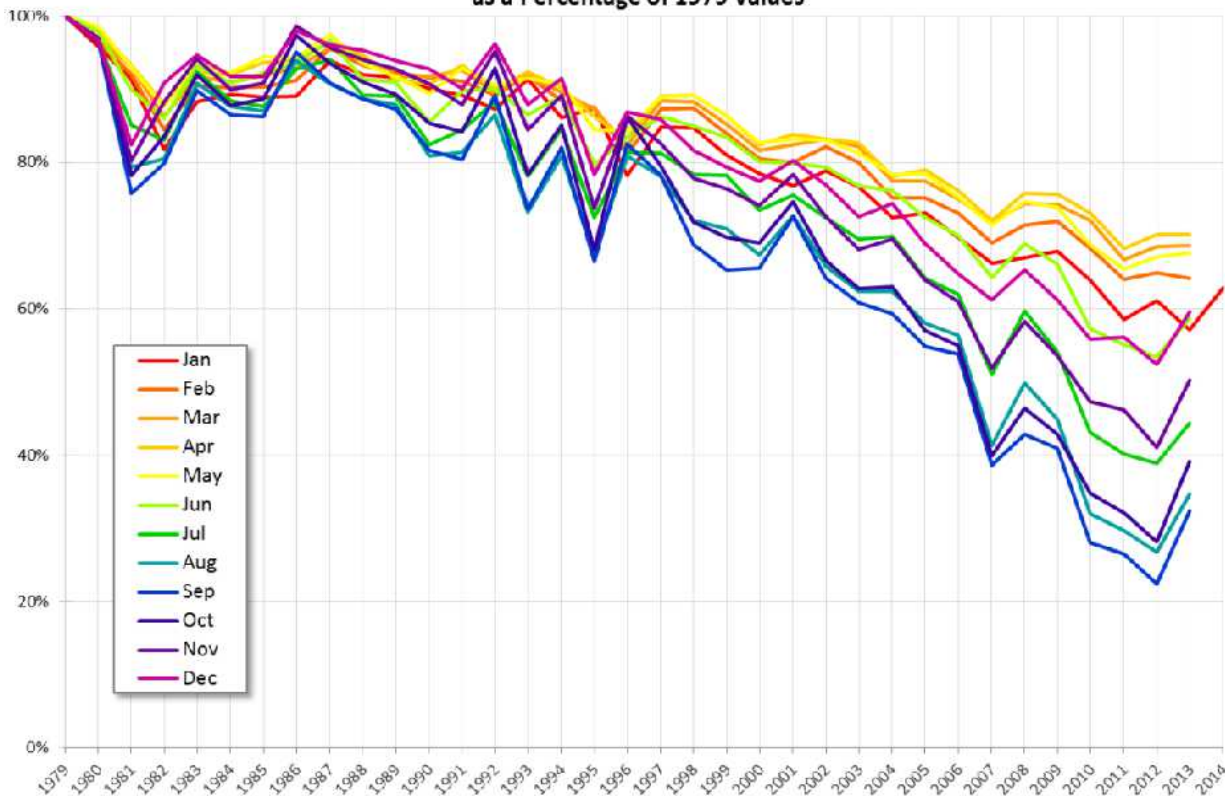
Current Arctic Basin Sea Ice Area

recent 365 days shown



Изменение площади морских льдов в Арктике

PIOMAS Arctic Sea Ice Volume Monthly Averages
as a Percentage of 1979 Values

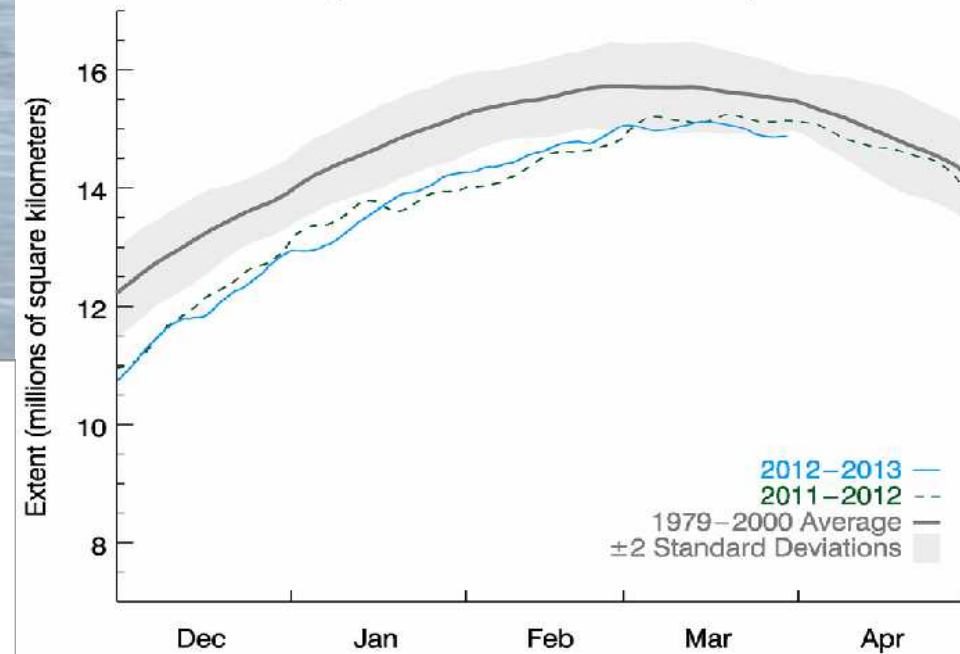


Graph: Jim Pettit (jimpettit@gmail.com)

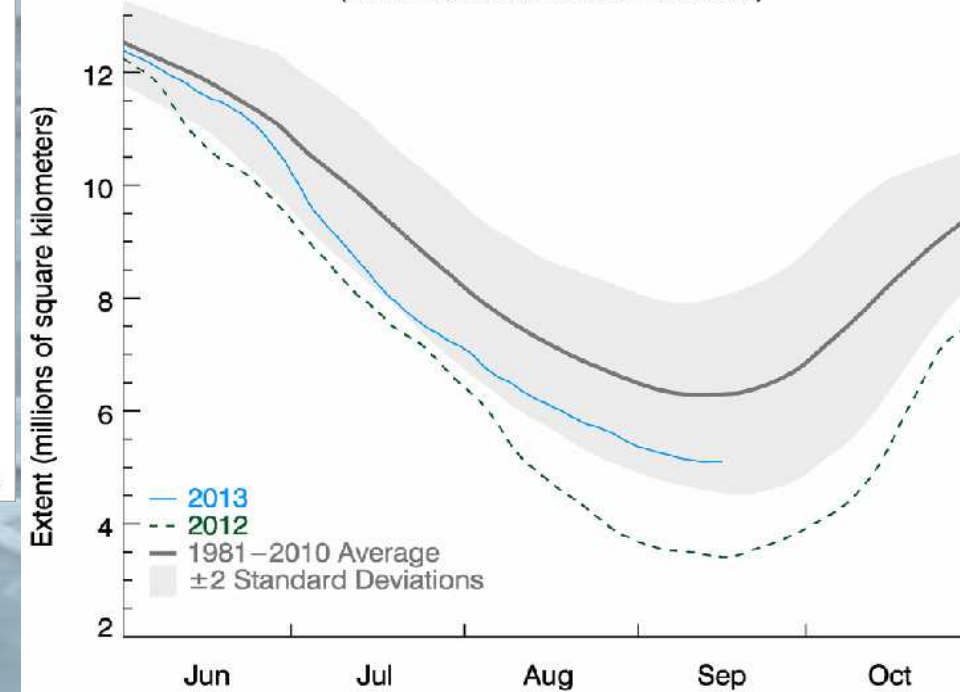
Source: PIOMAS.vol.daily.1979.2014.Current.v2.1.dat.gz (Version 2.1)

JAN 2014

Arctic Sea Ice Extent
(Area of ocean with at least 15% sea ice)

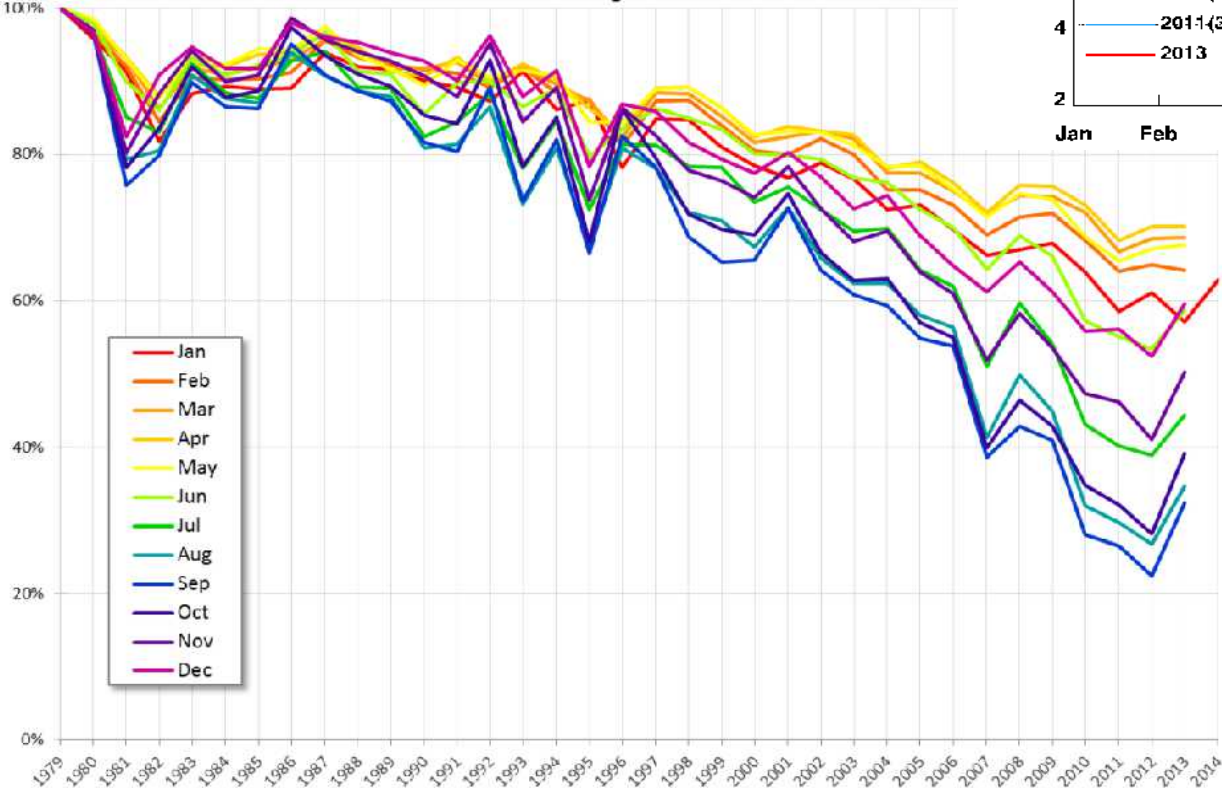


Arctic Sea Ice Extent
(Area of ocean with at least 15% sea ice)



Изменение площади морских льдов в Арктике

PIOMAS Arctic Sea Ice Volume Monthly Averages as a Percentage of 1979 Values

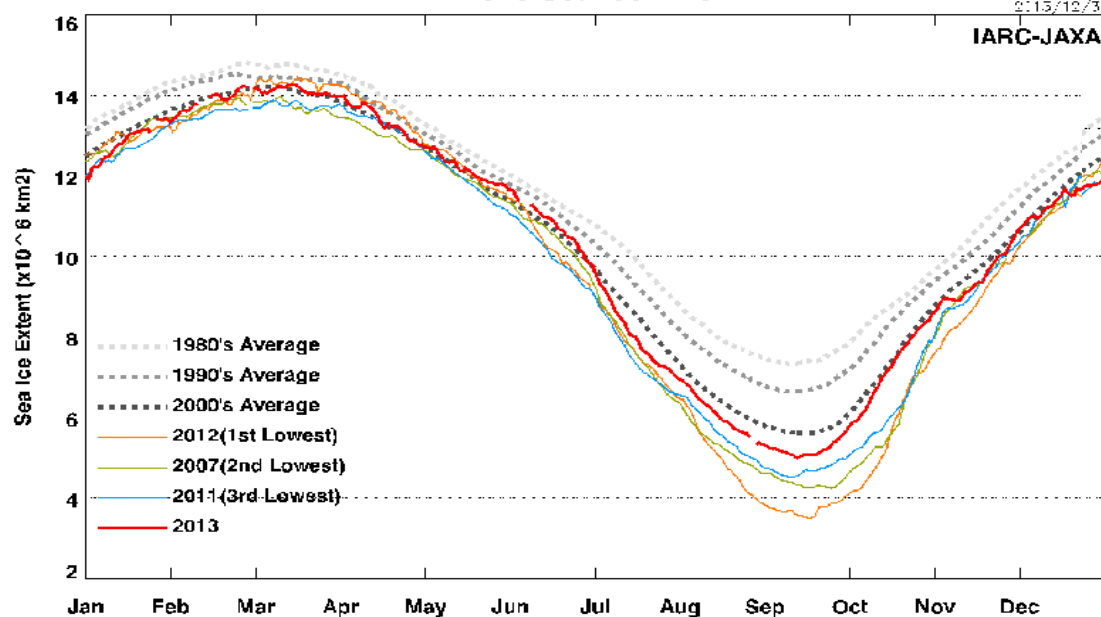


Graph: Jim Pettit (jimpettit@gmail.com)
Source: PIOMAS.vol.daily.1979.2014.Current.v2.1.dat.gz (Version 2.1)

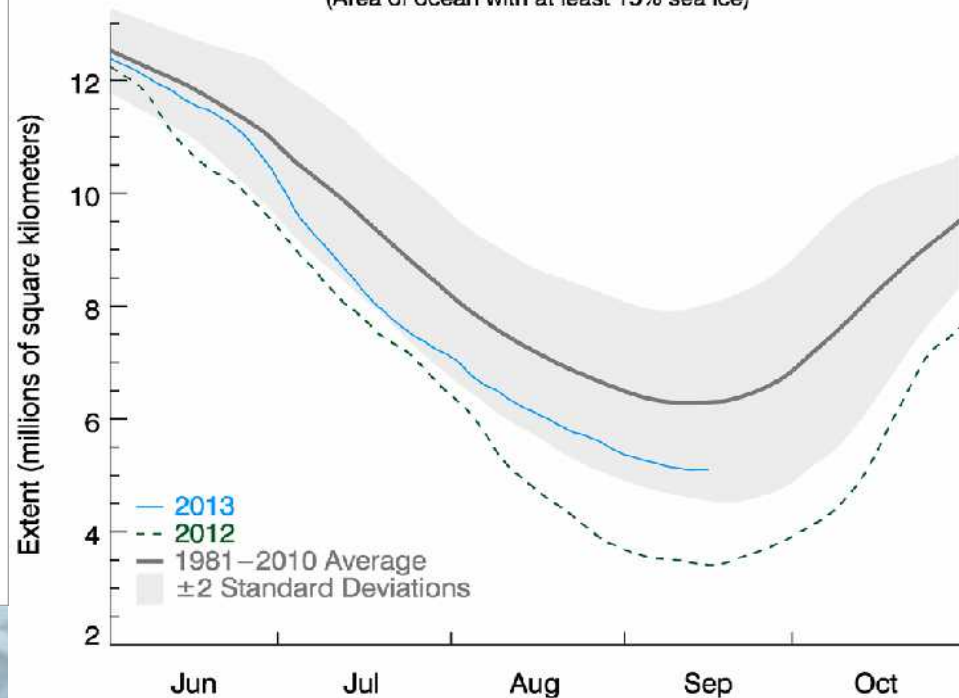
JAN 2014

Arctic Sea Ice Extent

2:13/12/3
IARC-JAXA



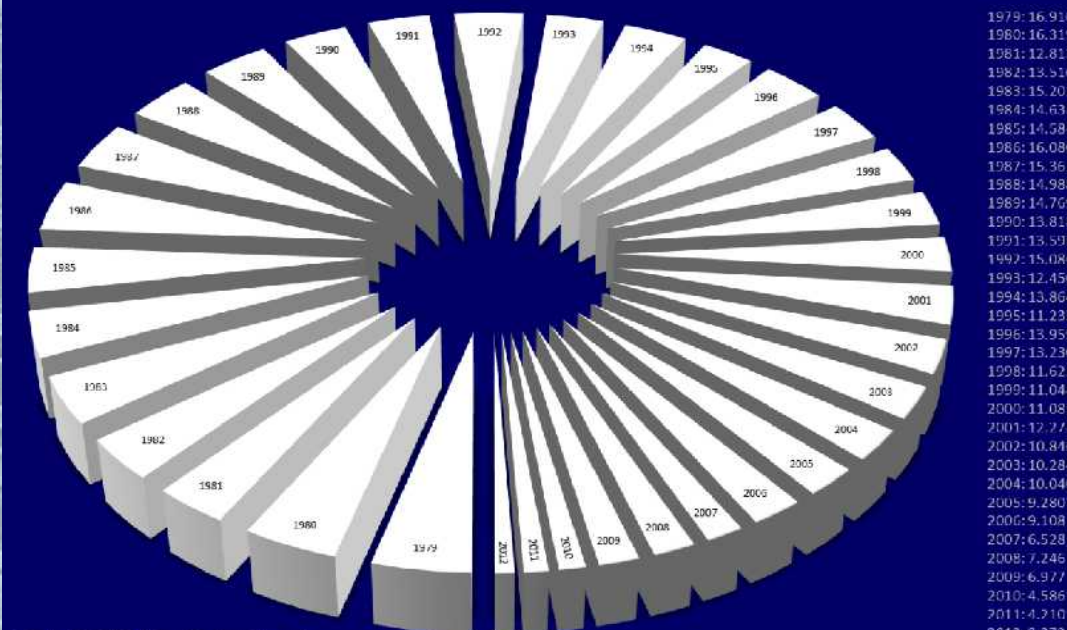
Arctic Sea Ice Extent
(Area of ocean with at least 15% sea ice)



16 Sep 2013

Изменение площади и объема льдов с 1979 по 2013 гг.

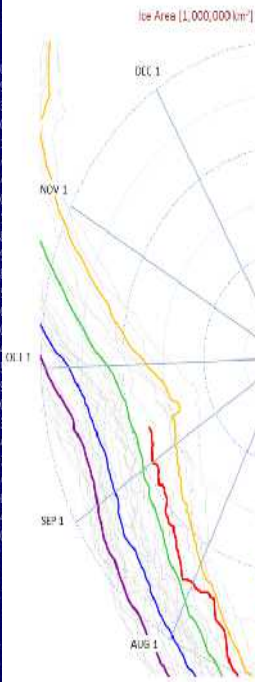
Average September Arctic Sea Ice Volume - 1979-2012



Graph: Jim Pettit (jimpettit@gmail.com)

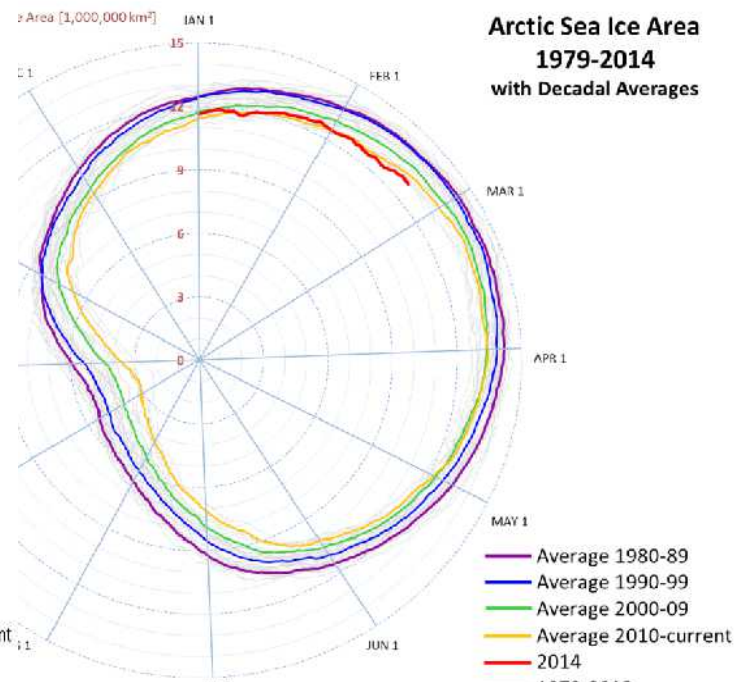
Source: PIOMAS.vol.daily.1979.2012.Current.v2.dat.gz (Version 2.0)

Arctic Sea Ice Area 1979-2013 with Decadal Averages



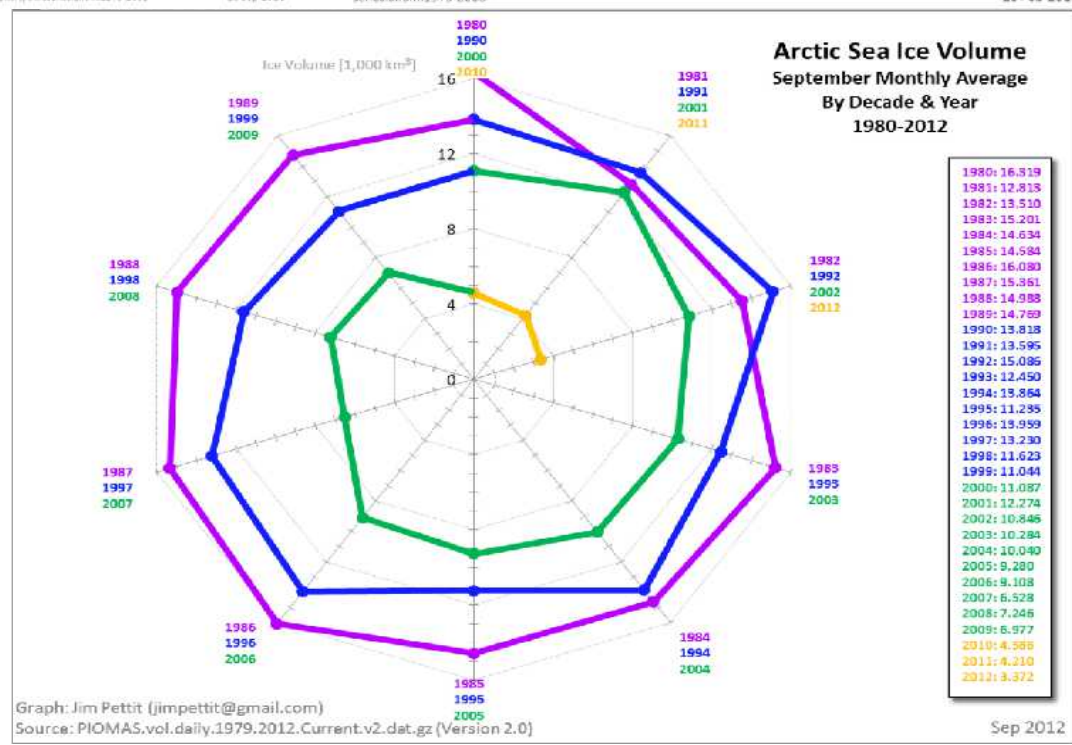
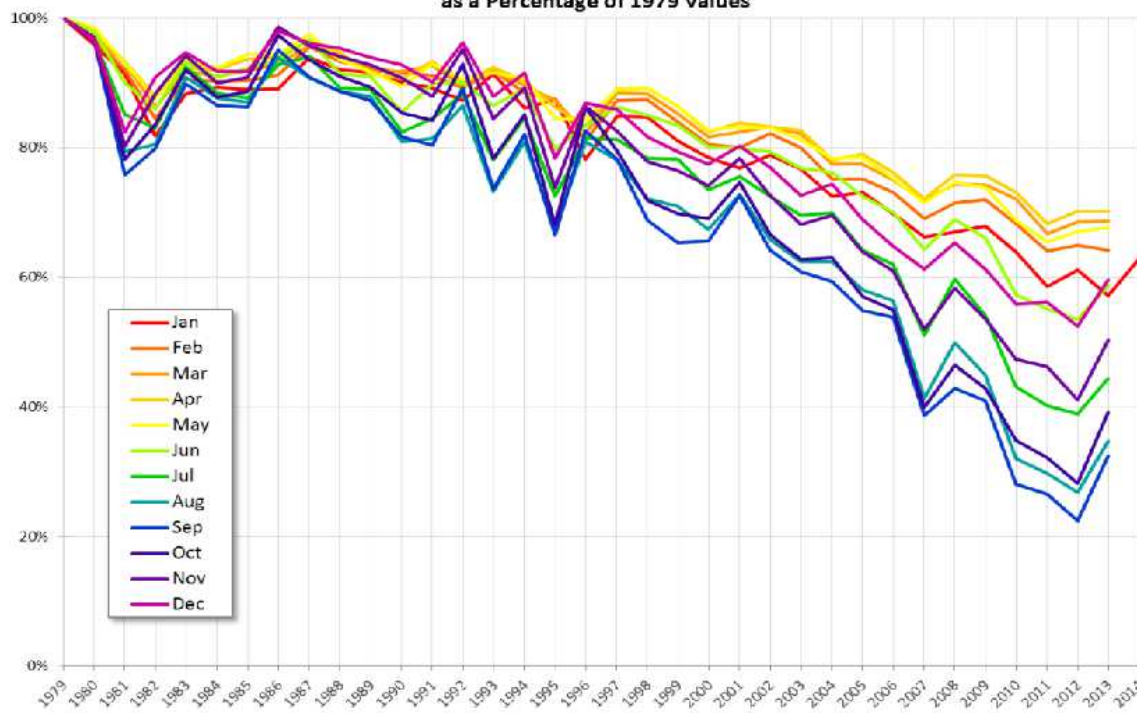
Source: PIOMAS.vol.daily.1979.2008

Arctic Sea Ice Area 1979-2014 with Decadal Averages



20 Feb 2014

PIOMAS Arctic Sea Ice Volume Monthly Averages as a Percentage of 1979 Values

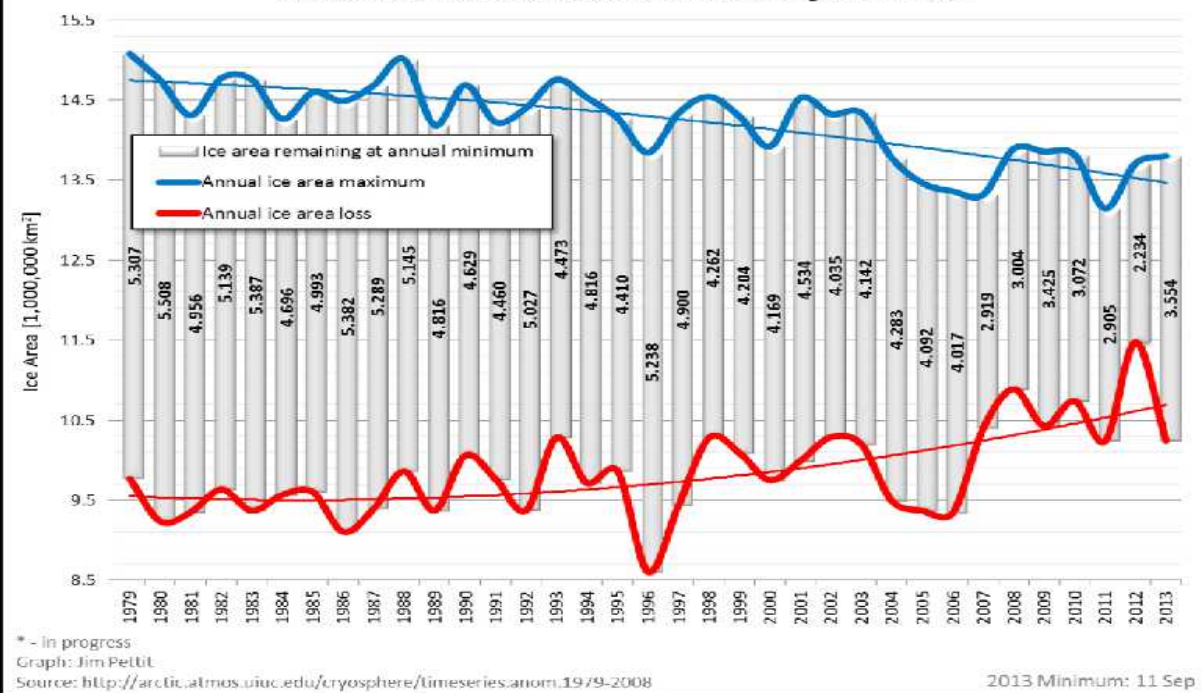


Graph: Jim Pettit (jimpettit@gmail.com)

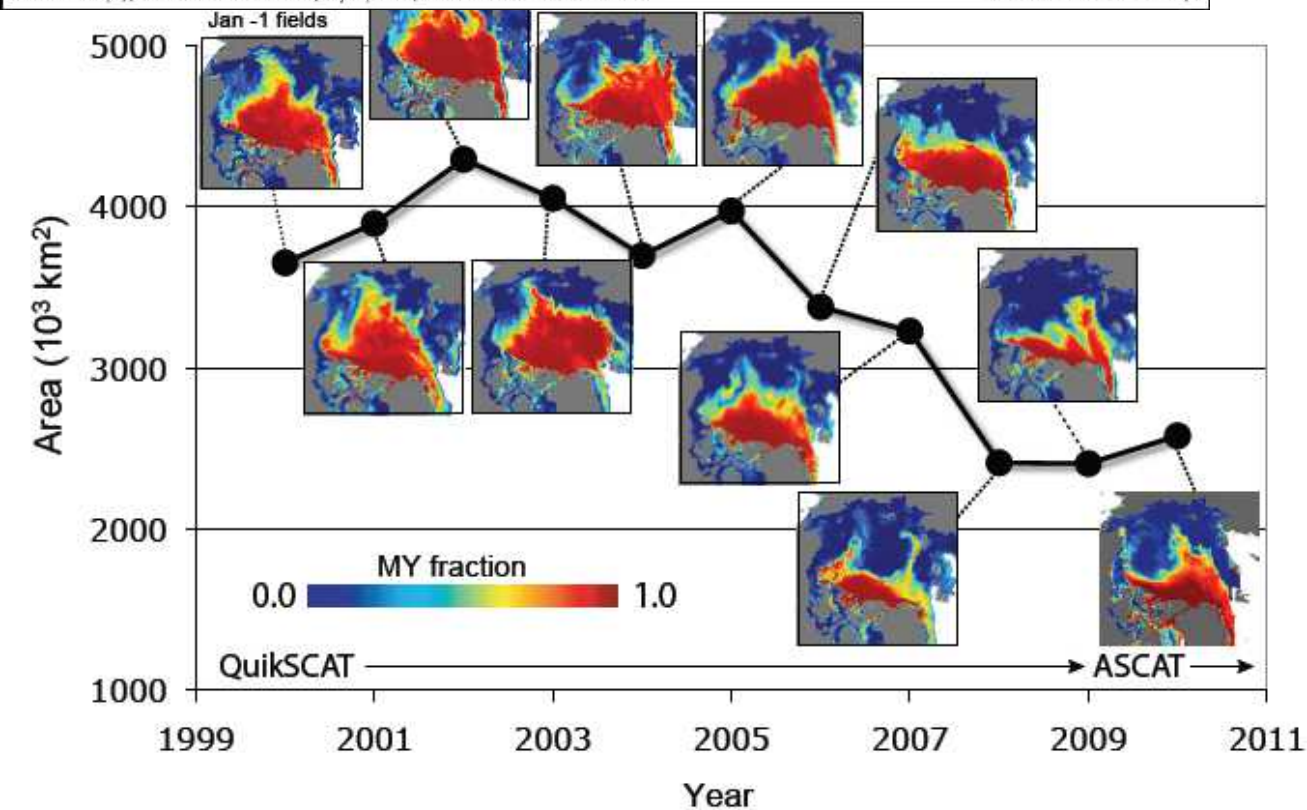
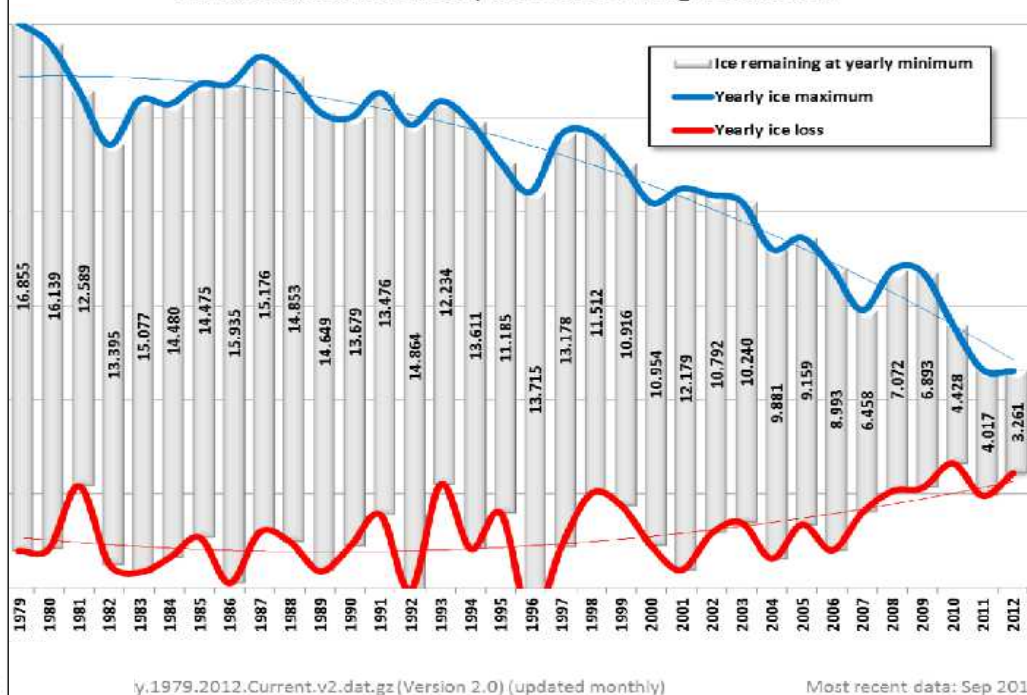
Source: PIOMAS.vol.daily.1979.2012.Current.v2.dat.gz (Version 2.0)

Sep 2012

Arctic Sea Ice Area
Annual Maximum and Loss, and Ice Remaining at Minimum

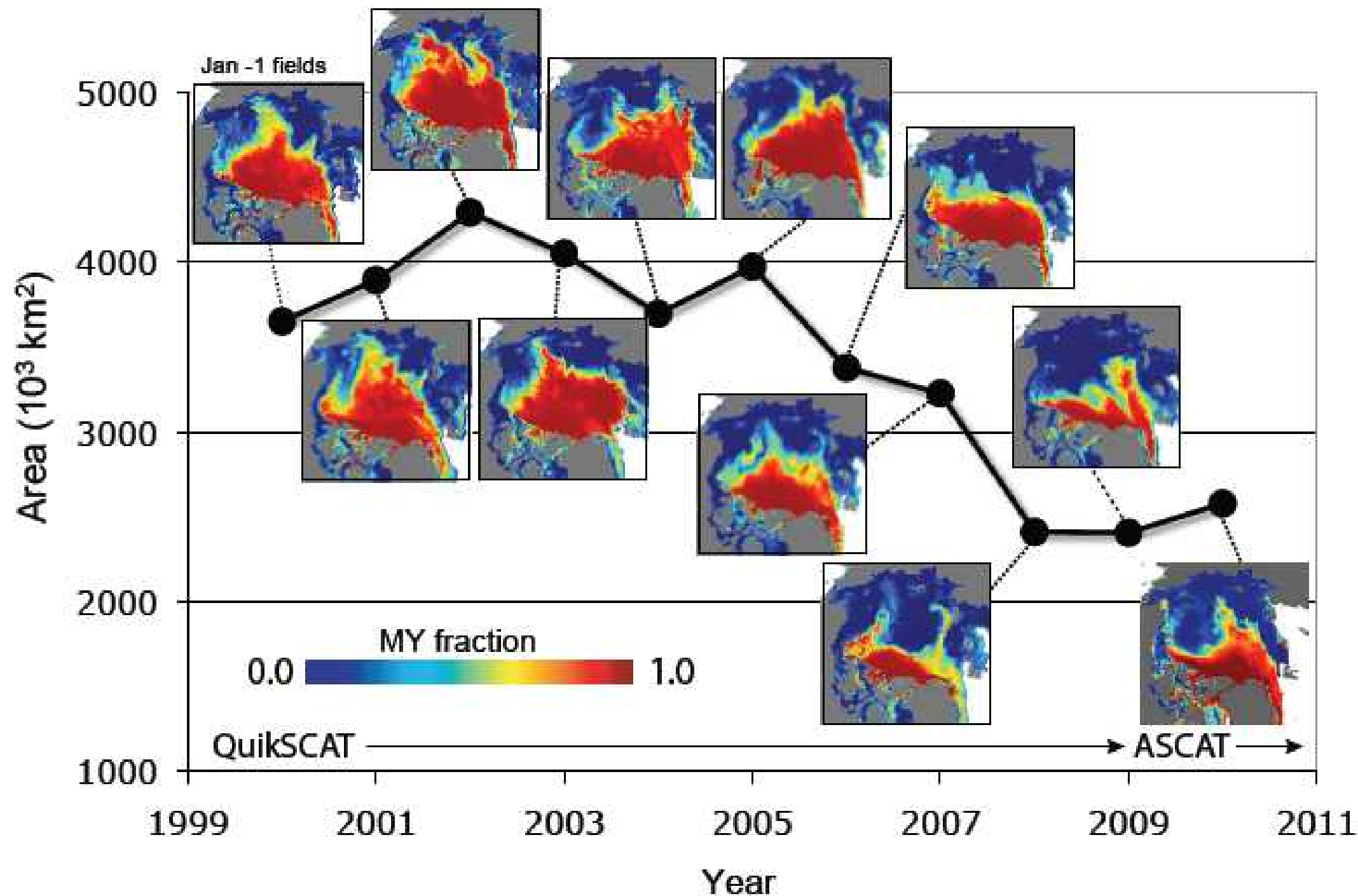


Arctic Sea Ice Volume
Annual Maximum and Loss, and Ice Remaining at Minimum

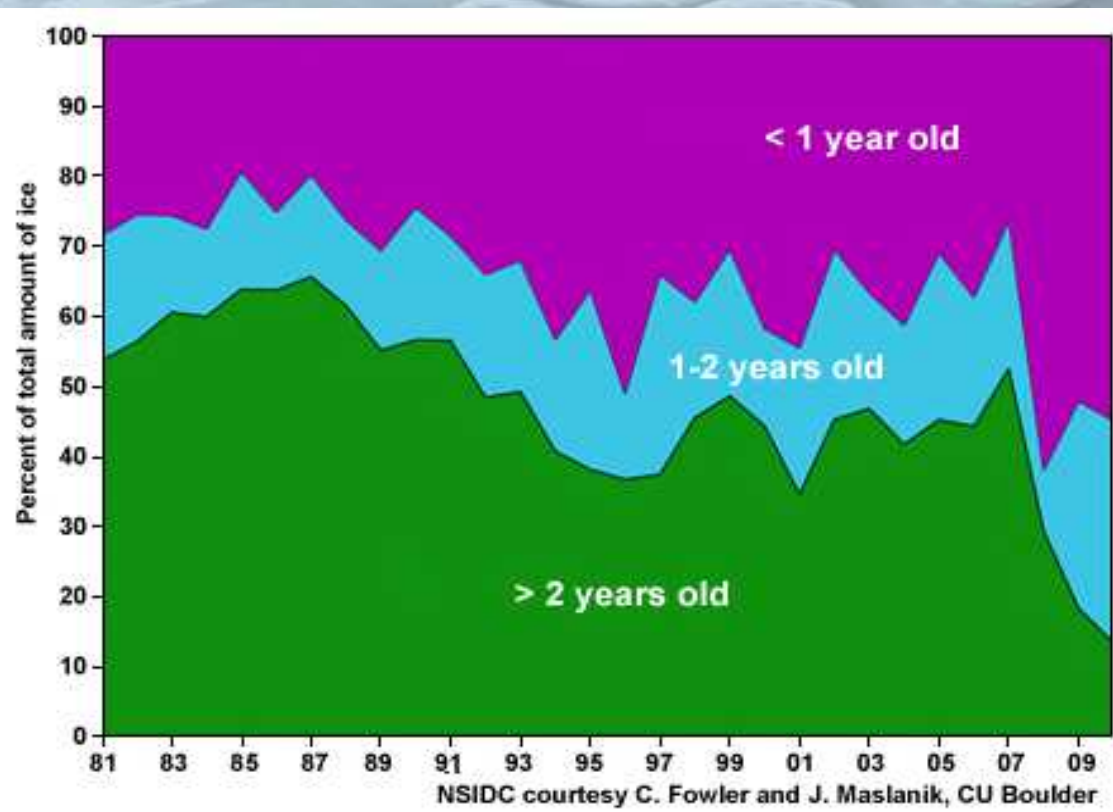
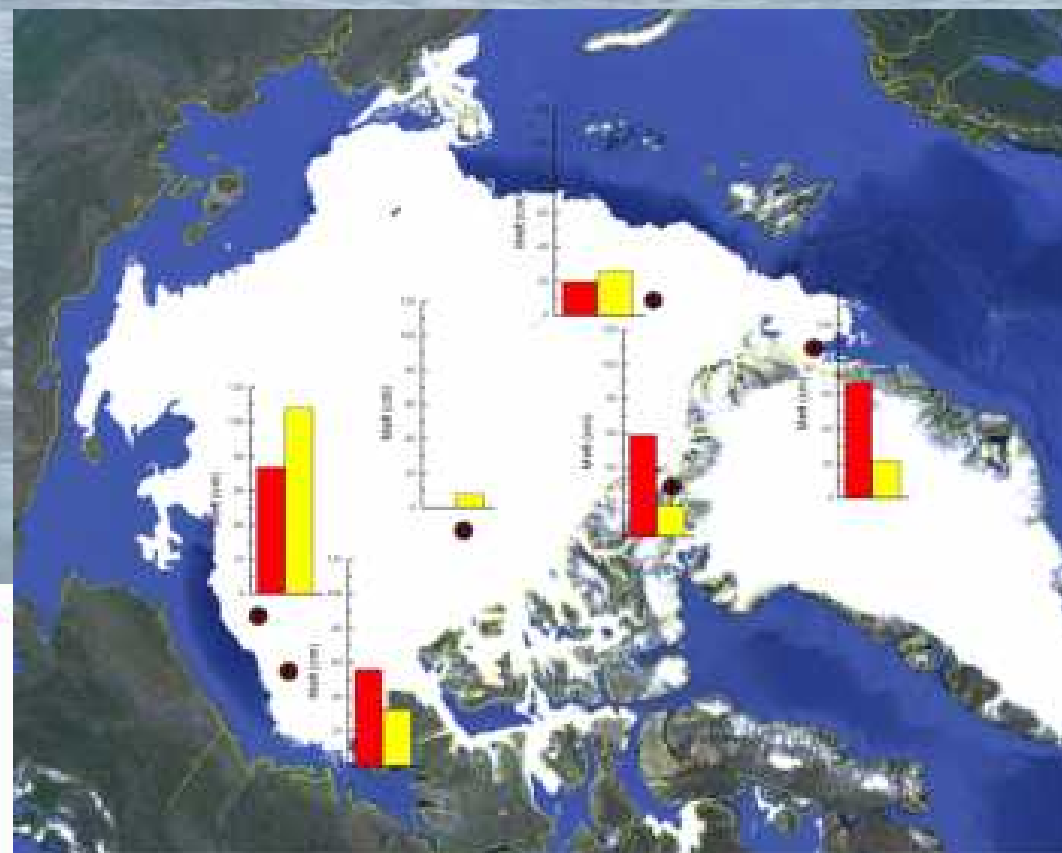


**Изменение площади
и объема морских
льдов в Арктике**

Изменение площади многолетних льдов с 1999 по 2011 гг.



Изменение толщины льдов разного возраста в Арктике летом (август) 2013 г.

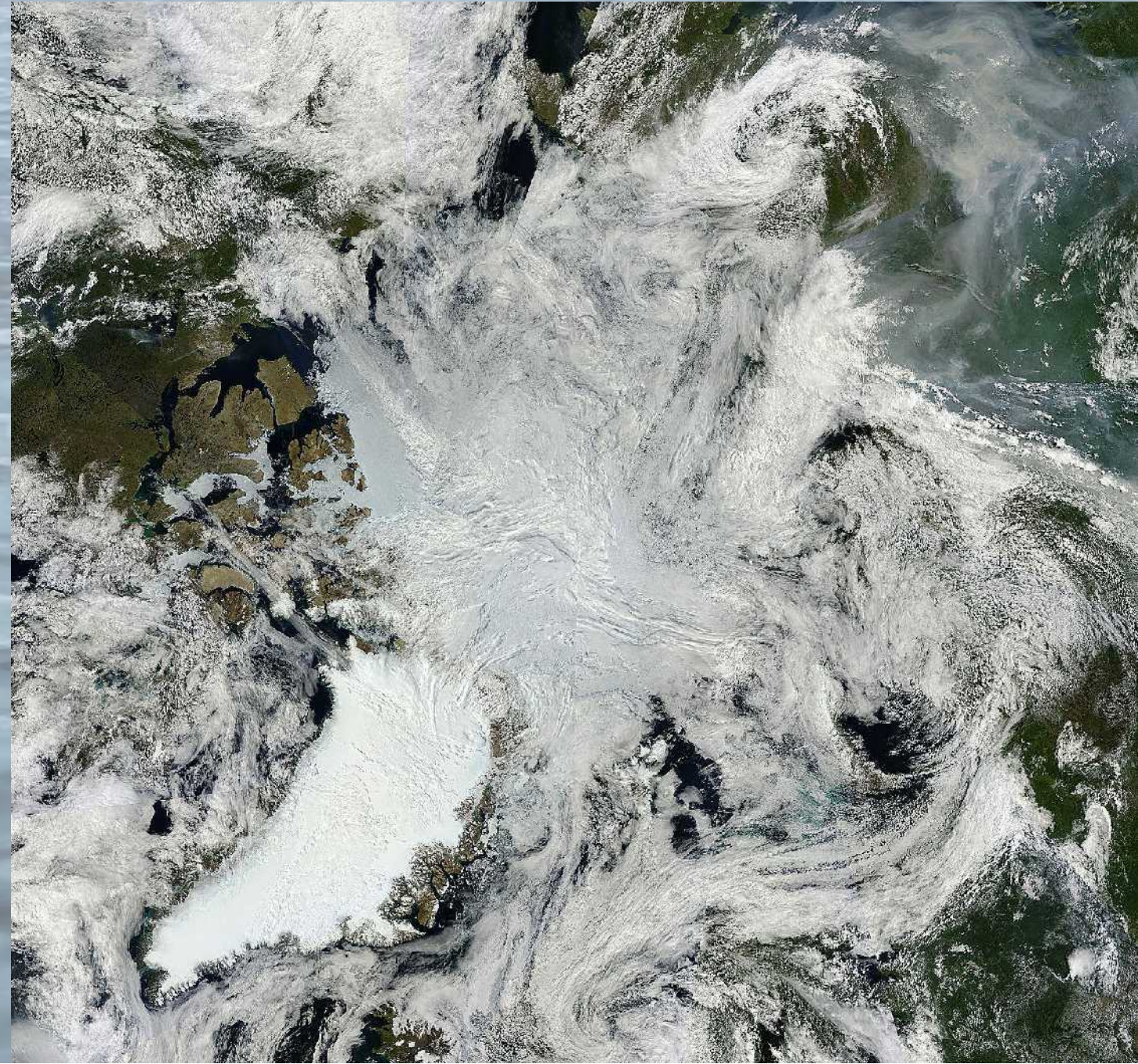


Средняя площадь льда в Арктике в феврале за период 1981-2010 гг. (15.64 млн. кв.км) и 1979-2000 гг. (15.35 млн. кв.км)

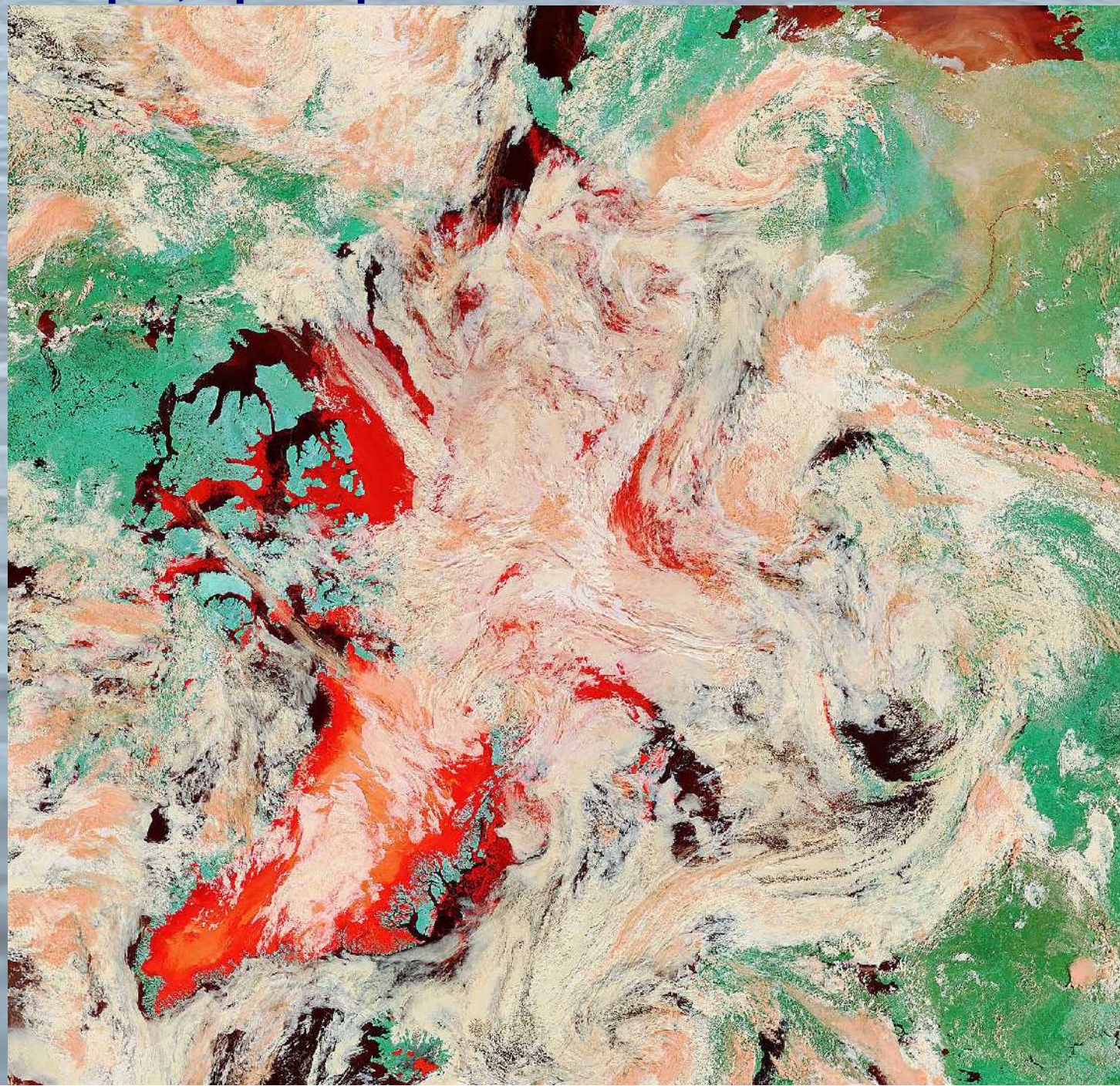


	1979-2000 (22-летнее среднее)	1981-2010 (30-летнее среднее)	Разность. (30- 22лет.)
1	14.84	14.53	-0.31
2	15.64	15.35	-0.29
3	15.75	15.49	-0.26
4	15.00	14.75	-0.25
5	13.60	13.39	-0.21
6	12.16	11.89	-0.27
7	10.10	9.70	-0.40
8	7.67	7.22	-0.44
9	7.04	6.52	-0.52
10	9.29	8.91	-0.38

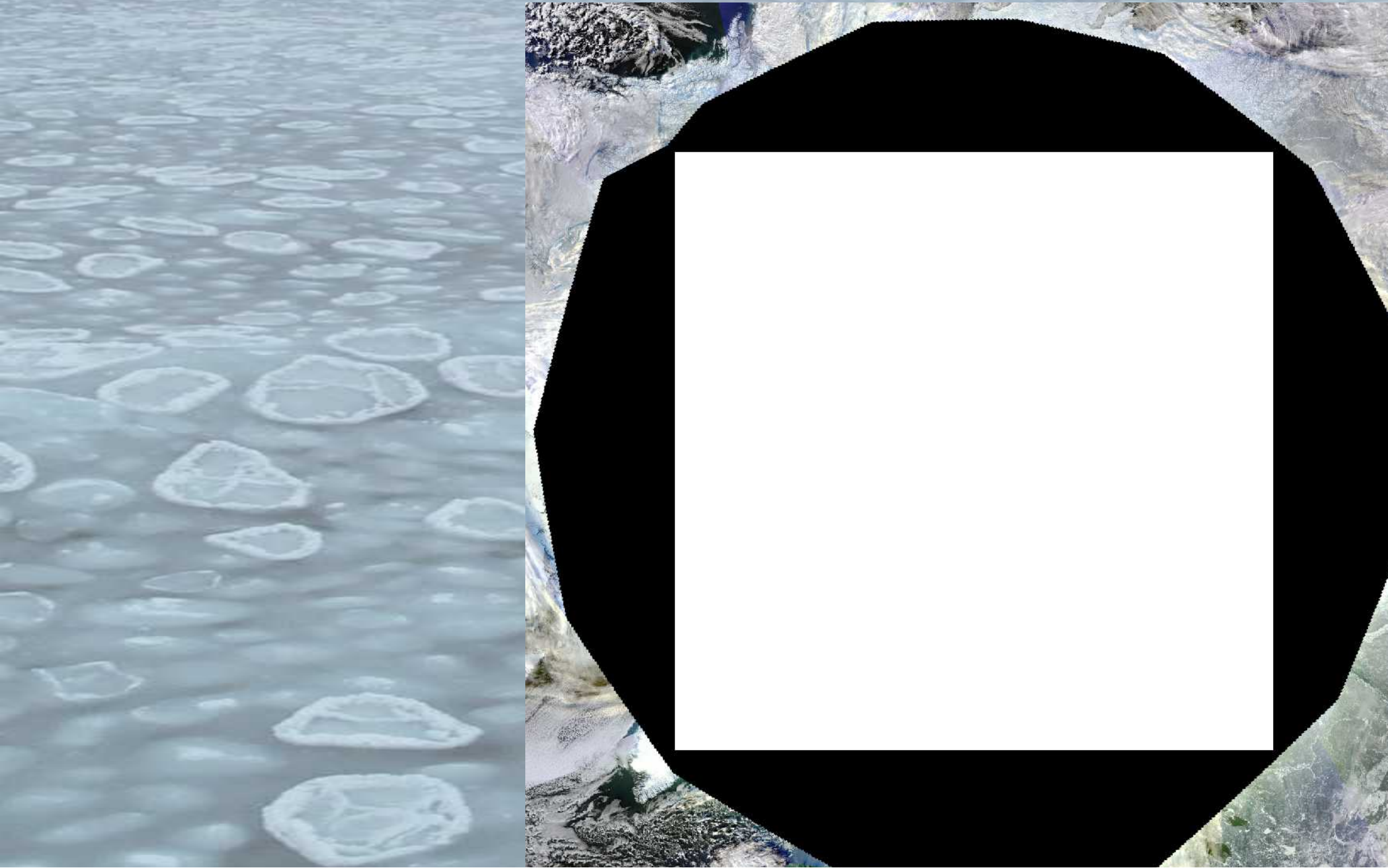
Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS



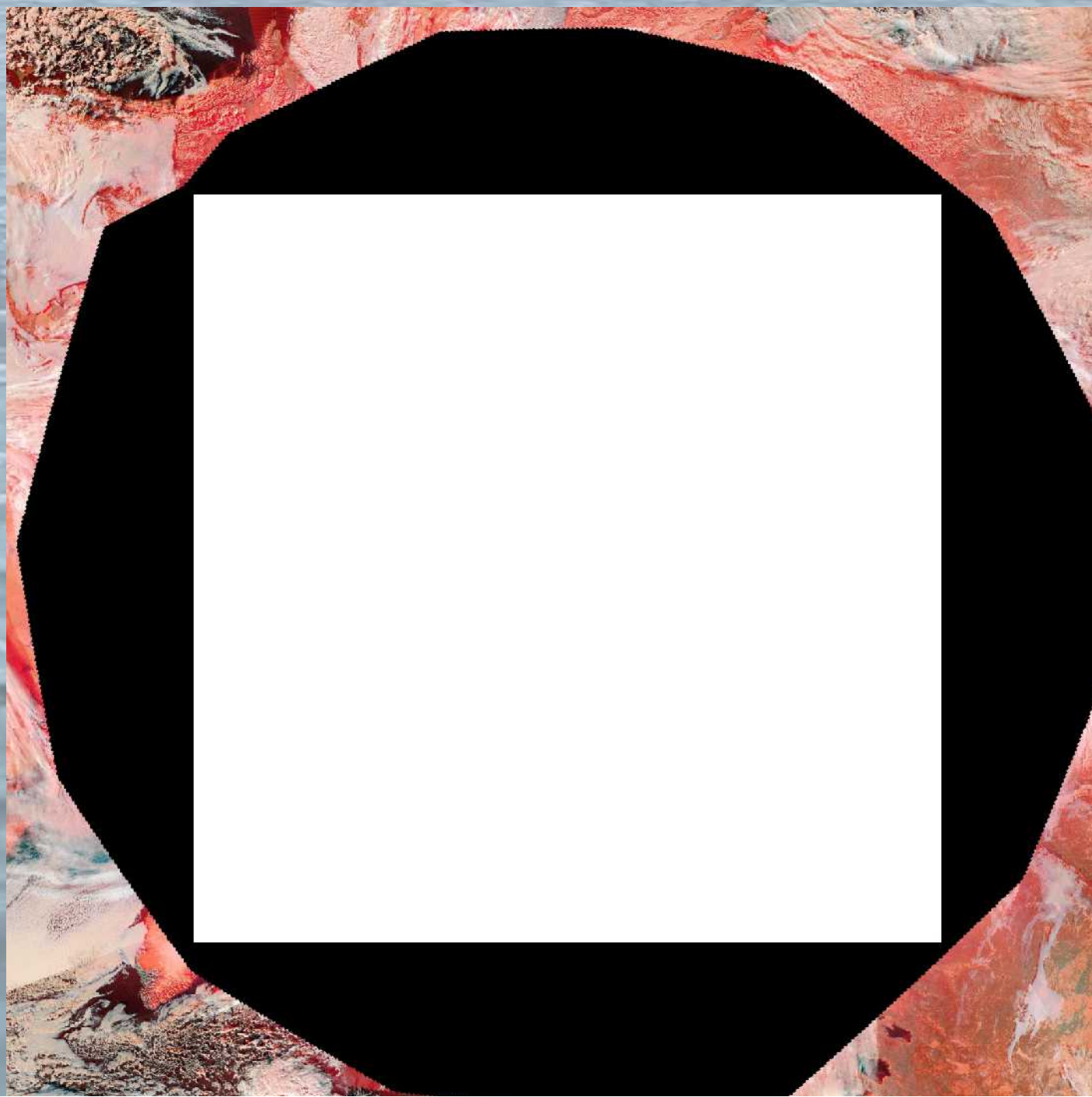
Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS псевдоцветное изображение



Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS

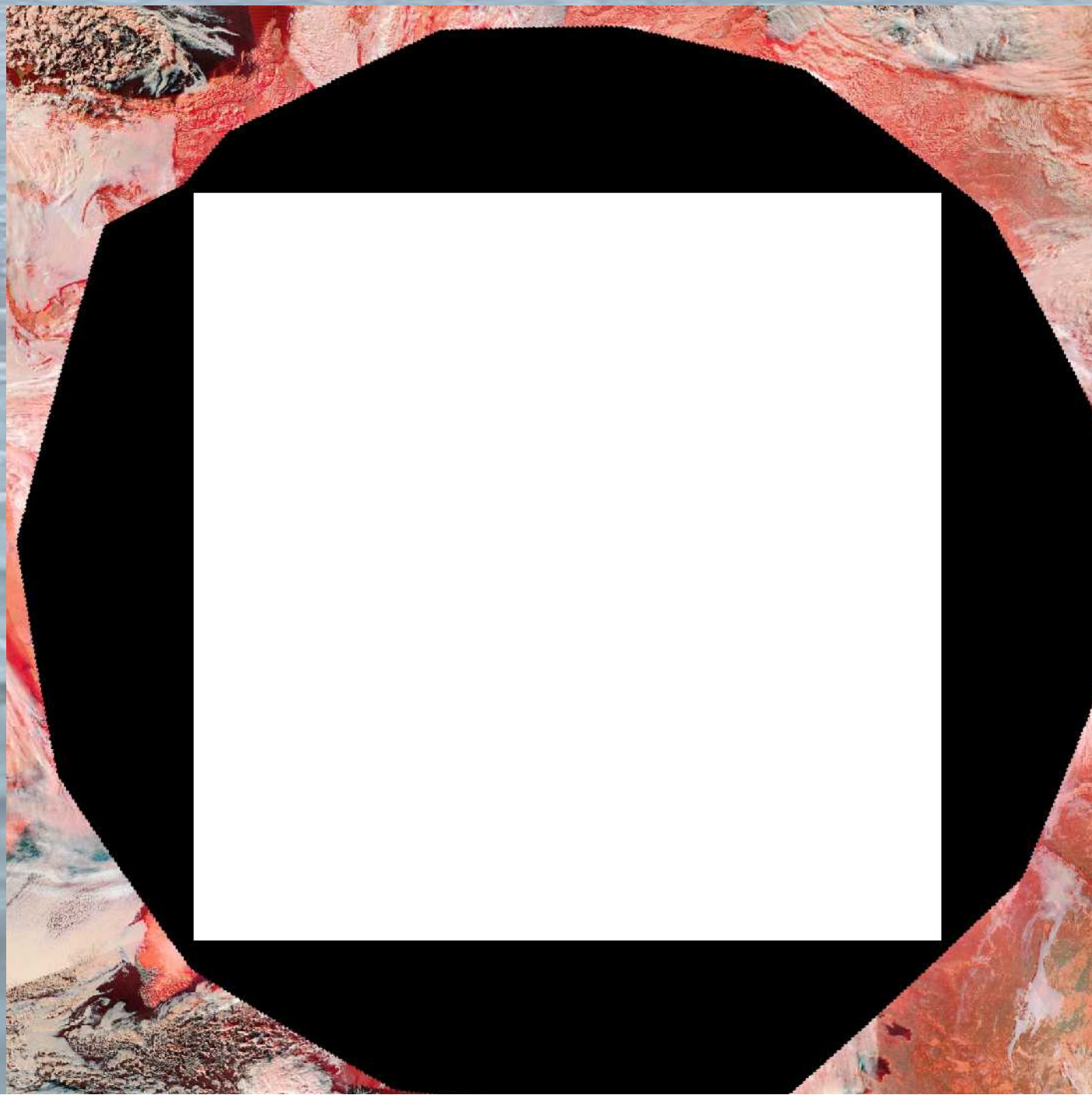


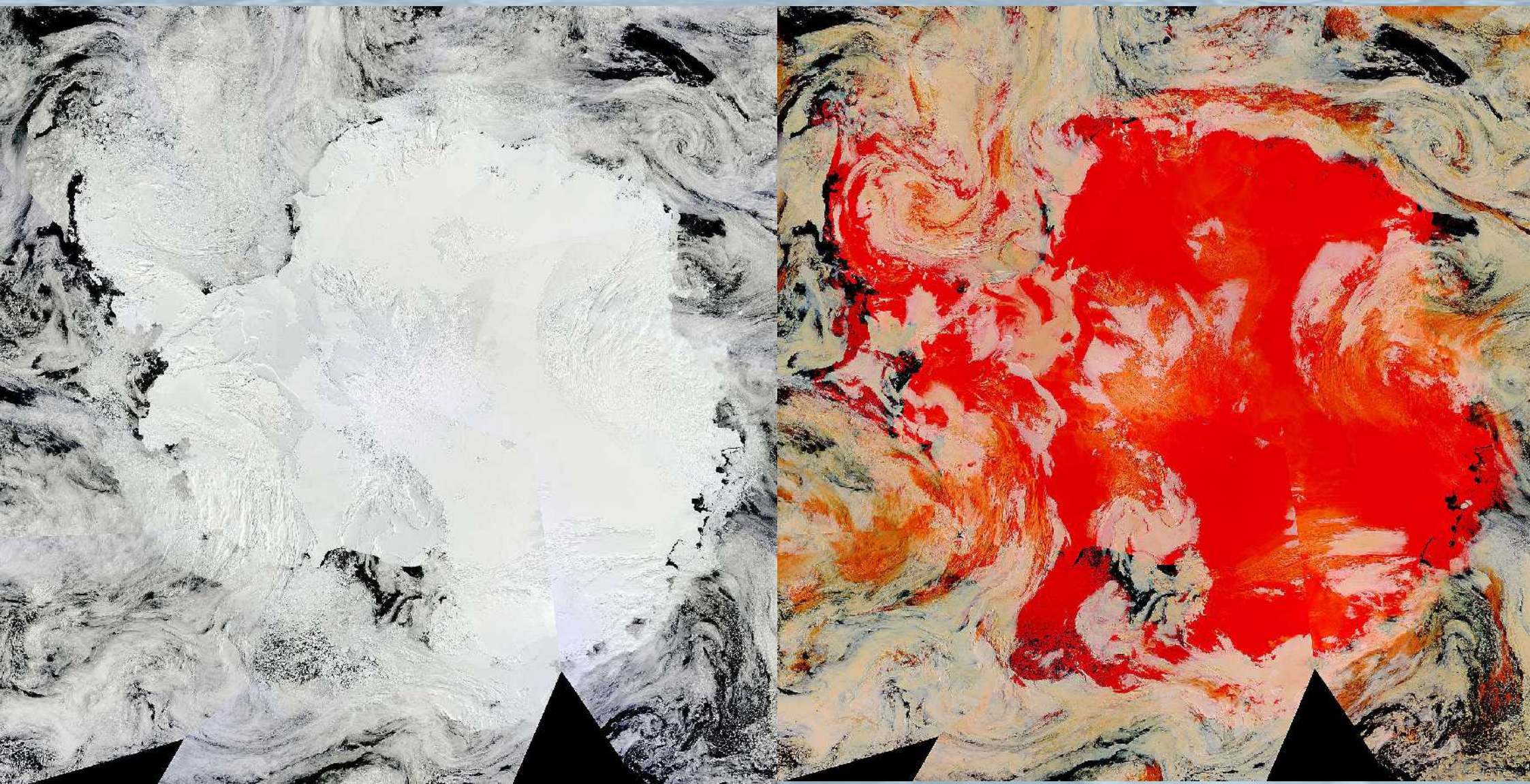
**Примеры изображений в оптическом диапазоне:
данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS
псевдоцветное изображение**



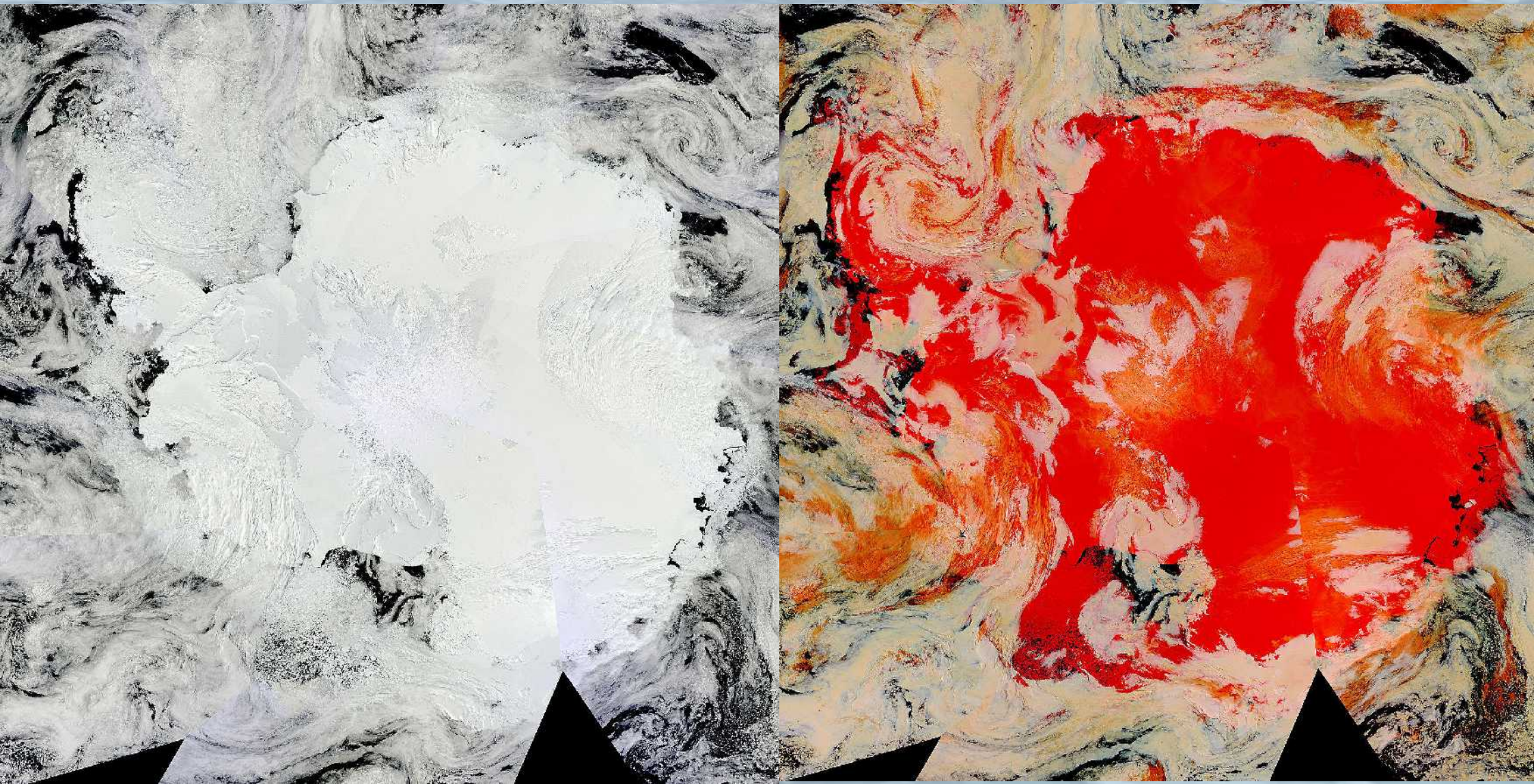
**Примеры изображений в оптическом диапазоне:
данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS
псевдоцветное изображение**

19 декабря 2012 гг.





Морской ледяной покров в Антарктике 19 декабря 2012 гг.

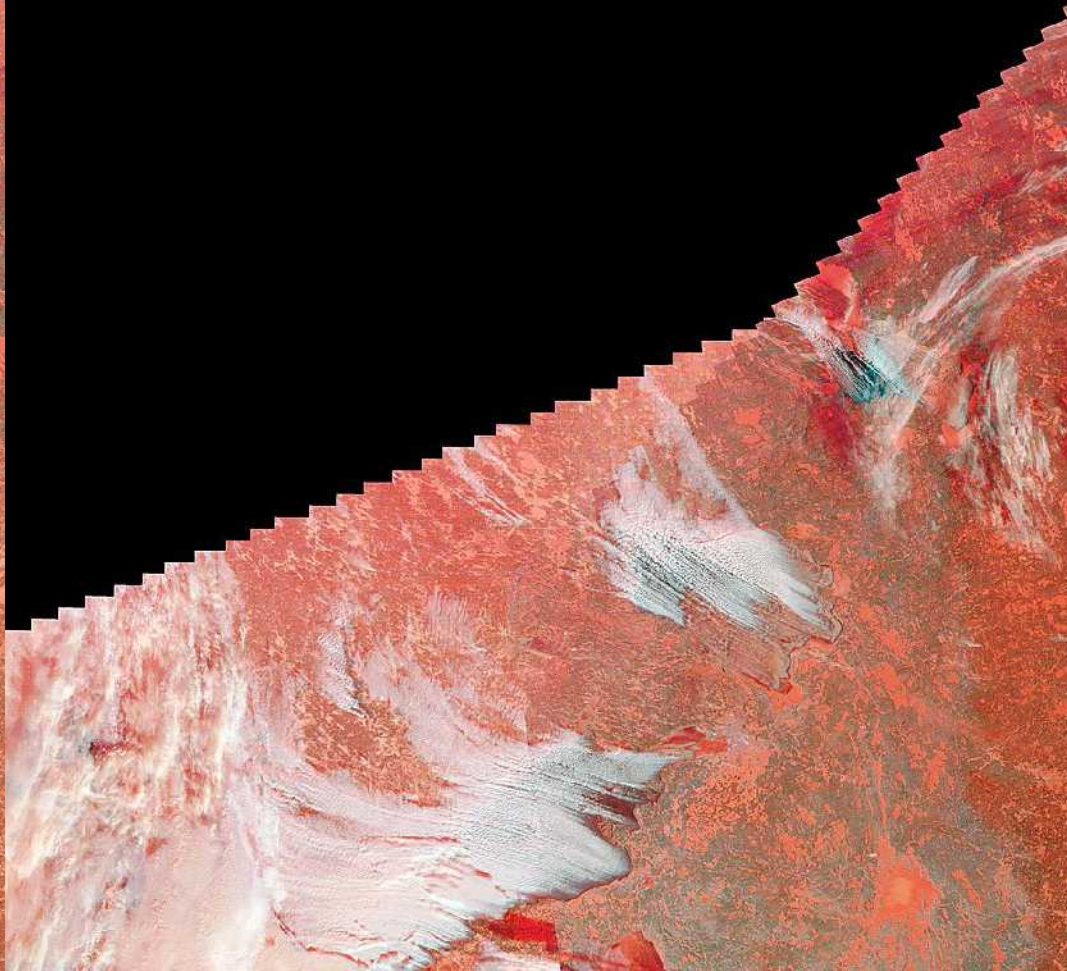
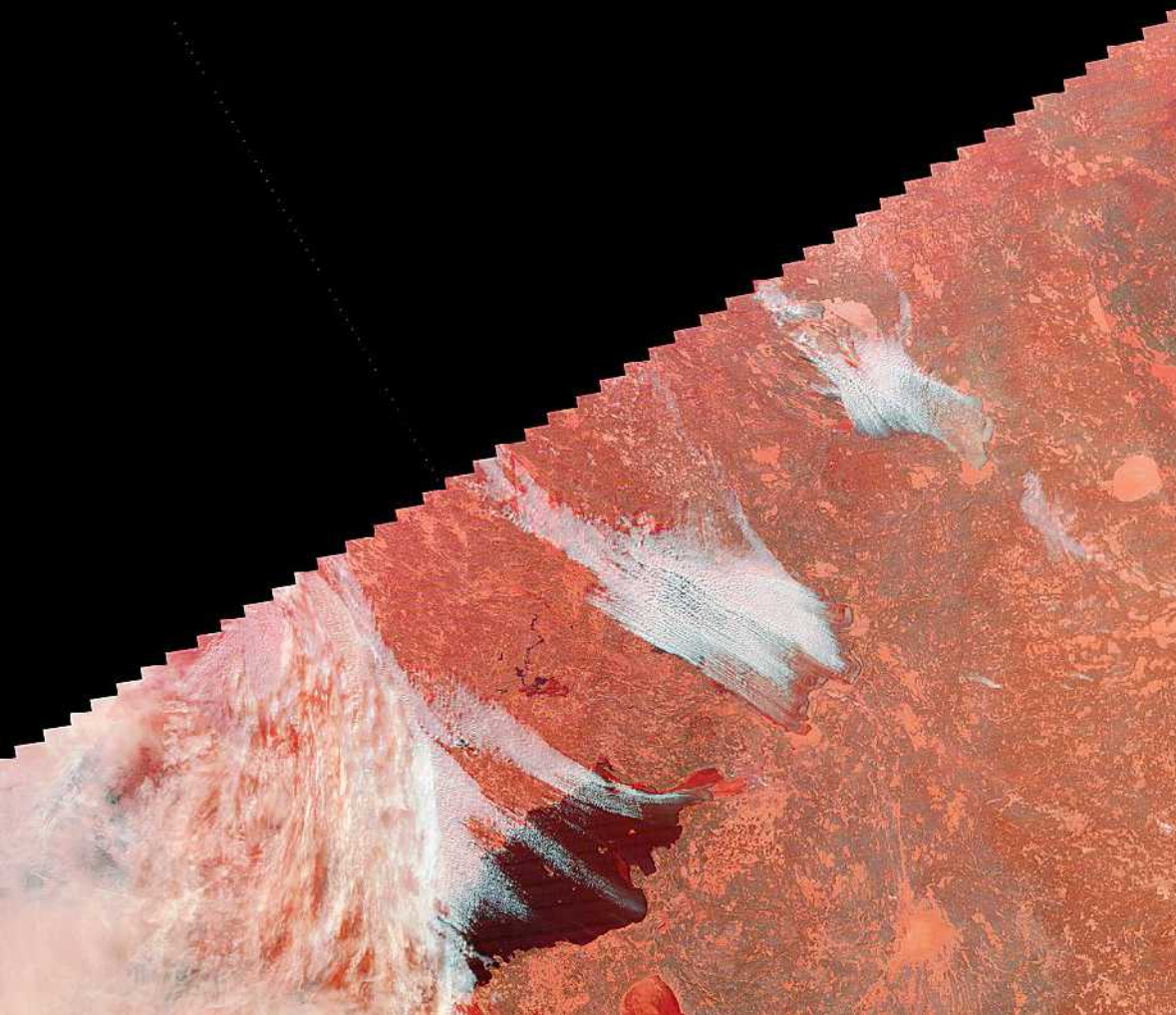


Примеры спутниковых изображений

для северо-запада России. Данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS,
псевдоцветное изображение

18 декабря

19 декабря 2012 г.



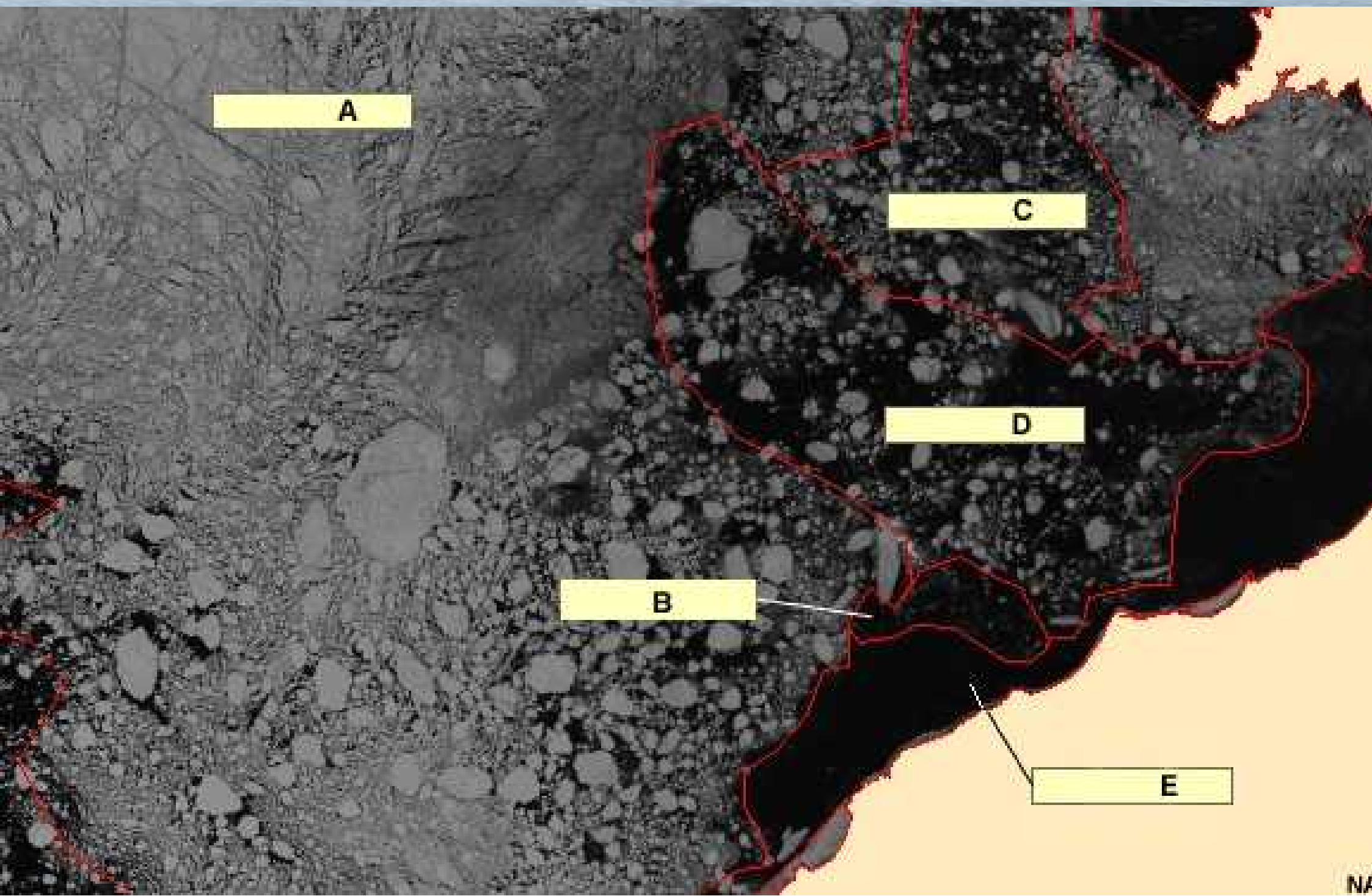
Пример льда разной сплоченности



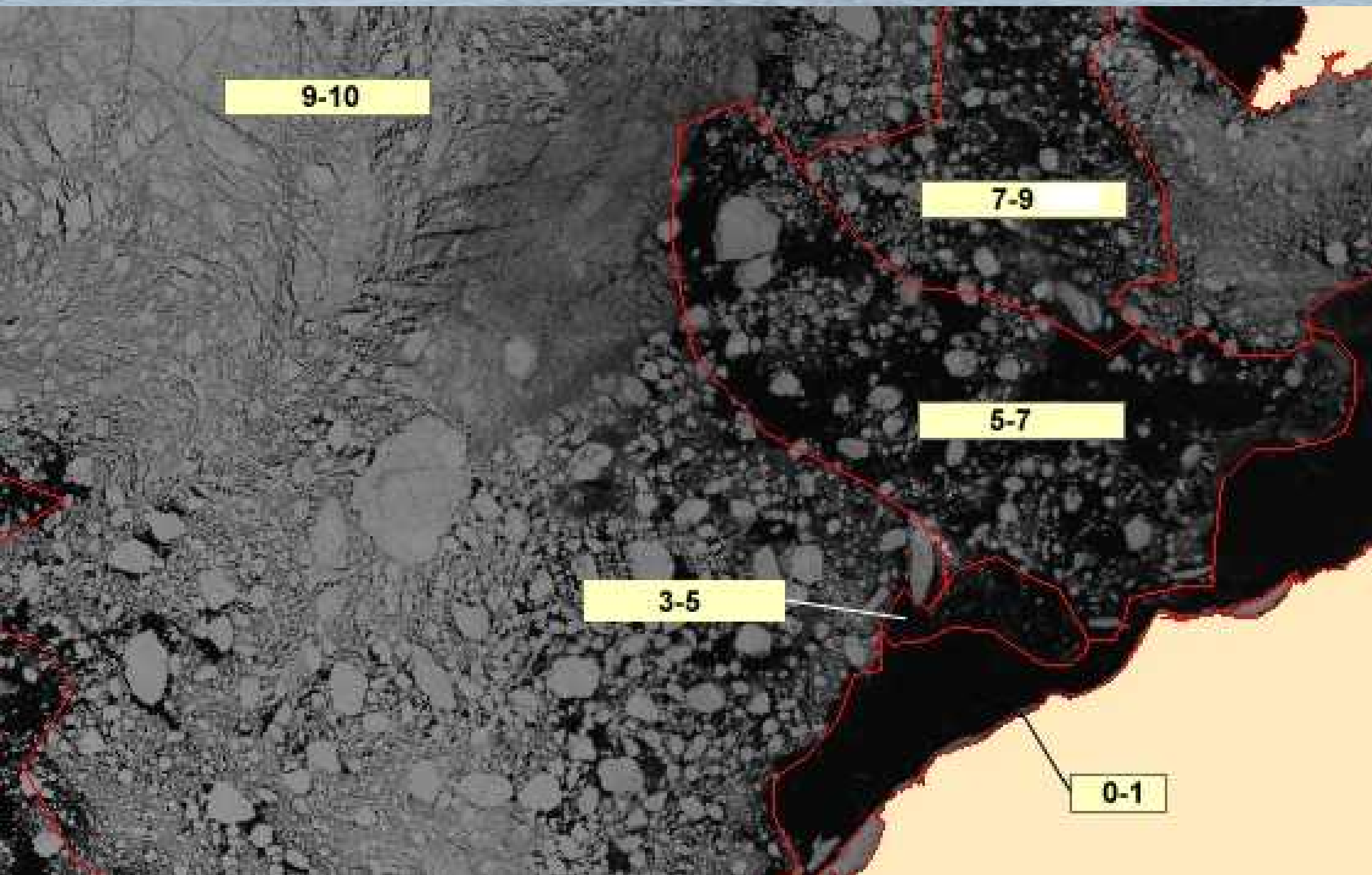
Пример льда разной сплоченности



Изменение площади многолетних льдов с 1999 по 2011 гг.



Изменение площади многолетних льдов с 1999 по 2011 гг.





NASA

Предполагаемая площадь льда в Арктике летом и
потенциальные транспортные пути

Северный морской путь

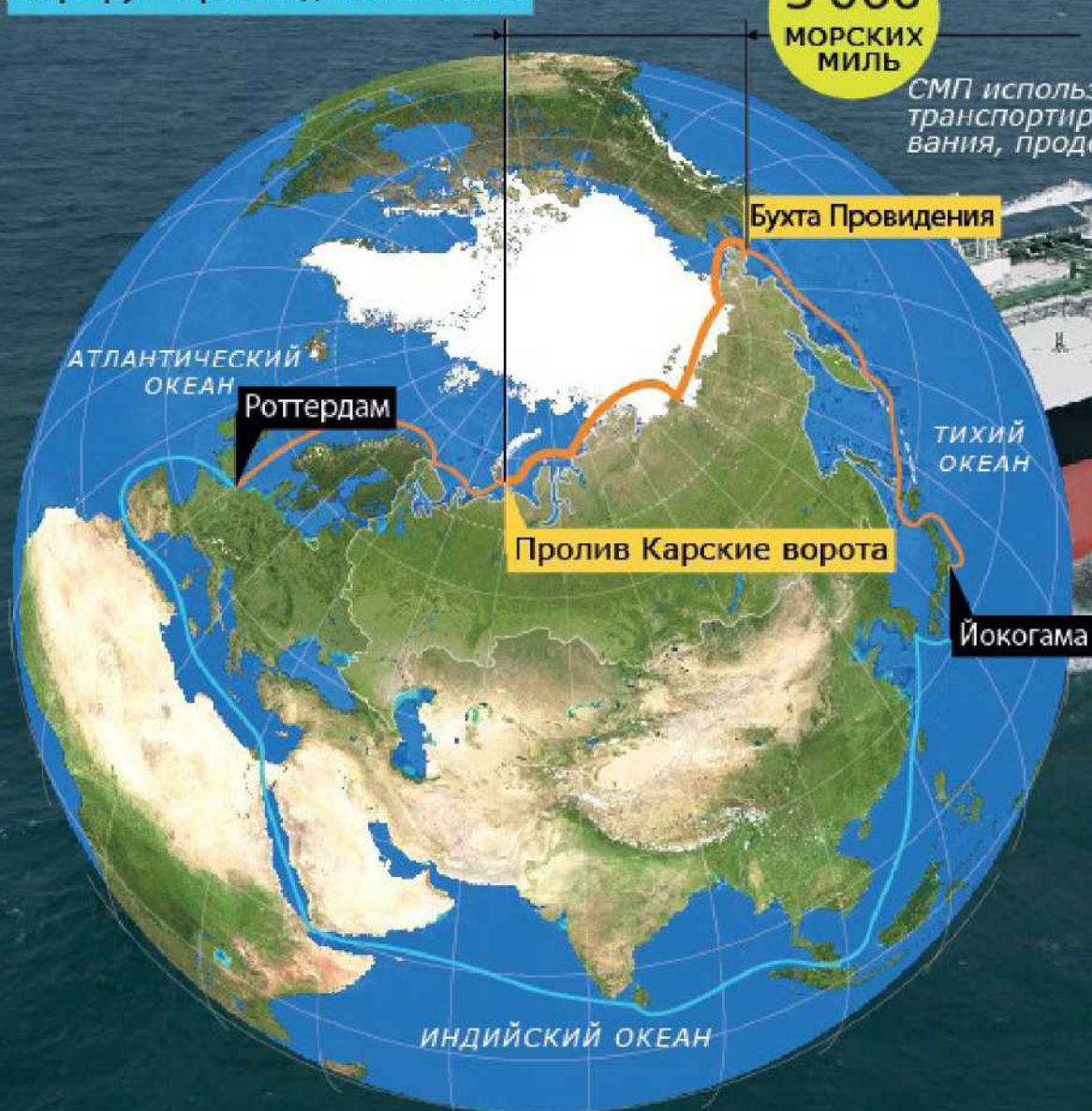
СМП – главная судоходная магистраль Арктики, проходящая вдоль северных берегов РФ, соединяющая европейские и дальневосточные порты

Граница СМП

Начальная/конечная точка условного маршрута

Маршрут через СМП

Маршрут через Индийский океан



Планы развития СМП

ОБЪЕМ ПЕРЕВОЗОК, МЛН ТОНН

* Предварительный прогноз



Основные плюсы

1 Снижение стоимости груза из-за уменьшения расстояния и времени пути:

РАССТОЯНИЕ (В МОРСКИХ МИЛЯХ) / ВРЕМЯ (В СУТКАХ)

7 300/20

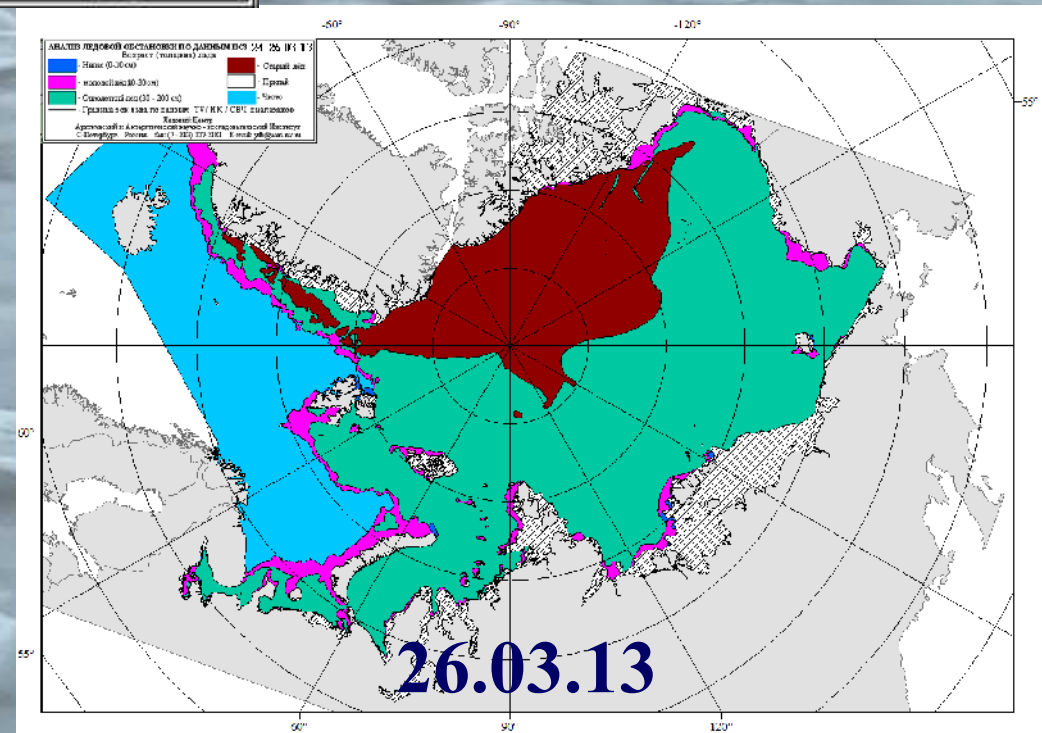
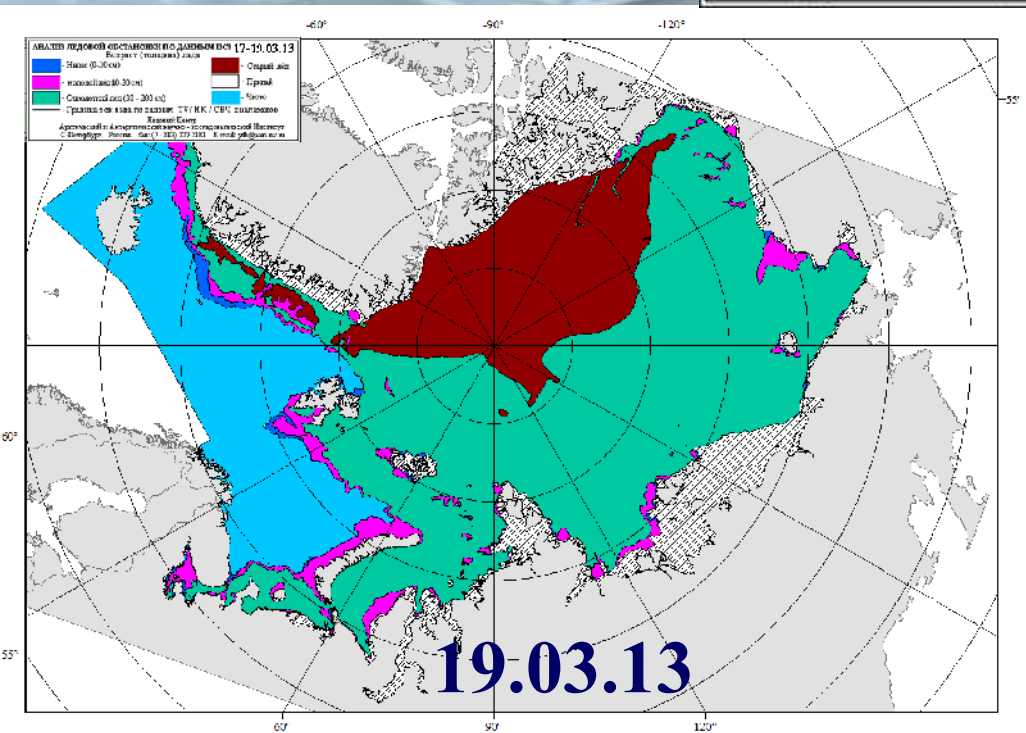
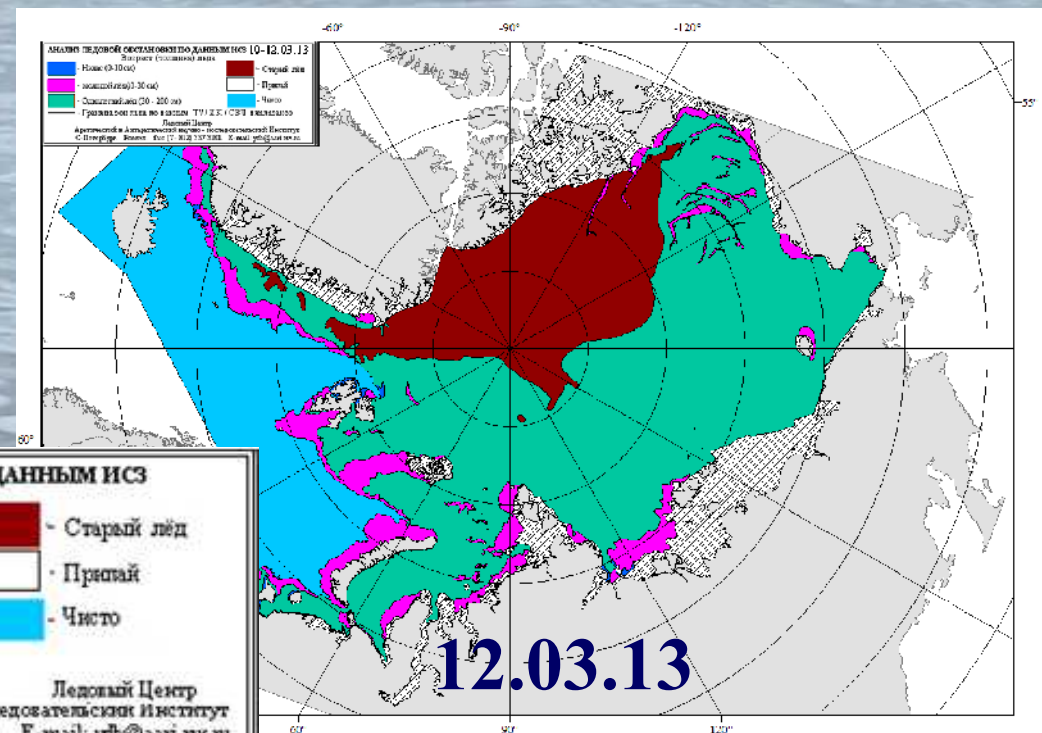
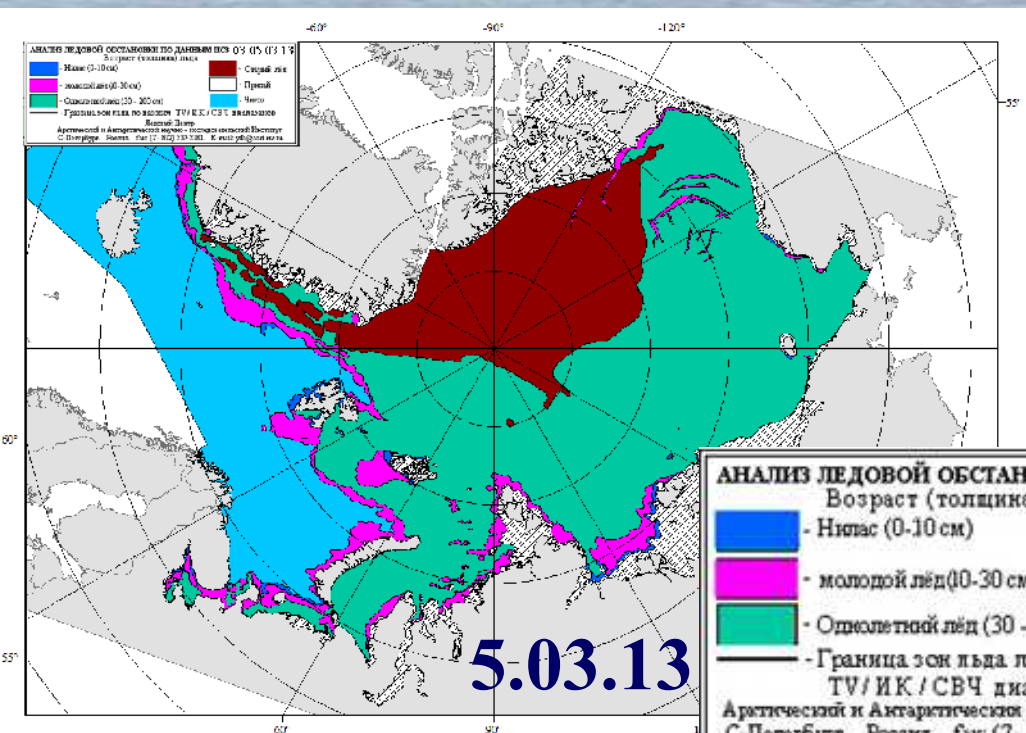
11 200/33

2 Отсутствие угрозы морского пиратства

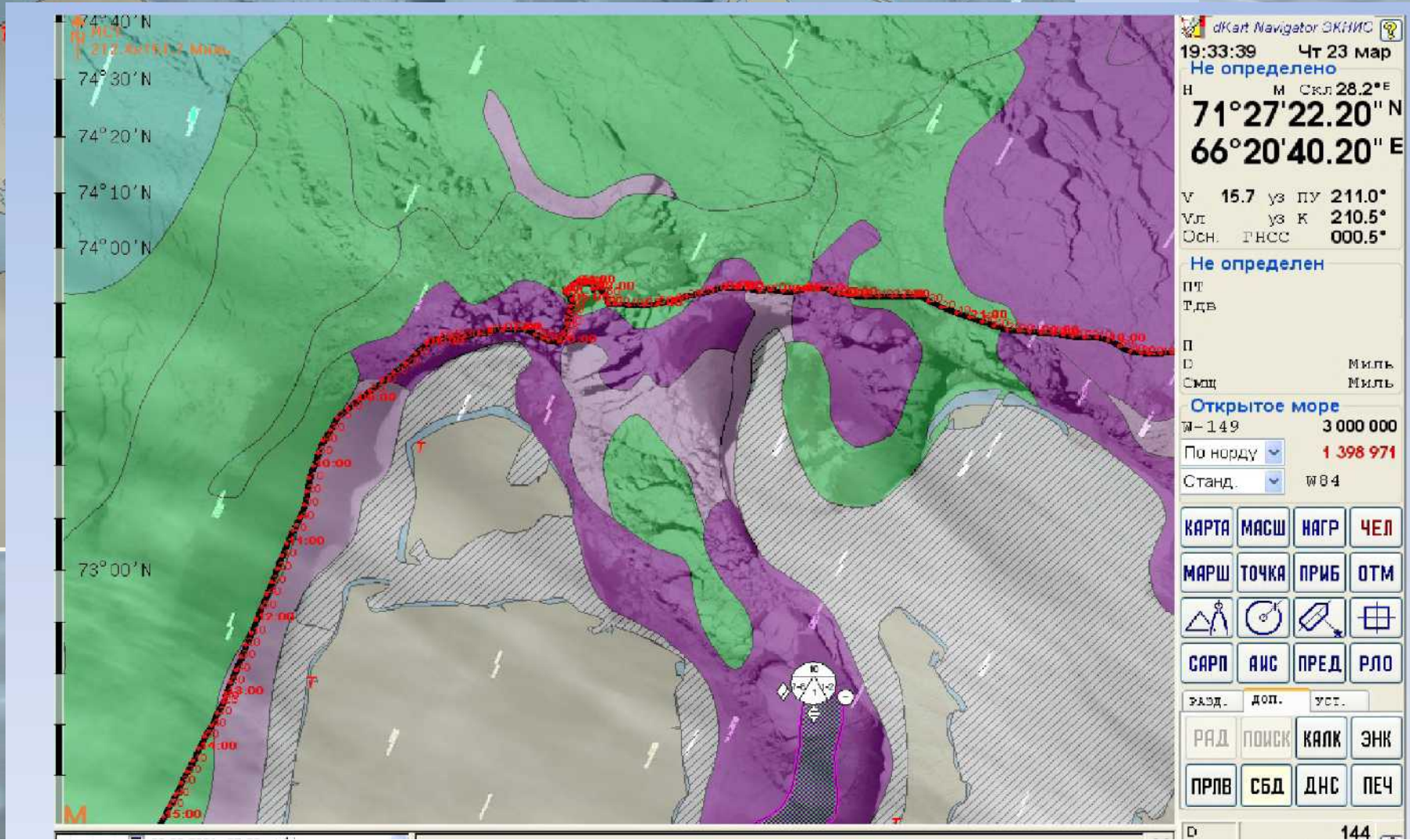
Основные минусы

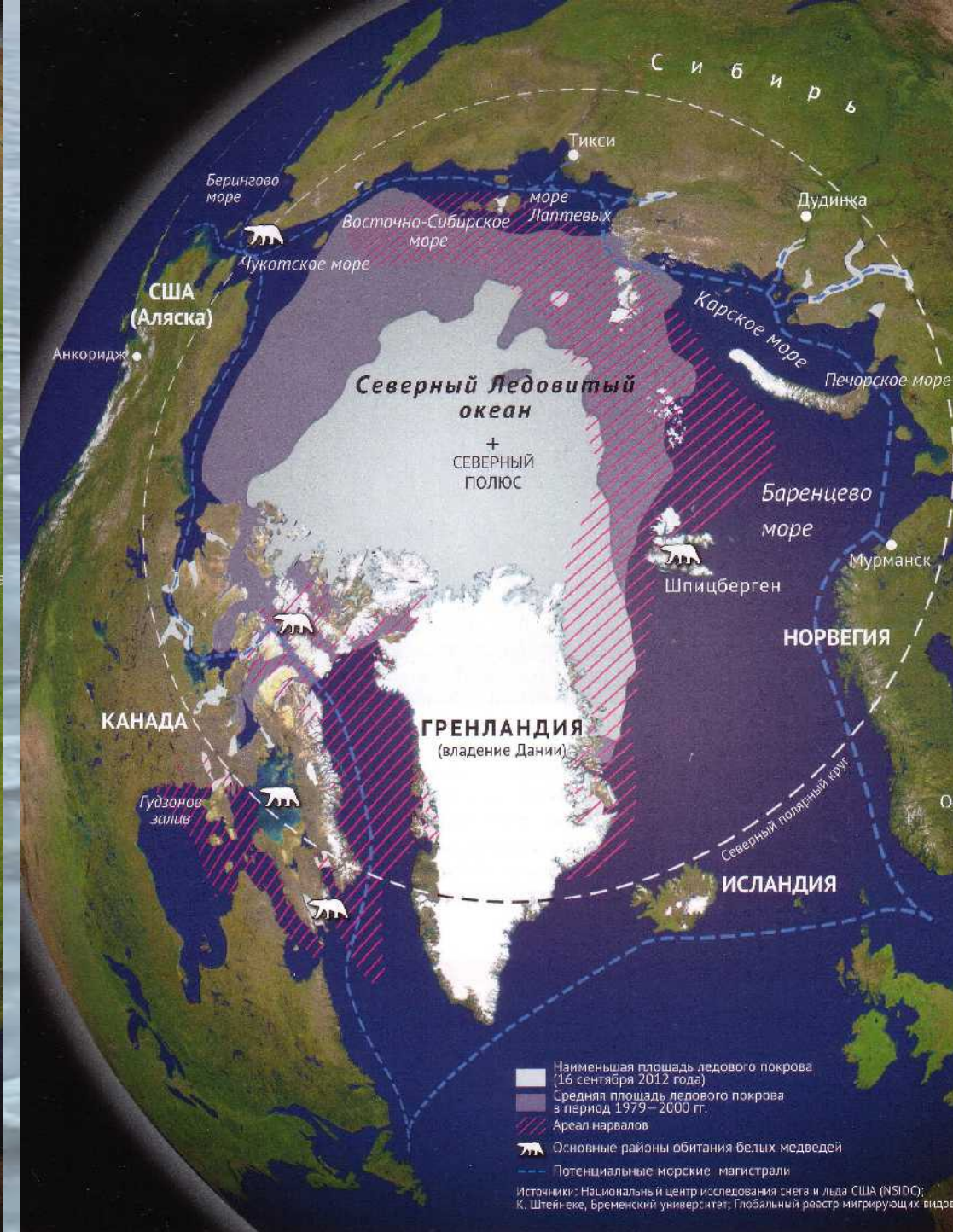
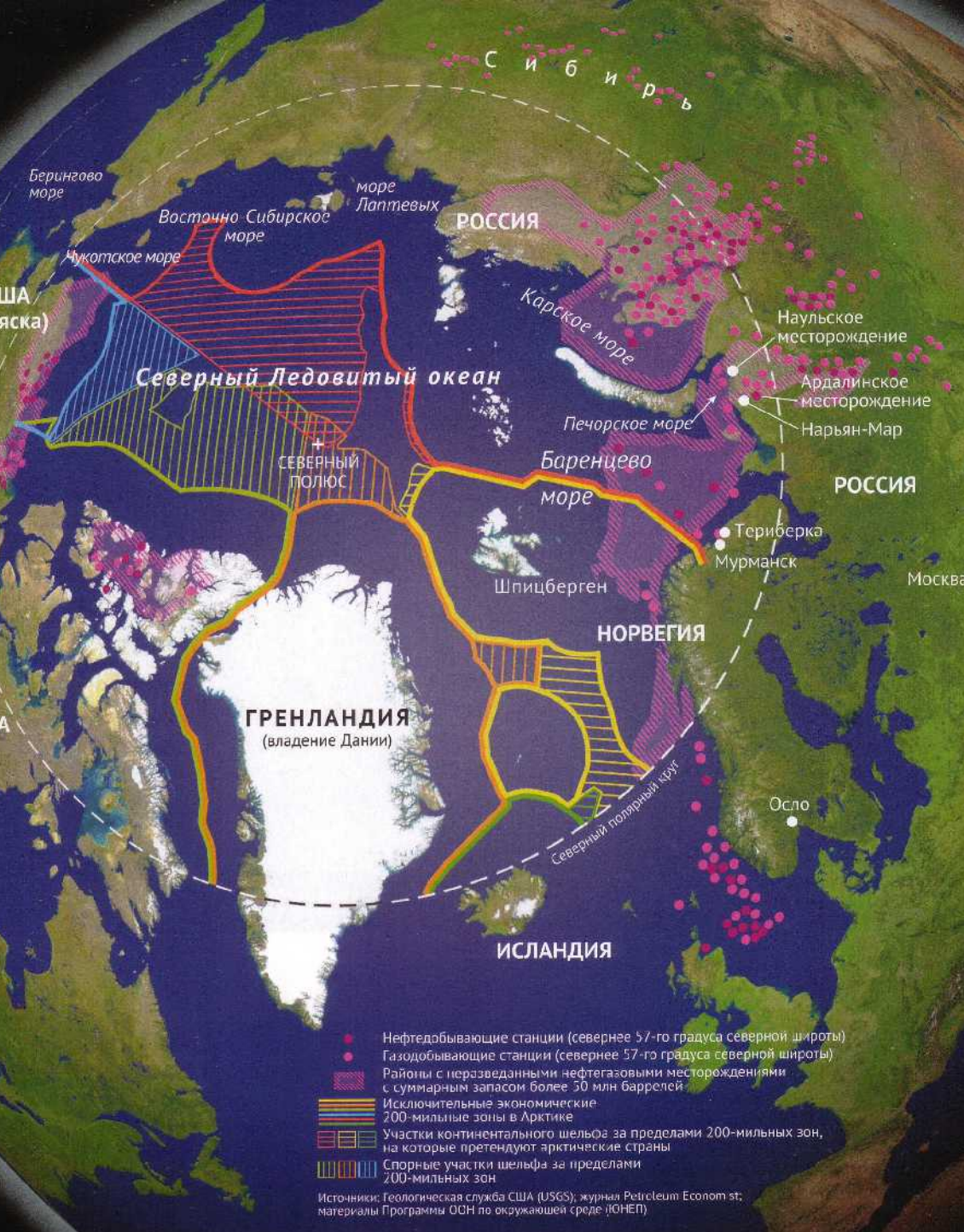
- 1 Необходимость в сопровождении ледокола
- 2 Необходимость подготовки экипажа для работы в Арктике
- 3 Короткий навигационный период: 2-4 месяца в год

Ледовые карты ААНИИ 5, 12,19,26 марта 2013 г.



Пример использования спутниковой информации для построения ледовой карты и проводки каравана судов 22 марта 2006 г. Обь-Енисейский залив Карского моря

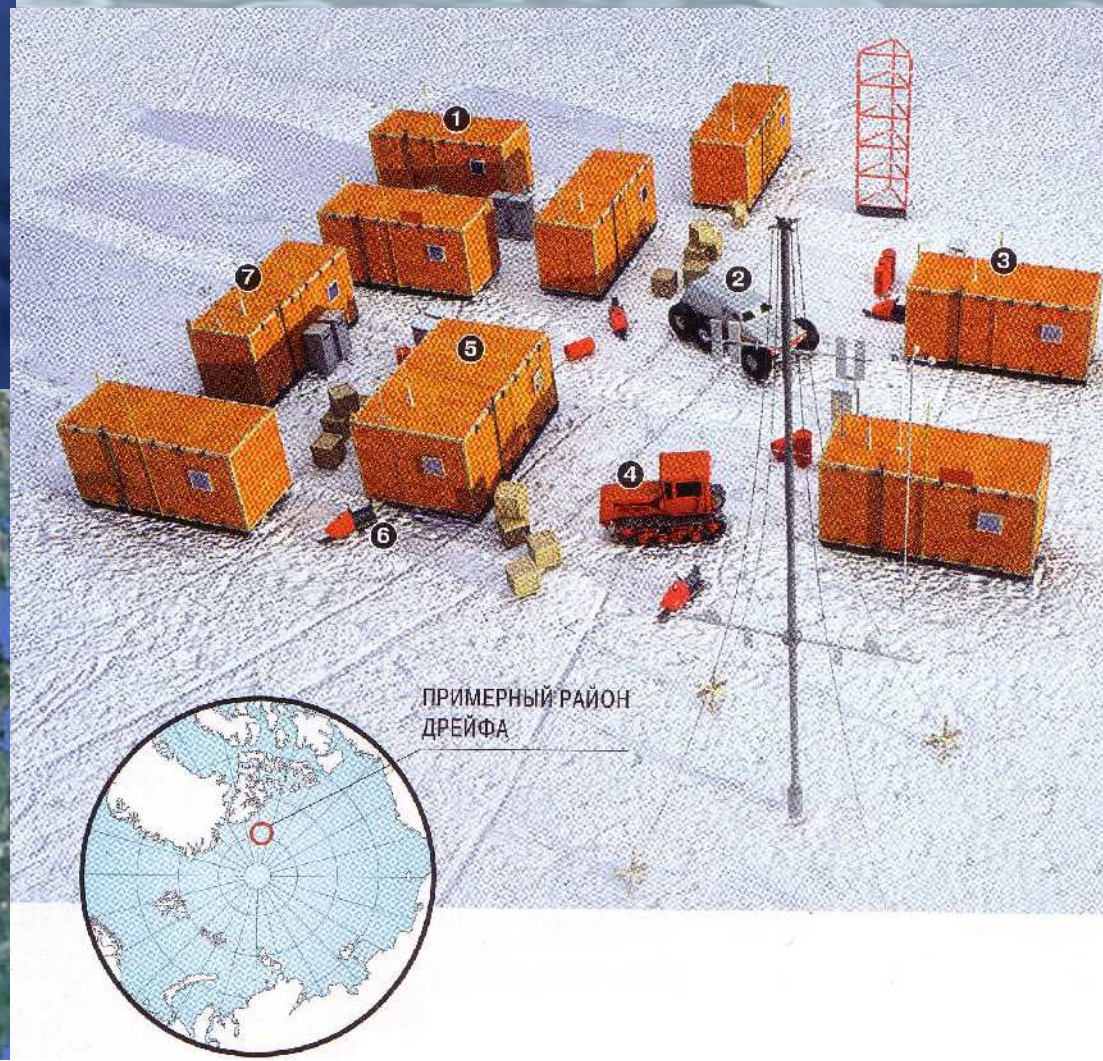




Экономические зоны государств в Арктике, площадь льда летом и потенциальные транспортные пути

Дрейфующая станция СП-40

Положение 31 марта 2013 г.



Дрейфующая станция СП-40

Положение 31 марта 2013 г.



Опасные ледовые образования (ОЛО): айсберги

Варандей и ближайшие месторождения

Varandey Oil Export Terminal
Annual throughput capacity – up to 12 million tons

- Coastal crude storage: 325,000 cu m
- Oil fields of Timan Pechora oil and gas province
- Ice-breaker on duty
- Fixed offshore ice-resistant off-loading terminal (FOIROT)
 - Height – 64 m
 - Weight – 14,000 tons
 - Sea depth – 17.3 m
- reinforced ice-going tankers: DWT 70 000 tons
- Underwater pipeline
 - Length – 22.6 km
 - Diameter – 820 mm

Barents Sea
Number of days with freezing temperatures down to -48°C – approximately 240 days.
Average duration of ice cover – 247 days.
Ice thickness – 1.25–1.8 m

а. Колгуев
Печорская губа
Хильчукское
Ю.-Хильчукское
Ярейское
Имврейское
Харьягинское
Норьян-Мар
ОИндига
Ненецкий АО

Медынское
Тобойское
Мядрейское
Варандейское
Торавейское
З.-Лехийгинское
С.-Сарембойское
Тадинское

Нефтегазовые терминалы:
● действующие
○ проектируемые
■ Нефтехранилище
■ Месторождения нефти
— Нефтепроводы:
— действующие
- - проектируемые



Опасные ледовые образования (ОЛО): айсберги

A photograph showing a large red offshore oil platform in the Barents Sea. The platform is surrounded by numerous icebergs. Several other ships are visible in the background.

Варандей и ближайшие месторождения

Varandey Oil Export Terminal
Annual throughput capacity – up to 12 million tons

Oil fields of Timan Pechora oil and gas province

Coastal crude storage
325,000 cu m

Ice-breaker on duty

Fixed offshore ice-resistant off-loading terminal (FOIROT)
Height – 64 m
Weight – 14,000 tons
Sea depth – 17.3 m

reinforced ice-going tankers
DWT 70 000 tons

Underwater pipeline
Length – 22.6 km
Diameter – 820 mm

Barents Sea
Number of days with freezing temperatures down to -48°C — approximately 240 days.
Average duration of ice cover – 247 days.
Ice thickness — 1.25–1.8 m

а. Колгуев

Печорская губа

Хильчукское

Ю.-Хильчукское

Ярейское

Имвирейское

Харьягинское

Норьян-Мар

Медынское

Гобойское

Мядоейское

З.-Лехийгинское

С.-Сарембойское

Торавейское

Варандейское

ОИндига

Ненецкий АО

Нефтегазовые терминалы:
● действующие
○ проектируемые

Нефтехранилища

Месторождения нефти

Нефтепроводы:
— действующие
--- проектируемые



Детектирование айсбергов на спутниковых снимках.

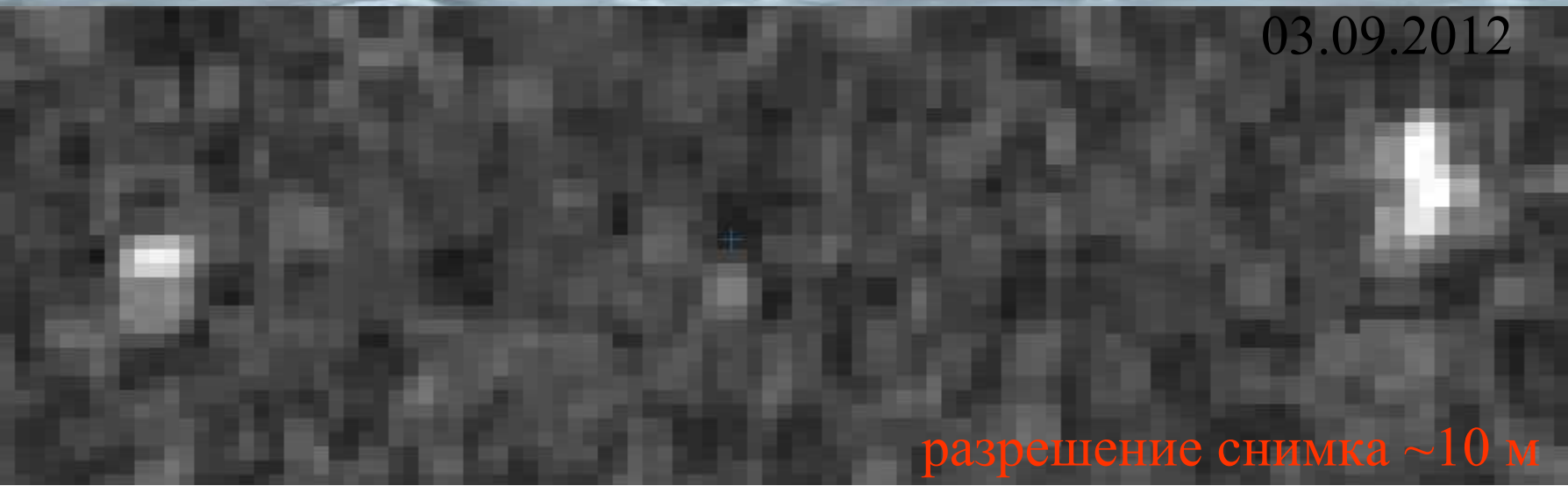
Eros B, 12:01 03.09.2012

разрешение снимка 1 м



Radarsat – 2, 2:20
03.09.2012

разрешение снимка ~10 м



Классификация айсбергов

Iceberg Size Classification Классификация айсбергов

Очень крупные

Very large

Крупные

Large

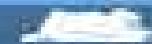
Средние

Medium

Малые

Small

Growler



Size category

Height

Length

Growler

< 1 m

< 5 m

Bergy Bit

1-5 m

5-15 m

Small Iceberg

5-15 m

15-60 m

Medium Iceberg

16-45 m

61-120 m

Large Iceberg

46-75 m

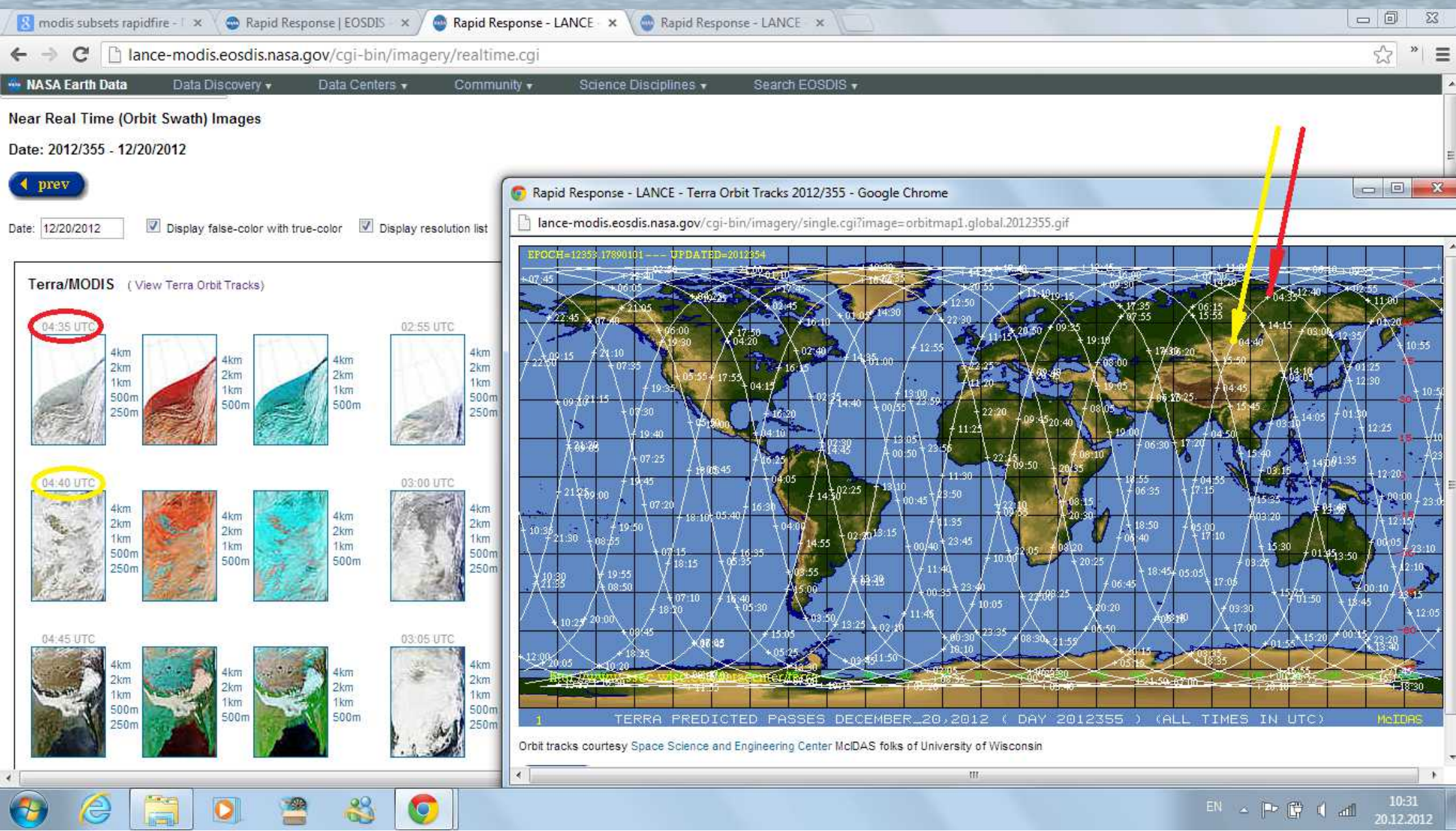
121-200 m

Very Large Iceberg

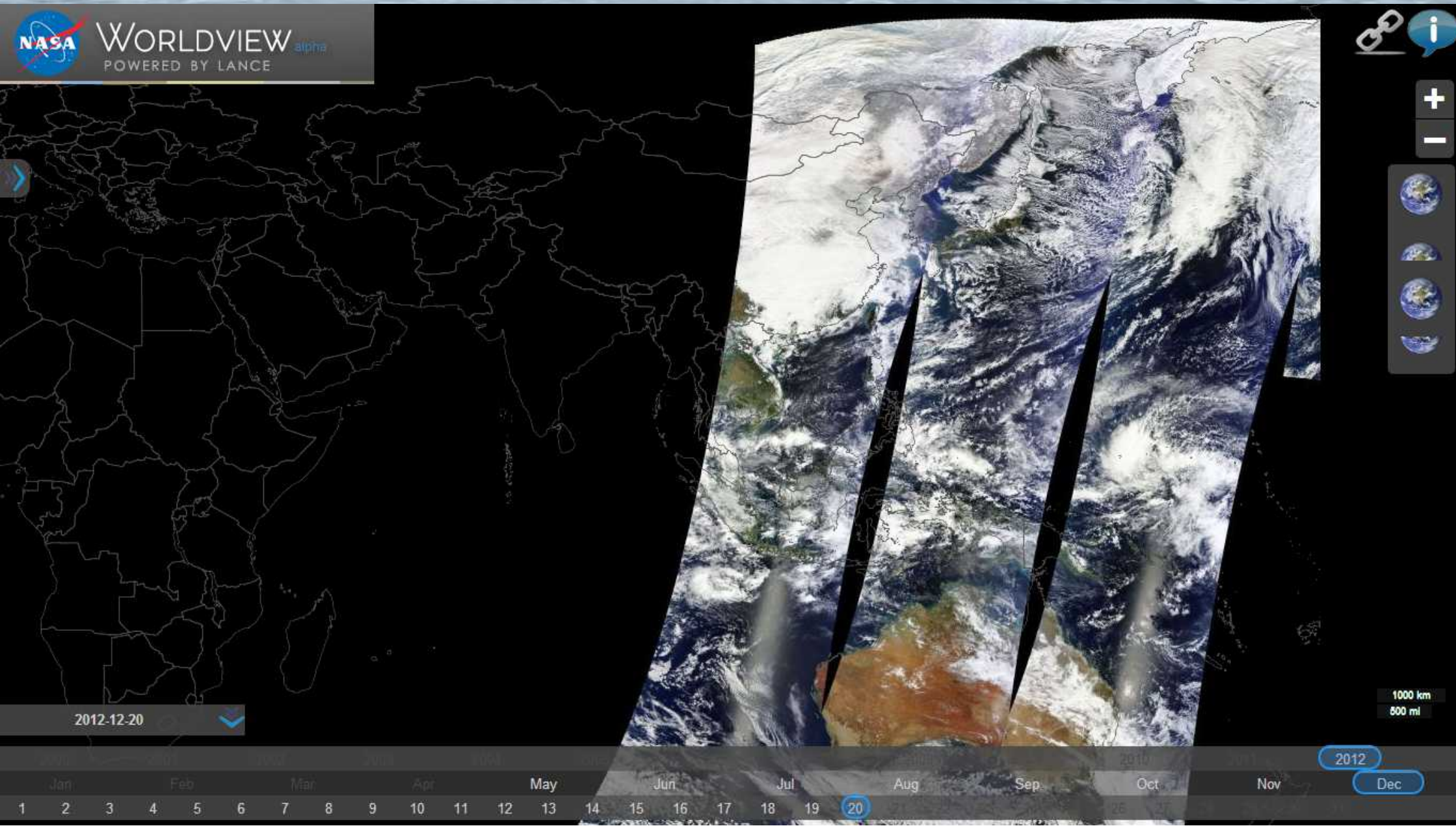
> 75 m

> 200 m

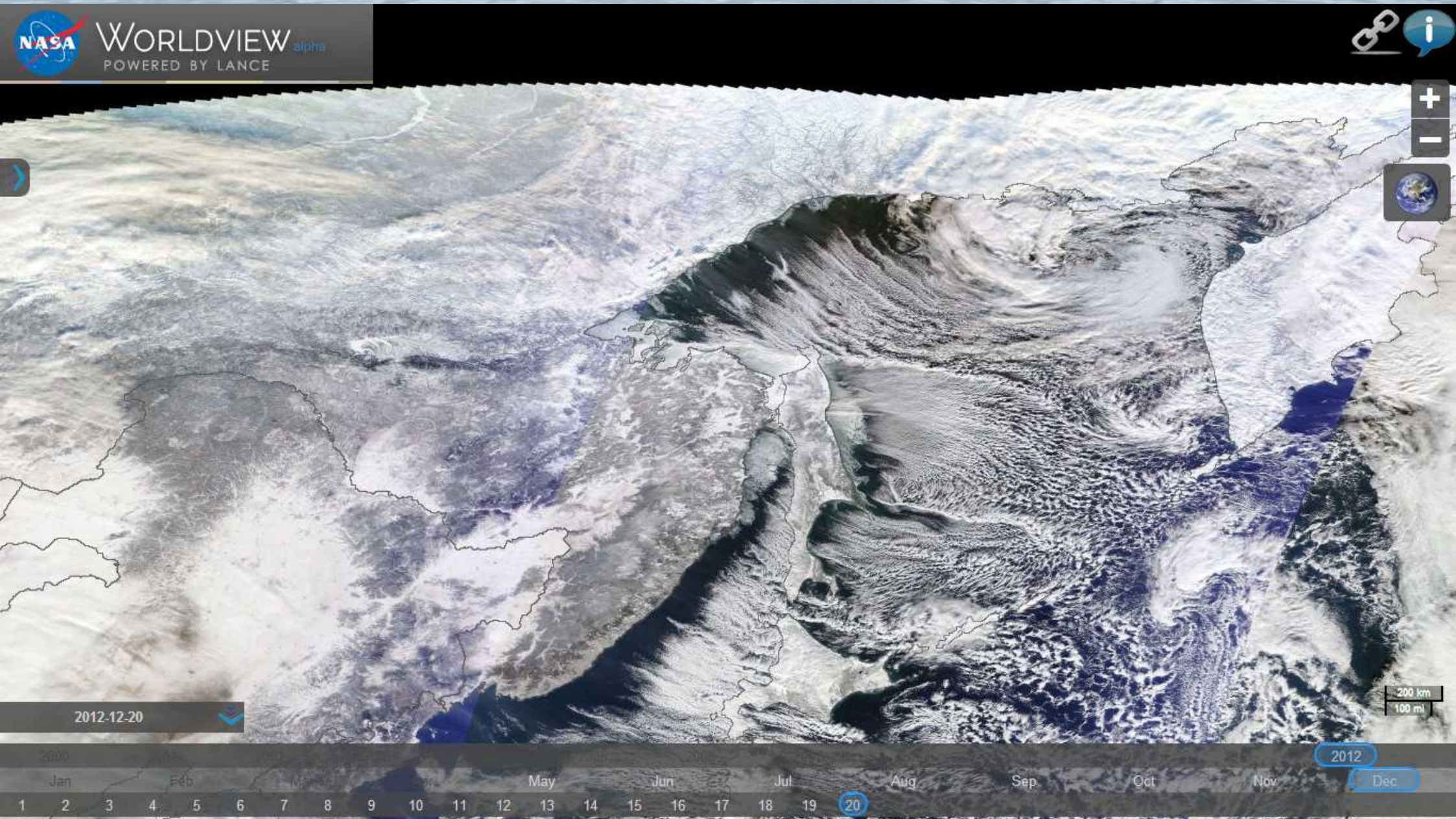
Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор Modis



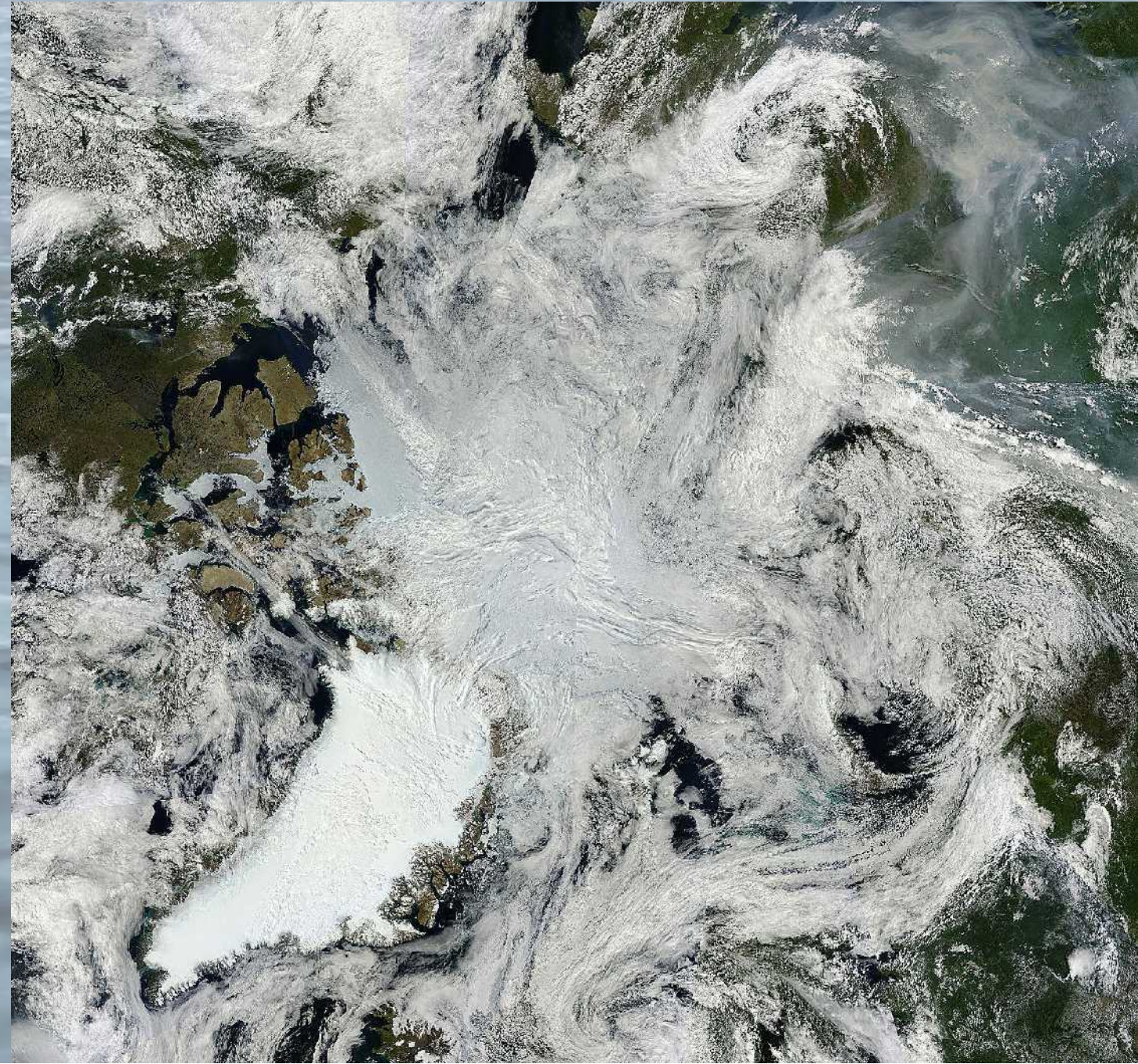
Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор Modis



Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор Modis



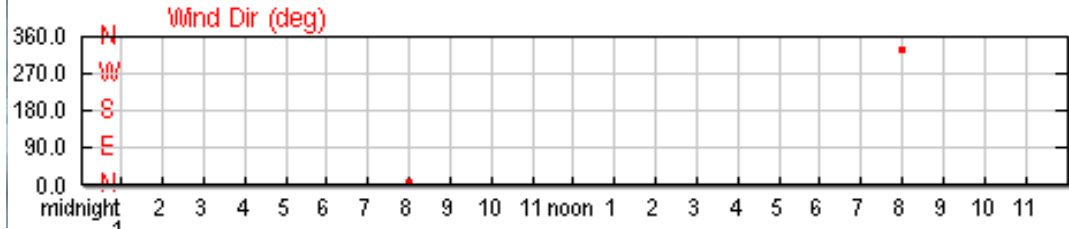
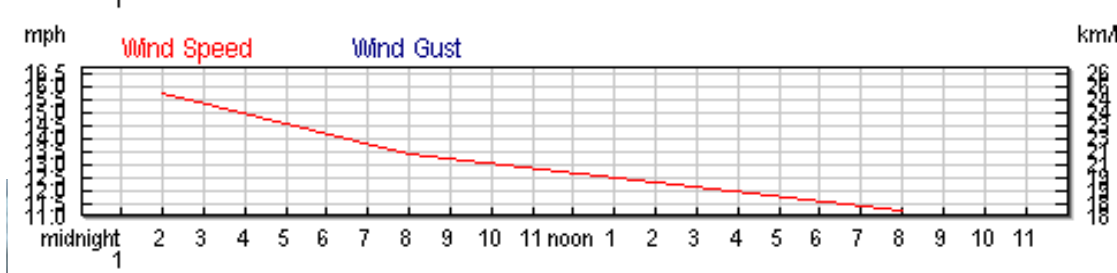
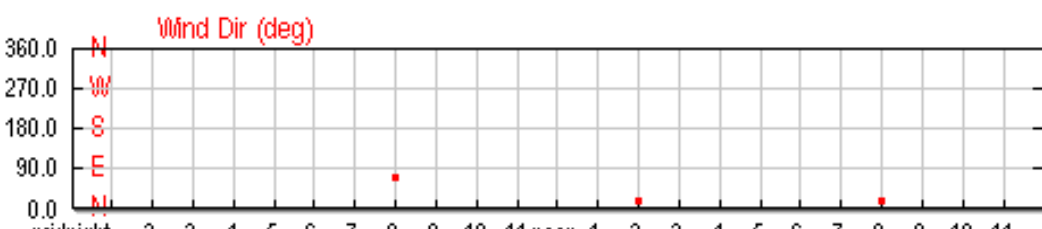
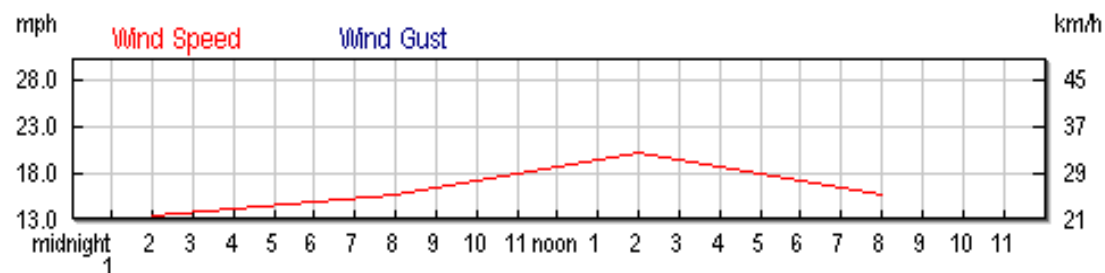
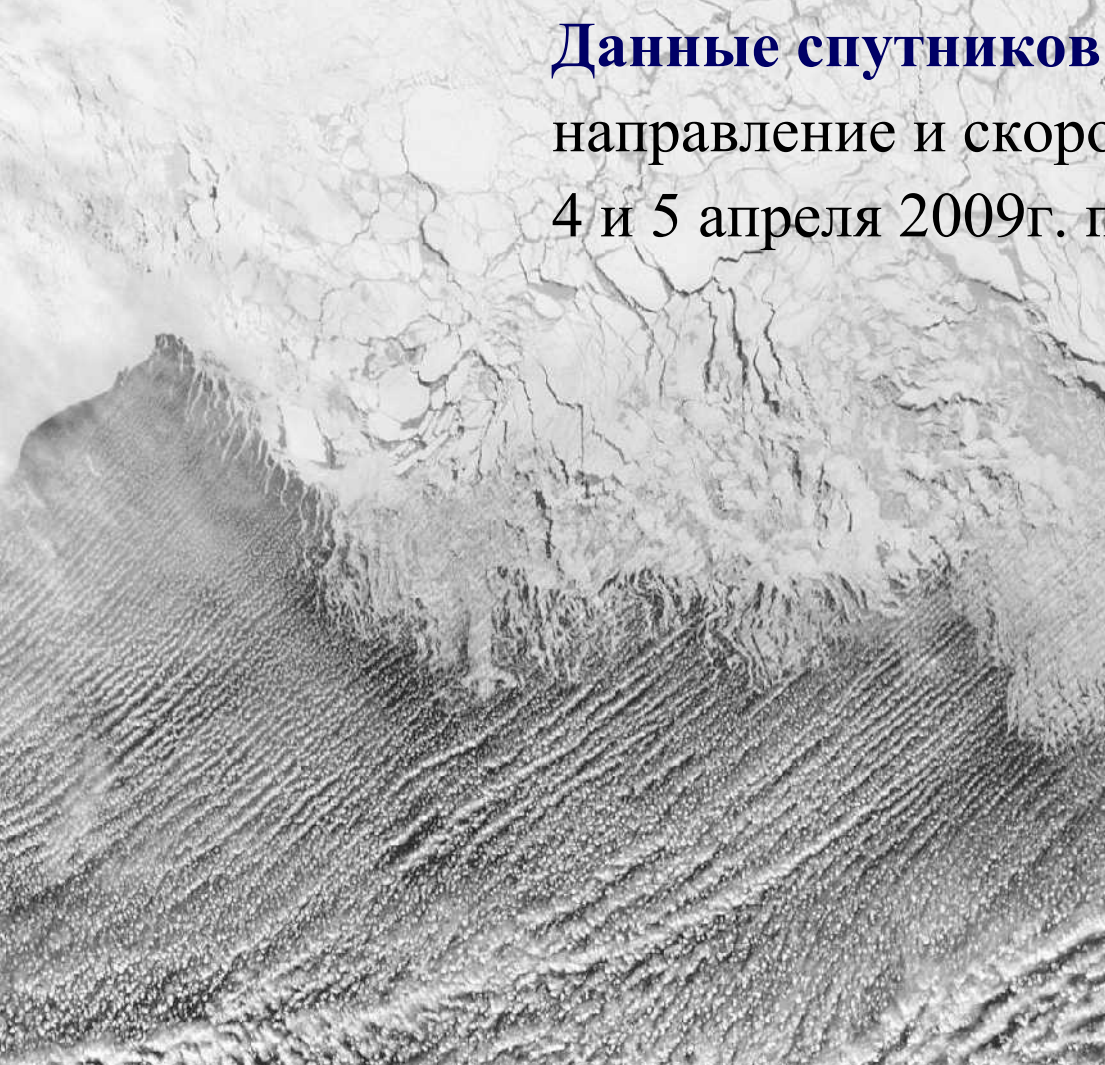
Примеры изображений в оптическом диапазоне: данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS в естественном цвете



Данные спутников Terra и Aqua, прибор MODIS

направление и скорость ветра в Баренцевом море

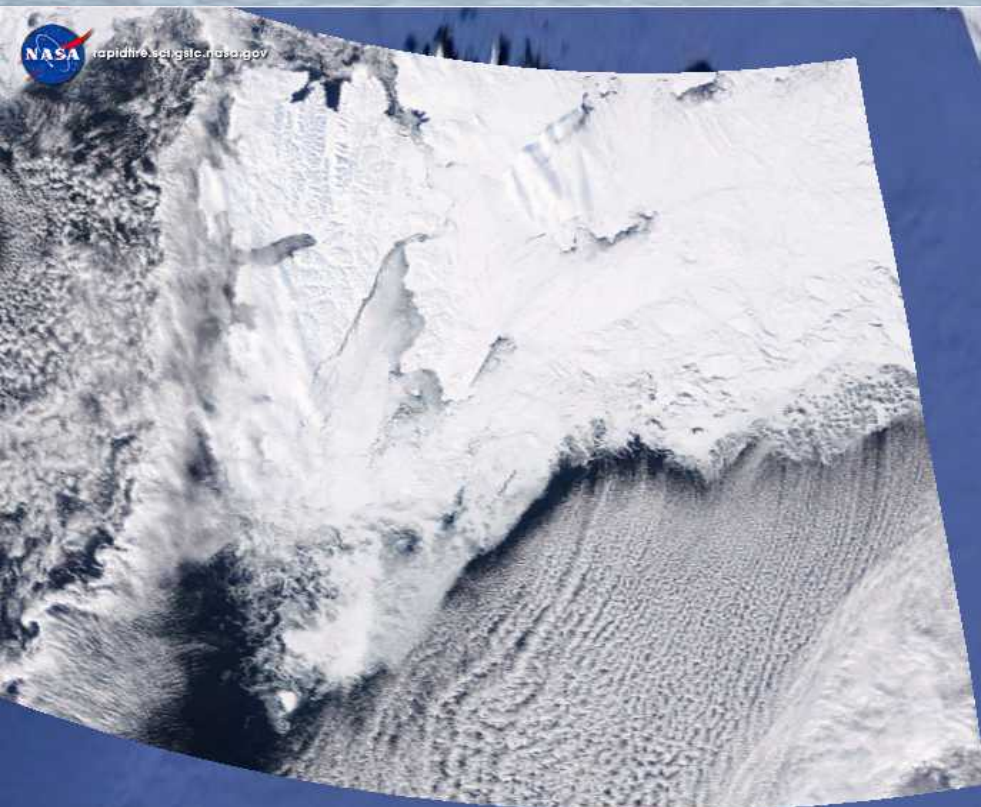
4 и 5 апреля 2009г. по данным морской метеостанции Норен



Данные Terra/MODIS

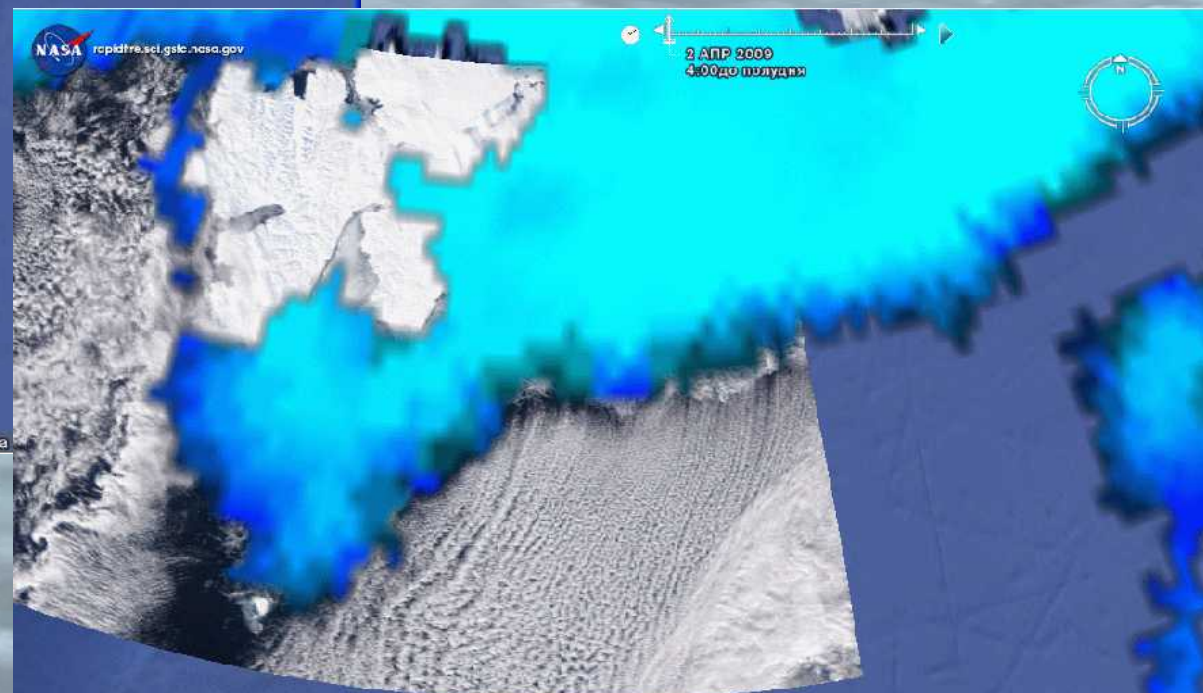
микроволнового радиометра SSM/I

2 апреля 2009 г. Баренцево море



Data U.S. Navy
Image © 2009 TerraMetrics

Координаты 76°59'50.48" N (Часовая зона "Ноябрь", UTC - 1) 38°02'47.83" E Высота 0 м Потоквая передача



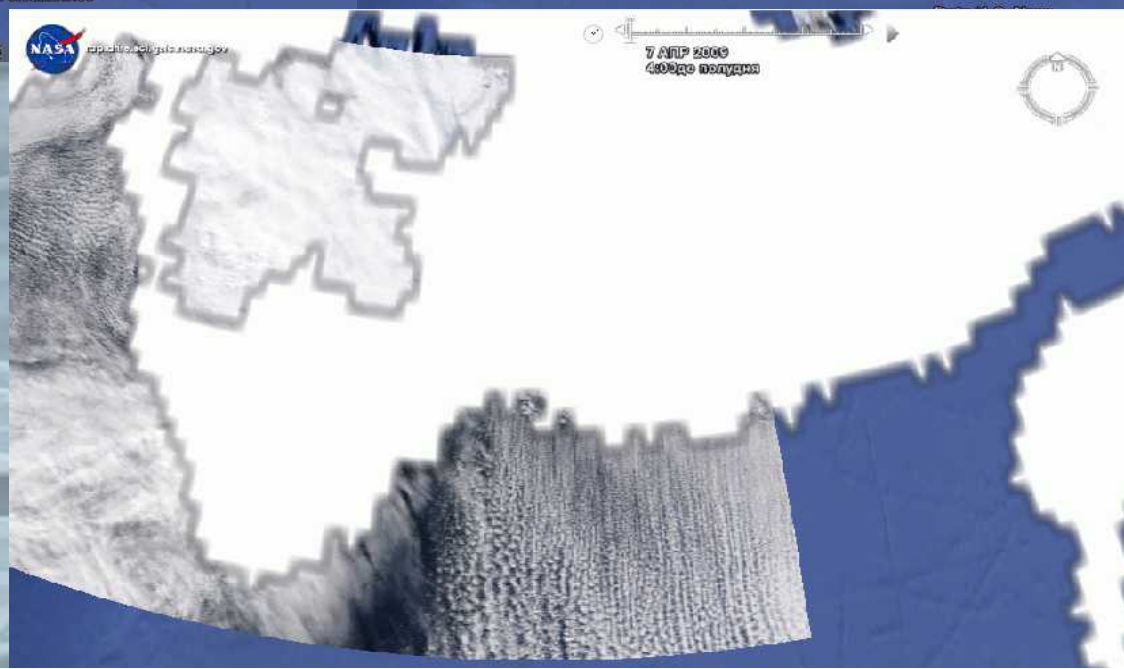
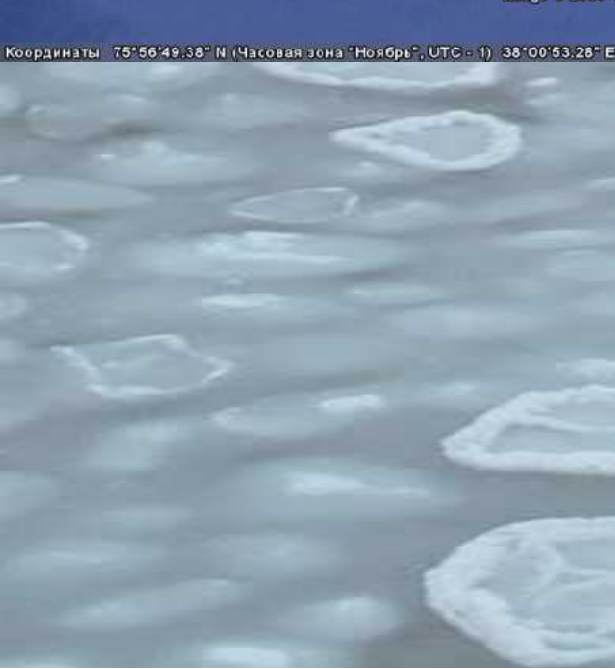
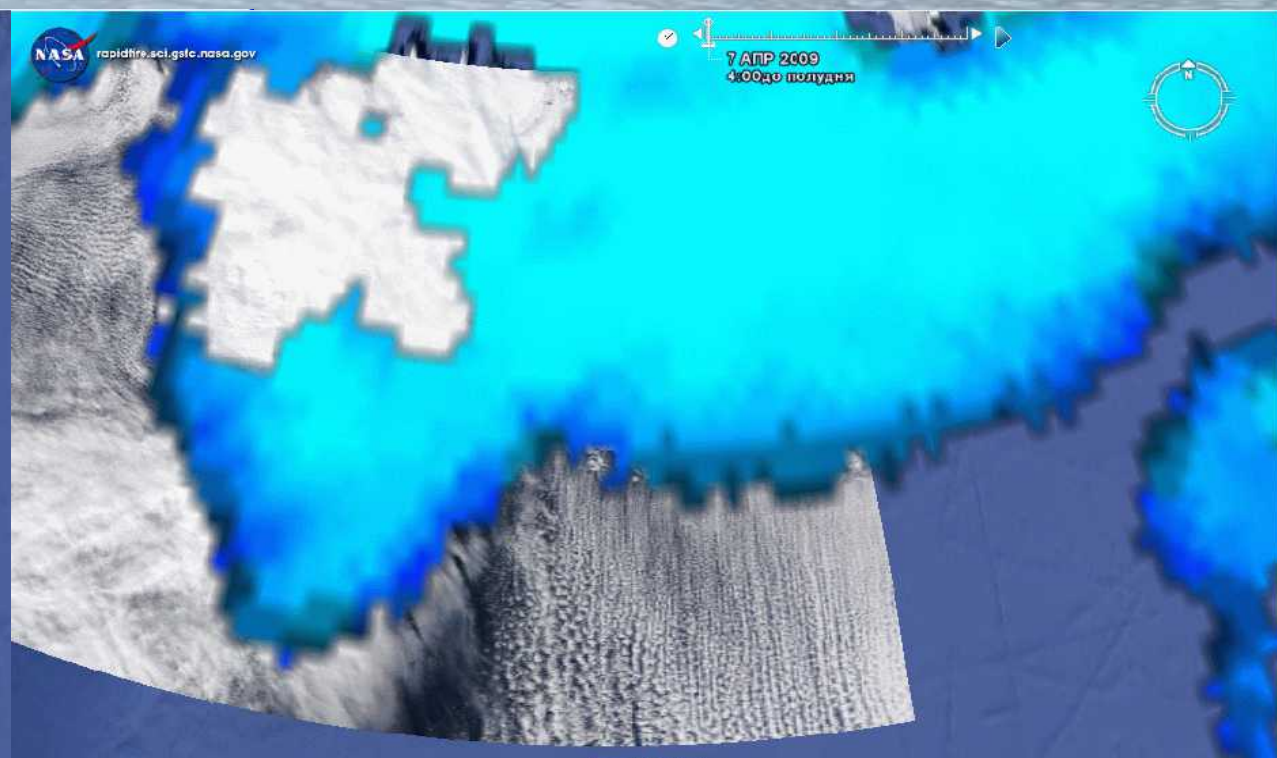
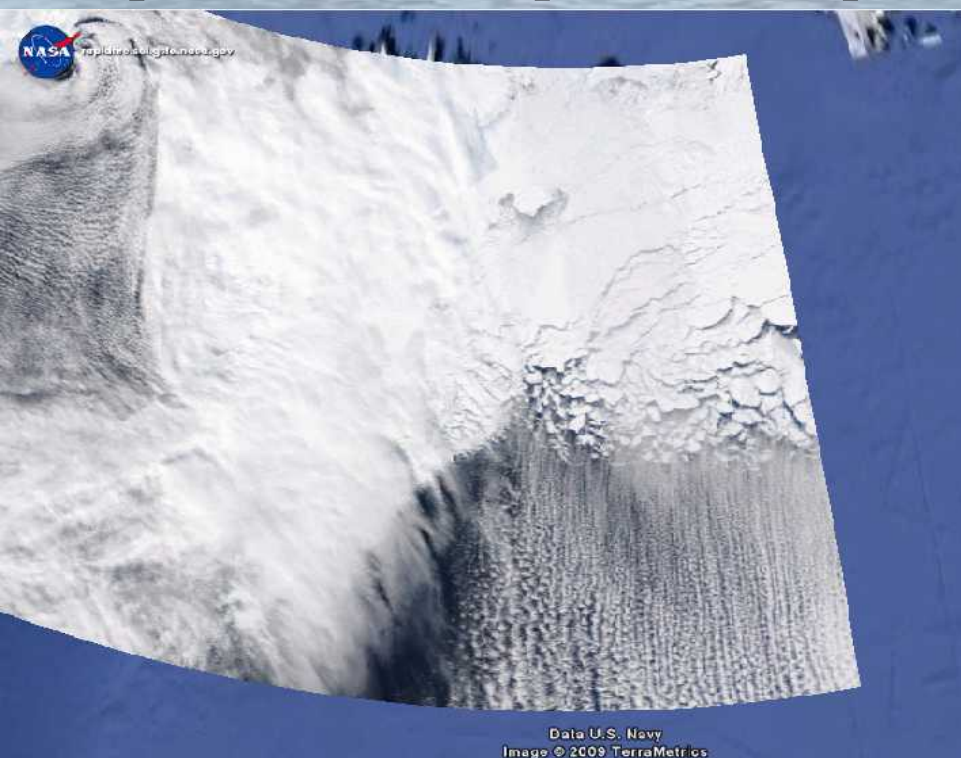
Data U.S. Navy
Image © 2009 TerraMetrics

Координаты 76°58'08.69" N (Часовая зона "Ноябрь", UTC - 1) 38°02'23.41" E Высота 0 м Потоквая передача 100% Высота камеры 1094.8

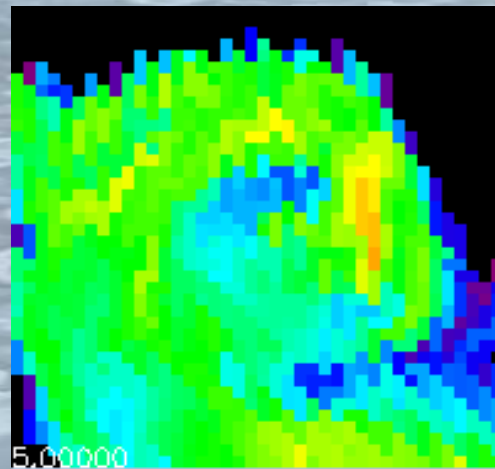
Данные Terra/MODIS

микроволнового радиометра SSM/I

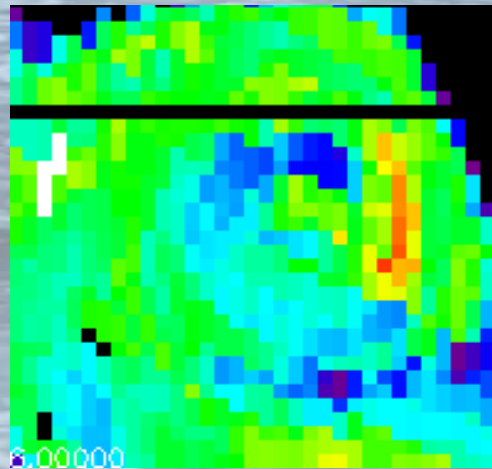
7 апреля 2009 г. Баренцево море



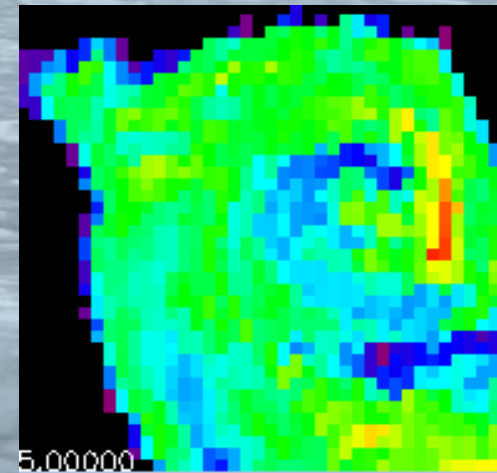
Динамика центра вихря за 3 часа по значениям концентрации хлорофилла “а”



08:20

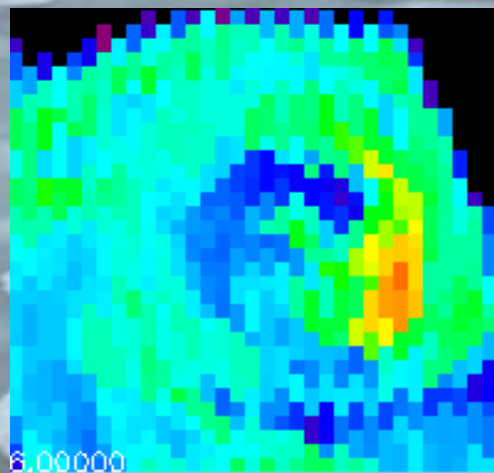


09:40

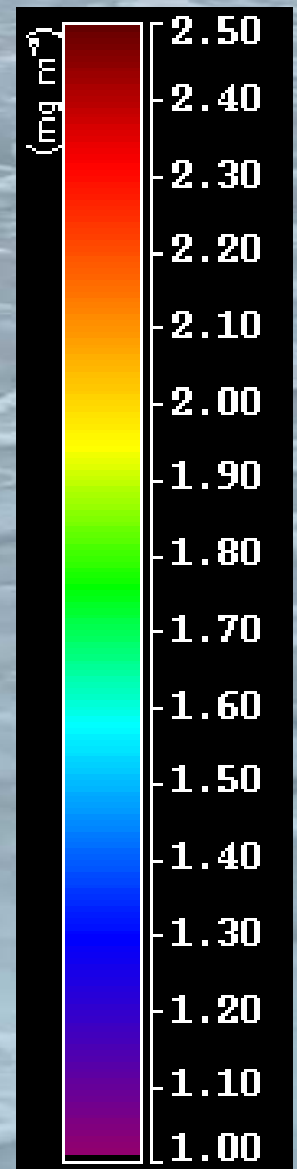
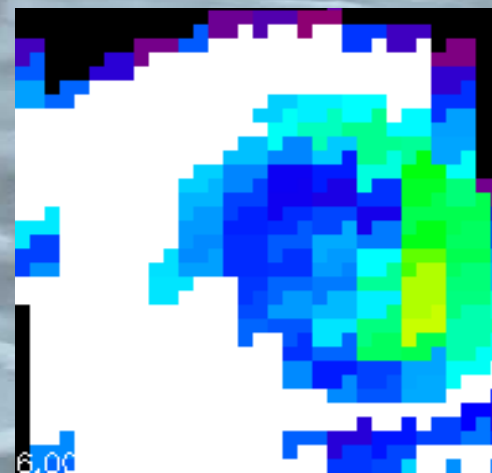


09:55

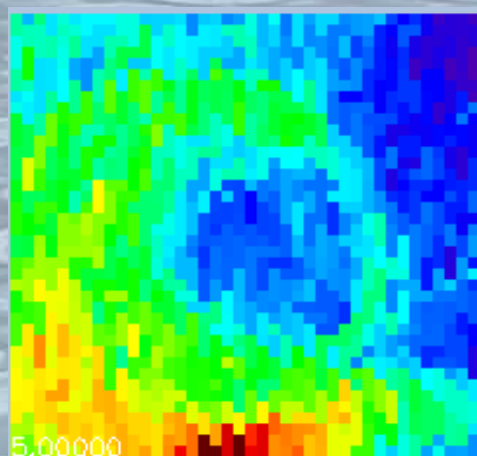
11:20



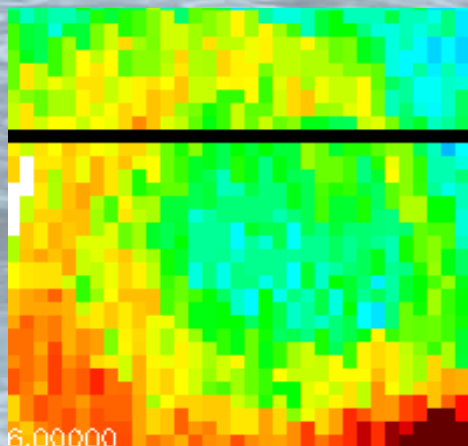
11:35



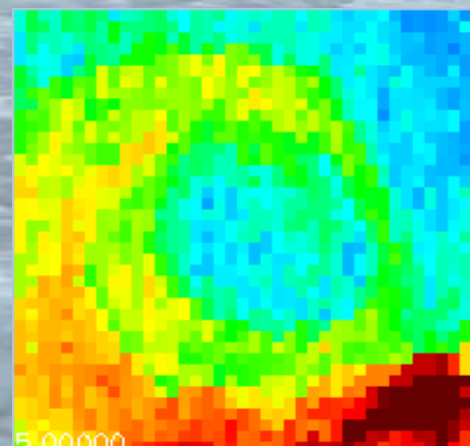
Динамика центра вихря за 3 часа по температуре поверхности



08:20

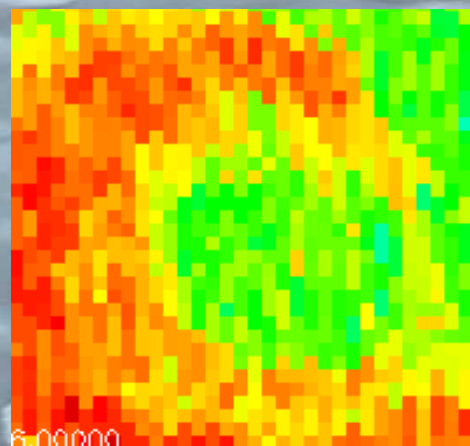


09:40

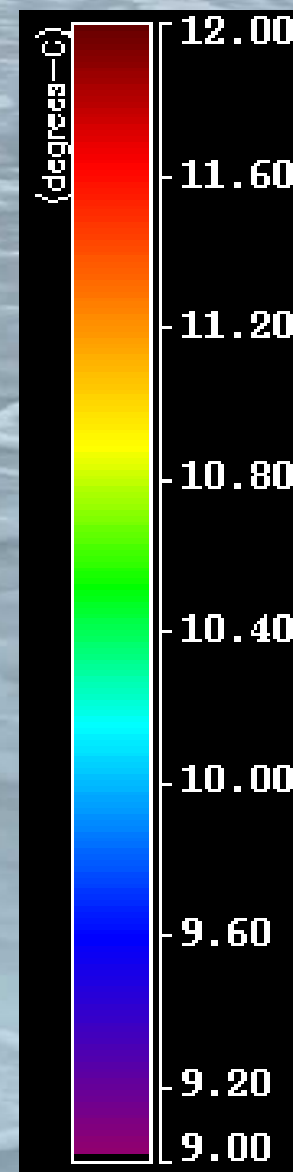
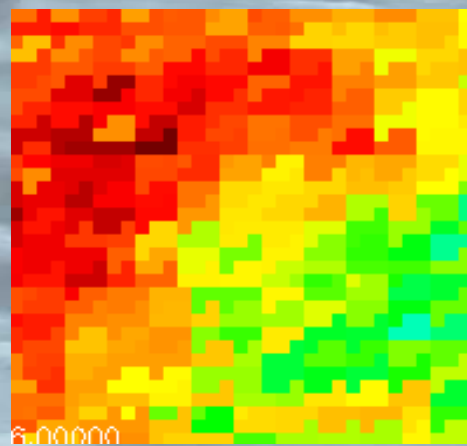


09:55

11:20



11:35



Спутниковое изображение 31 октября 2012 г.



31 октября 2012 г. Марсель



Град в Дахабе (Египет) ноябрь 2012 г.

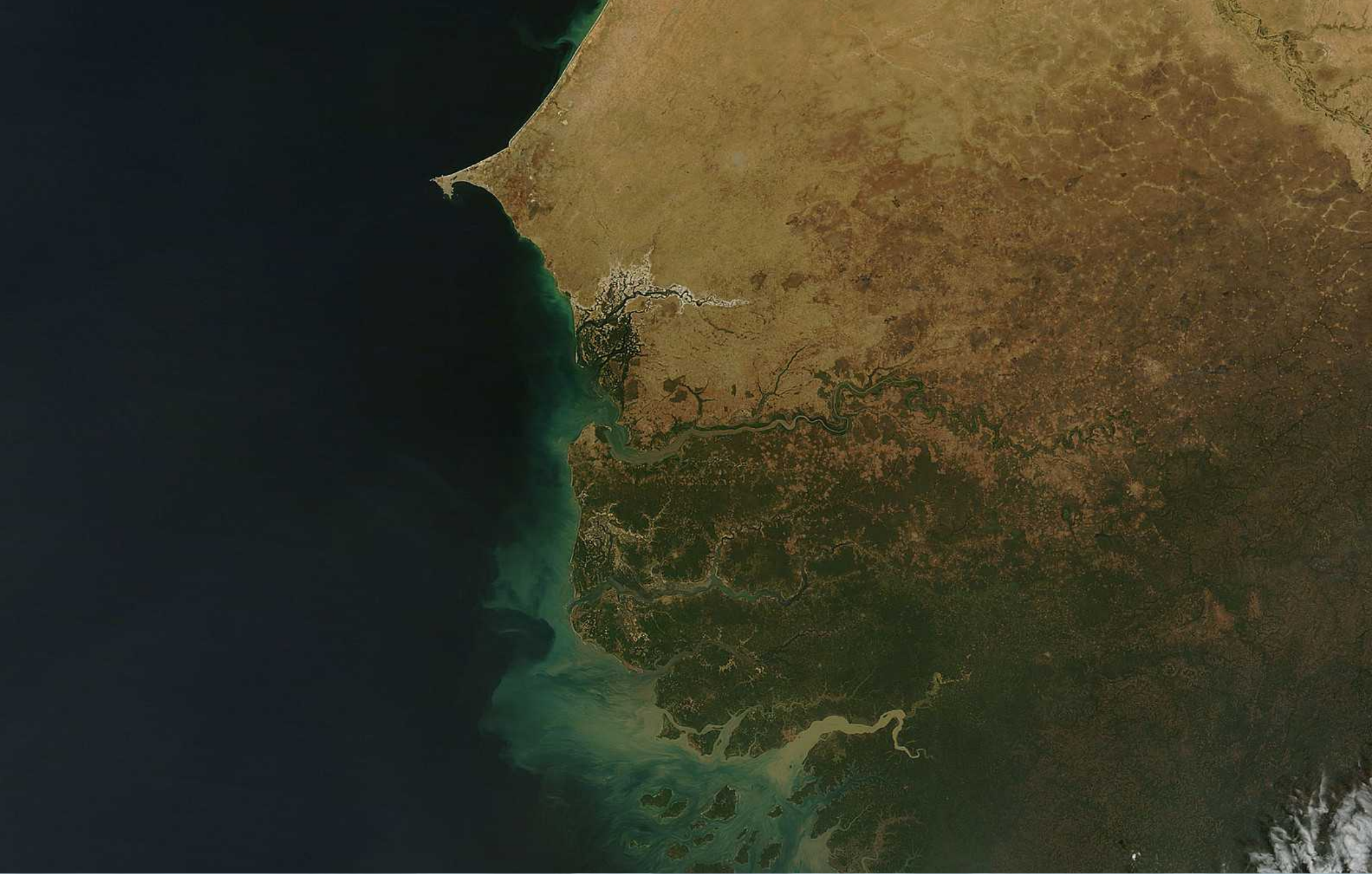


Наводнение в Венеции ноябрь 2012 г.



Международные встречи океанологов ноябрь 2012 г.





Спутниковое изображение 19 декабря 2012 г.