СЕДЬМАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

«Состояние и перспективы развития отечественной гидрометеорологической космической системы»

В.В. Асмус, В.Н. Дядюченко, В.А. Кровотынцев, О.Е. Милехин,

В.И. Соловьев, А.Б. Успенский

ГУ «НИЦ Планета» Росгидромета



Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 г.

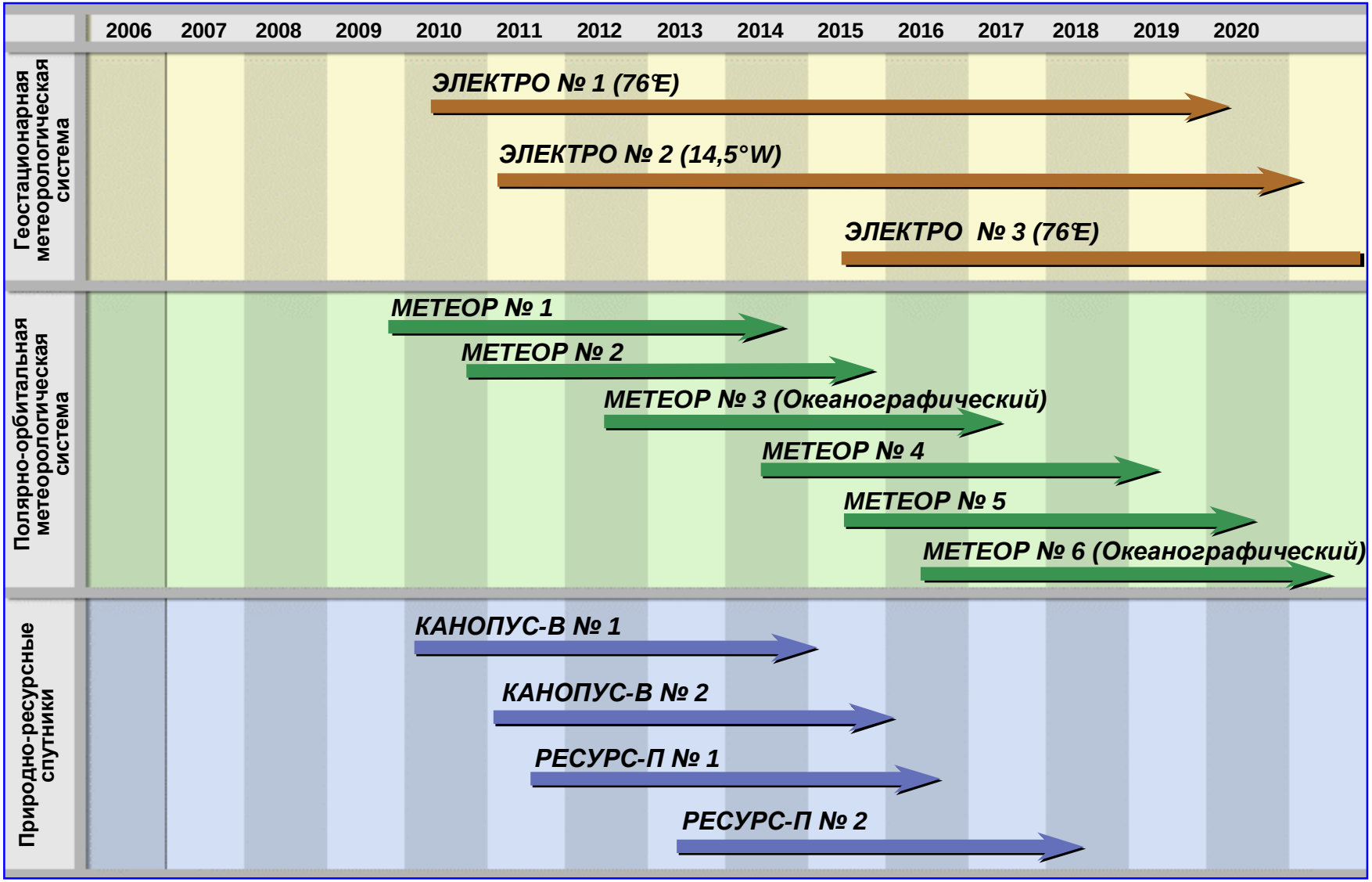
МЕЖДУНАРОДНАЯ ГРУППИРОВКА МЕТЕОСПУТНИКОВ



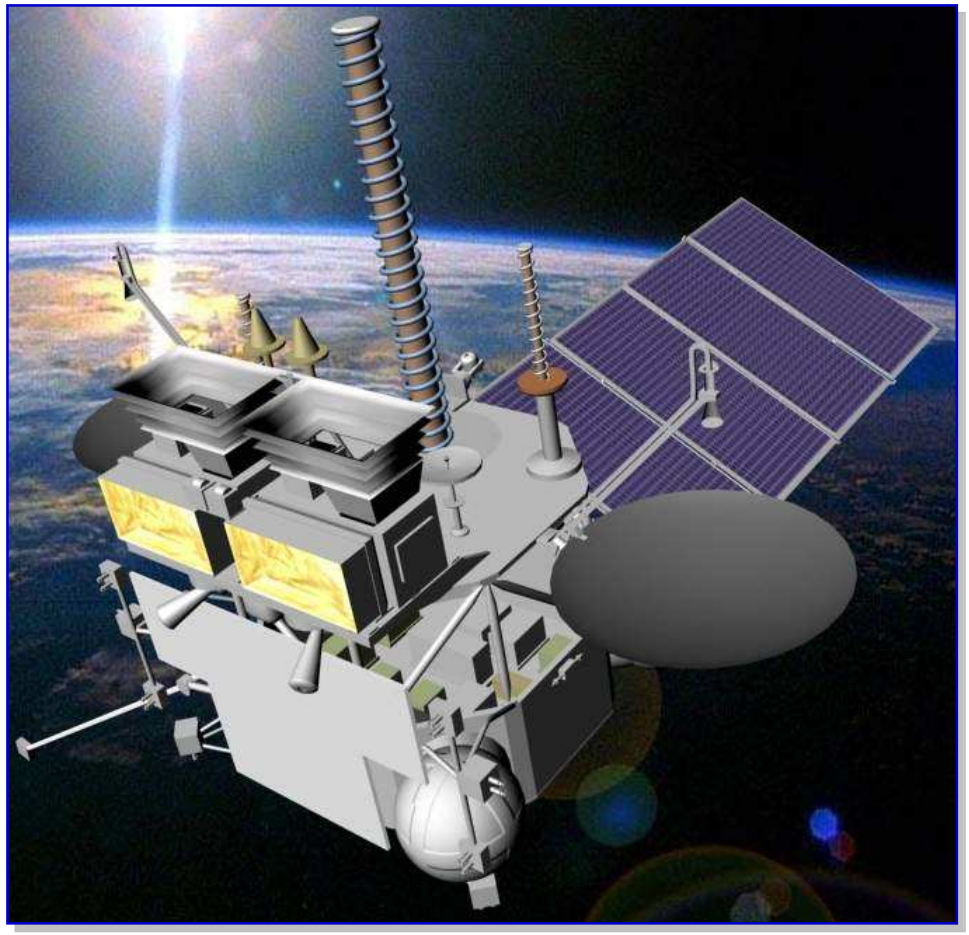
РОССИЙСКАЯ СПУТНИКОВАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА



Перспективные российские спутники наблюдения Земли
(Федеральная космическая программа России на 2006-2015 гг.)



Основные задачи и характеристики геостационарного спутника ЭЛЕКТРО-Л



- Трехосная высокоточная стабилизация
- Масса КА - 1500 кг
- Масса полезной нагрузки - 370 кг
- Срок активного существования – 10 лет
- Точка стояния – 76°в.д.
- Форматы передачи данных –HRIT/LRIT
- Периодичность получения изображений – 30/15 мин

Основные задачи

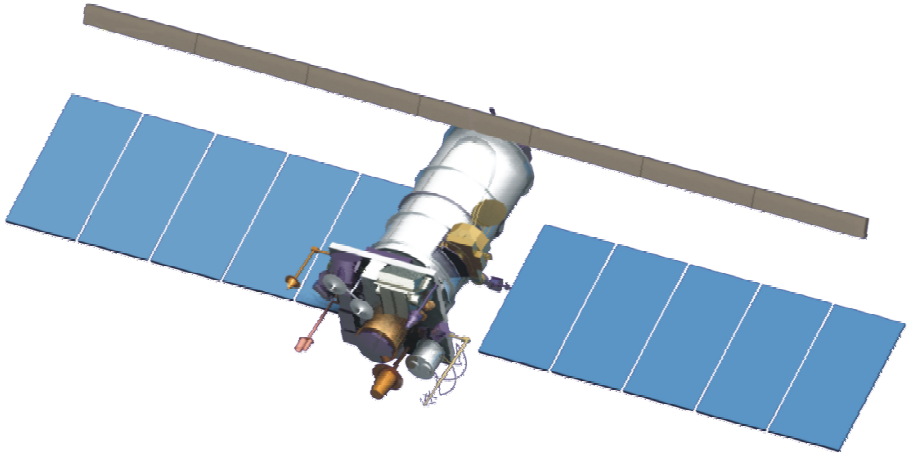
- Оперативные наблюдения состояния атмосферы и поверхности Земли
- Гелиогеофизические измерения
- Сбор данных с наземных платформ и обеспечение системы спасения КОСПАС/САРСАТ

Основные характеристики аппаратуры МСУ-ГС спутника ЭЛЕКТРО-Л

1.	Количество каналов • видимого диапазона • инфракрасного диапазона	10 3 7
2.	Спектральные диапазоны (мкм)	0.5-0.65; 0.65-0.80;0.8-0.9; 3.5-4.0; 5.7-7.0; 7.5-8.5;8.2-9.2; 9.2-10.2; 10.2-11.2; 11.2-12.5
3.	Размер кадра изображения (град. х град.)	20 ± 0.5 x 20 ± 0.5
4.	Пространственное разрешение в надире (км)	1.0 (видимый диапазон) 4.0 (инфракрасный диапазон)
5.	Отношение сигнал/шум для каналов видимого диапазона	≥ 200
6.	NEΔT при 300°K (°K) • в диапазоне 3.5-4.0 мкм • в диапазоне 5.7-7.0 мкм • в диапазоне 7.5-12.5 мкм	 0.8 0.4 0.1-0.2
7.	Мощность (Вт)	≤ 150
8.	Масса (кг)	≤ 88
9.	Срок эксплуатации (лет)	10

Основные характеристики метеорологического спутника МЕТЕОР-М

17 сентября 2009г. с космодрома Байконур произведен запуск первого российского метеоспутника нового поколения «Метеор-М» №1. Запуск осуществлен с помощью ракеты-носителя "Союз-2.1" с разгонным блоком "Фрегат".





КА «Метеор-М» №1

- **Масса КА – 2700 кг**
- **Масса полезной нагрузки – 1200 кг**
- **Срок активного существования – 5 лет**
- **Орбита – солнечно-синхронная**
- **Высота орбиты – 830 км**
- **Форматы передачи данных – HRPT/LRPT**

Характеристики основной аппаратуры спутника МЕТЕОР-М №1, №2

Прибор	Применение	Спектральные диапазоны	Полоса обзора (км)	Разрешение (км)
МСУ-МР многоканальное сканирующее устройство малого разрешения	Глобальное и региональное картирование облачности, ТПО, ТПС…	0,5 – 12,5 мкм (6 каналов)	3000	1 x 1
КМСС комплекс многоканальной спутниковой съемки	Мониторинг земной поверхности	0,4-0,9 мкм (3+3 канала)	450/900	0,05/0,1
МТВЗА-ГЯ модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы (СВЧ-радиометр/сканер)	Профили температуры и влажности атмосферы, параметры приводного ветра	10,6-183,3 ГГц (26 каналов)	2600	12 – 75
ИКФС-2 * инфракрасный Фурье-спектрометр (усовершенствованный ИК-зондировщик)	Профили температуры и влажности атмосферы	5-15 мкм	2000	35
БРЛК «Северянин-М» бортовой радиолокационный комплекс	Ледовый мониторинг	9500-9700 МГц	600	0,4 x 0,5
ГГАК-М гелиогеофизический аппаратурный комплекс	Глобальный мониторинг гелиогеофизических параметров			
БРК ССПД бортовой радиокомплекс системы сбора и передачи данных	Сбор и передача гидрометеорологических данных от автоматических измерительных платформ			

*** - будет установлен на спутнике МЕТЕОР-М №2**

Характеристики основной аппаратуры океанографического спутника МЕТЕОР-М №3

Аппаратура	Спектральный диапазон	Пространственное разрешение	Полоса обзора (км)	Точность измерений
Радиолокатор	X - диапазон	**Обзорная съемка** 50, 200, 500 м **Маршрутная съемка** 5 м **Съемка по районам ЧС** 1, 5 м	130, 600, 750 30 10 и 50	< 1 дБ (УЭПР)
Скаттерометр	C или Ku - диапазон	25×25 км	1800	**скорость ветра**: не хуже 2 м/с, **направление:** 20 град.
Сканер цветности океана	1к 0.402-0.422 мкм 2к 0.433-0.453 мкм 3к 0.480-0.500 мкм 4к 0.510-0.530 мкм 5к 0.555-0.575 мкм 6к 0.660-0.680 мкм 7к 0.740-0.760 мкм 8к 0.845-0.885 мкм	1 км	3000	<0,2%
Сканер береговой зоны	1к 0.410-0.420 мкм 2к 0.485-0.495 мкм 3к 0.550-0.565 мкм 4к 0.772-0.786 мкм	80 м	800	< 0,1%
Аппаратура радиопросвечивания атмосферы	1160 – 1600 МГц (до 16 каналов)	Вертикальное разрешение 150 м Горизонтальное разрешение 300 км		температура: 1°К
Бортовая информационная система СМ-диапазона	8,025 – 8,4 ГГц (2 канала)	Информационная скорость 15,36 – 122,88 Мбит/с		
Бортовая информационная система ММ-диапазона	25, 5 – 27 ГГц	Информационная скорость 600 – 1200 Мбит/с		

Федеральная служба
по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды

Федеральное космическое
агентство

Высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика»

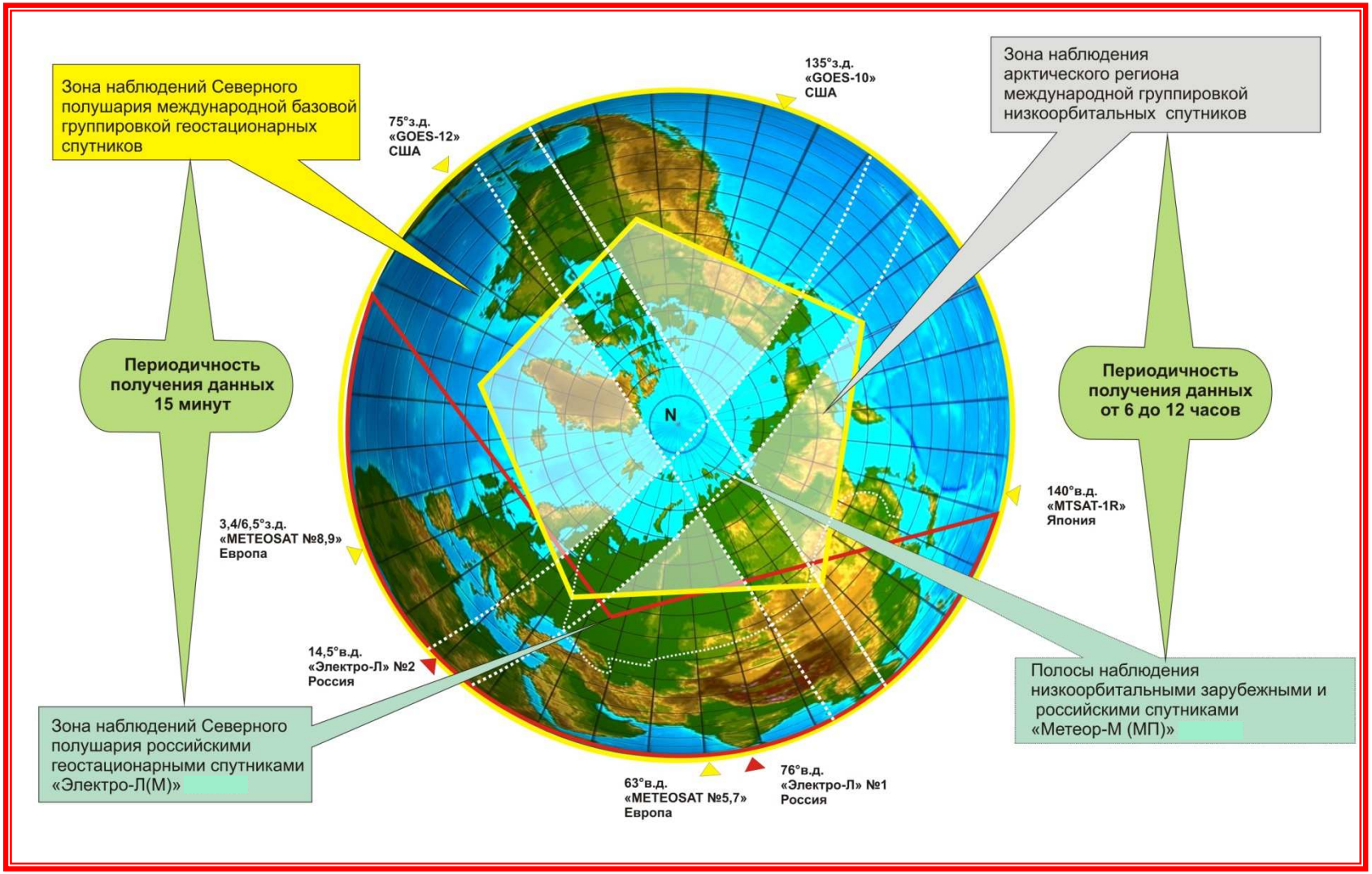


ГУ «Научно-исследовательский
центр космической
гидрометеорологии
«Планета»

Научно-производственное
объединение
им. С.А. Лавочкина

Возможности наблюдения Земли метеоспутниками, создаваемыми в рамках ФКП

на период 2005-2015 гг.



Многоцелевая гидрометеорологическая космическая система «Арктика»

Назначение:

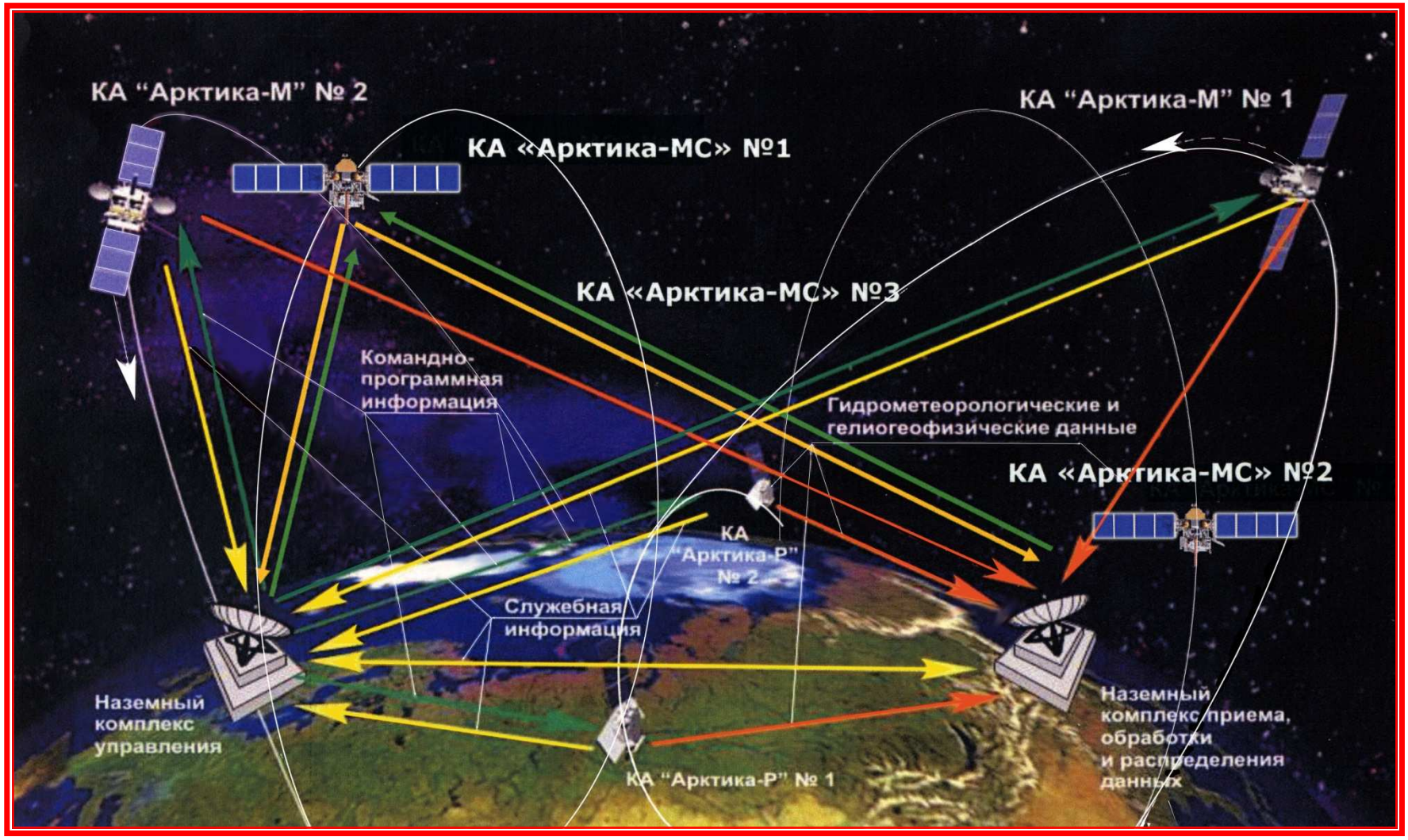
- **Мониторинг состояния атмосферы и поверхности Земли в арктическом регионе (недоступном для наблюдения с геостационарных орбит) на основе получения многоспектральных изображений с периодичностью 15–30 мин**

- **Получение гелиогеофизических данных в полярных областях Земли**

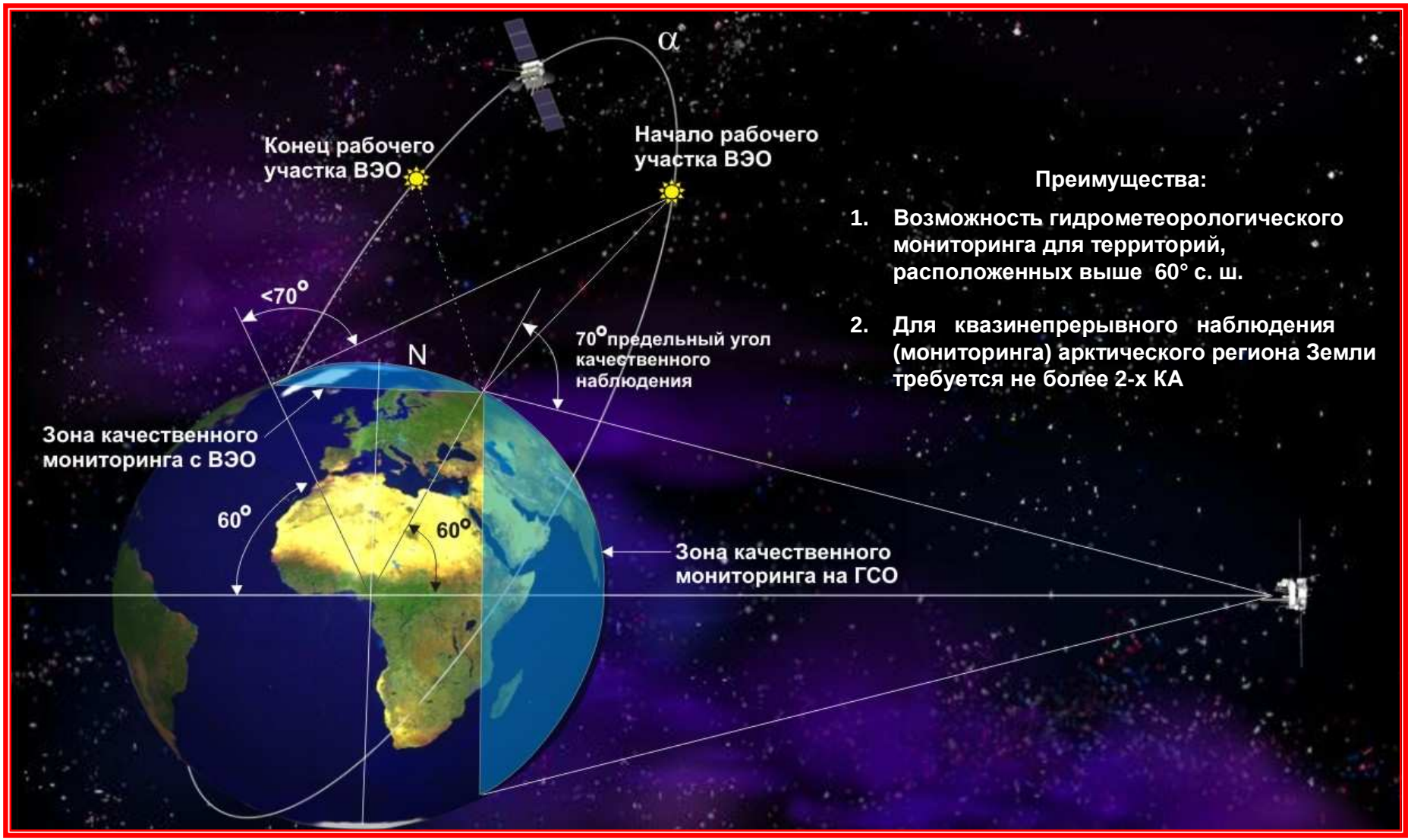
- **Выполнение телекоммуникационных функций по сбору, обмену и ретрансляции гидрометеорологических данных**

- **Ретрансляция сигналов от аварийных радиобуев системы КОСПАС- САРСАТ**

Структурная схема космической системы «Арктика»



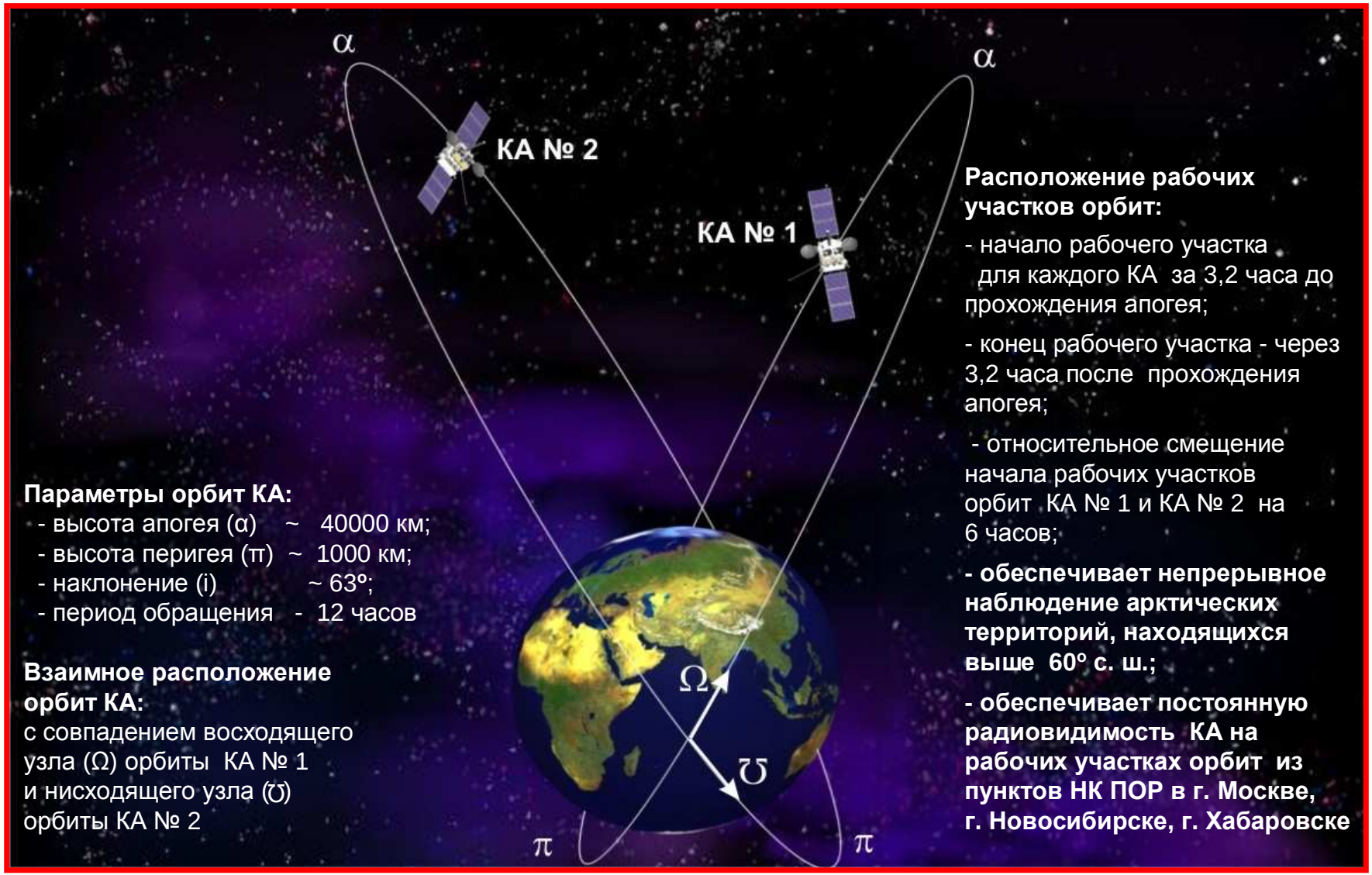
Преимущества высокоэллиптических орбит (ВЭО) при наблюдении арктического региона



Преимущества:

1. **Возможность гидрометеорологического мониторинга для территорий, расположенных выше 60° с. ш.**
2. **Для квазинепрерывного наблюдения (мониторинга) арктического региона Земли требуется не более 2-х КА**

Баллистическое построение космической системы



Параметры орбит КА:
- высота апогея (α) ~ 40000 км;
- высота перигея (π) ~ 1000 км;
- наклонение (i) ~ 63º;
- период обращения - 12 часов

Взаимное расположение орбит КА:
с совпадением восходящего узла (Ω) орбиты КА № 1 и нисходящего узла (℧) орбиты КА № 2

Расположение рабочих участков орбит:

- начало рабочего участка для каждого КА за 3,2 часа до прохождения апогея;
- конец рабочего участка - через 3,2 часа после прохождения апогея;
- относительное смещение начала рабочих участков орбит КА № 1 и КА № 2 на 6 часов;

- обеспечивает непрерывное наблюдение арктических территорий, находящихся выше 60º с. ш.;

- обеспечивает постоянную радиовидимость КА на рабочих участках орбит из пунктов НК ПОР в г. Москве, г. Новосибирске, г. Хабаровске

Наземный сегмент космической подсистемы наблюдения Росгидромета

3 главных центра:

Европа
(ГУ «НИЦ «Планета» Москва-Обнинск-Долгопрудный)

Сибирь
(ЗС РЦПОД г.Новосибирск)

Дальний Восток

(ДВ РЦПОД г.Хабаровск)



Ежедневно ГУ «НИЦ «Планета»:

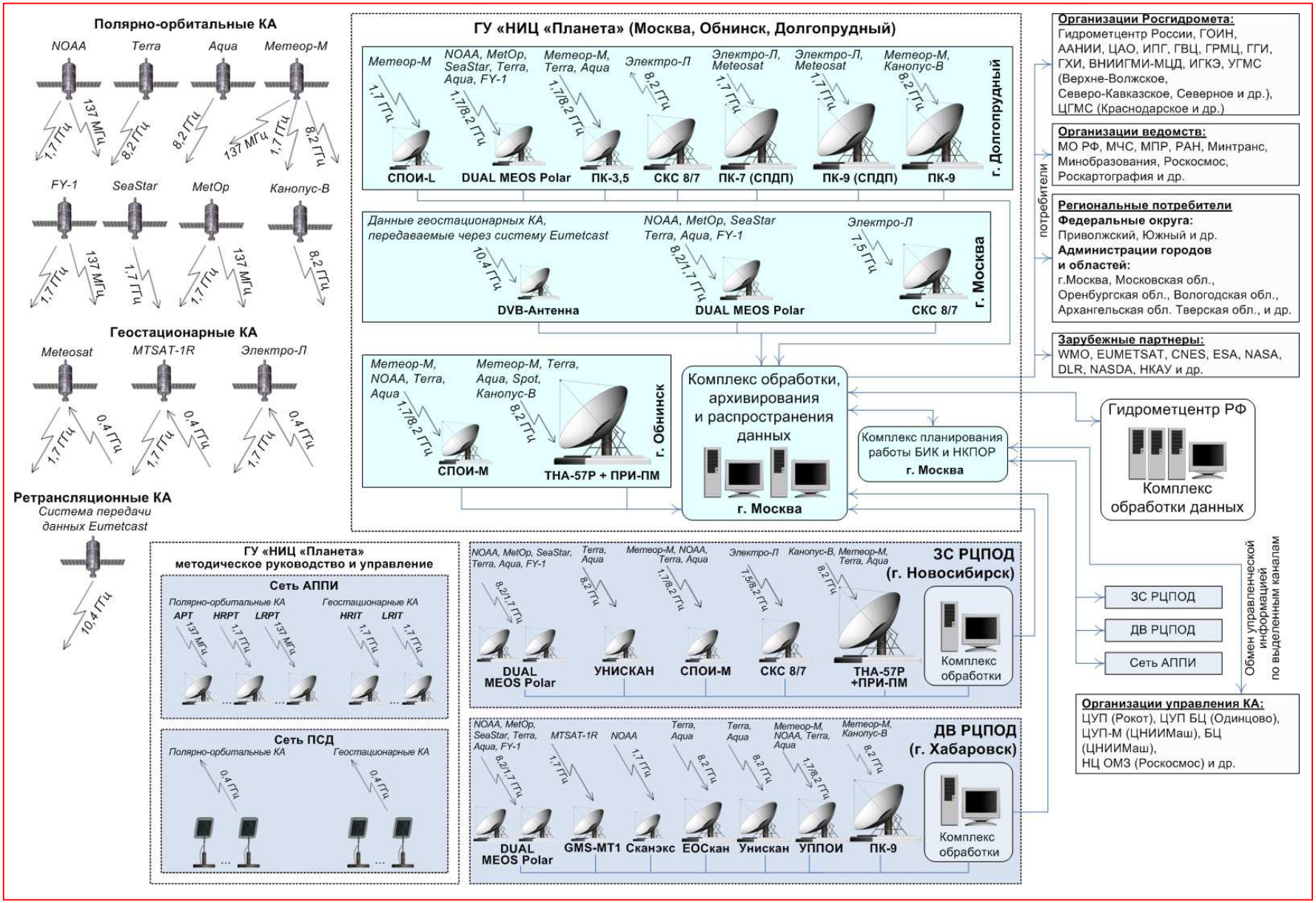
- принимает более 50 Гбайт спутниковых данных;

- производит более 100 видов информационной продукции;

- обеспечивает более 400 потребителей федерального и регионального уровня

- **68 территориальных центров**

Наземный комплекс приема, обработки и распространения спутниковых данных Росгидромета



НКПОР Росгидромета КА «Электро-Л» №1

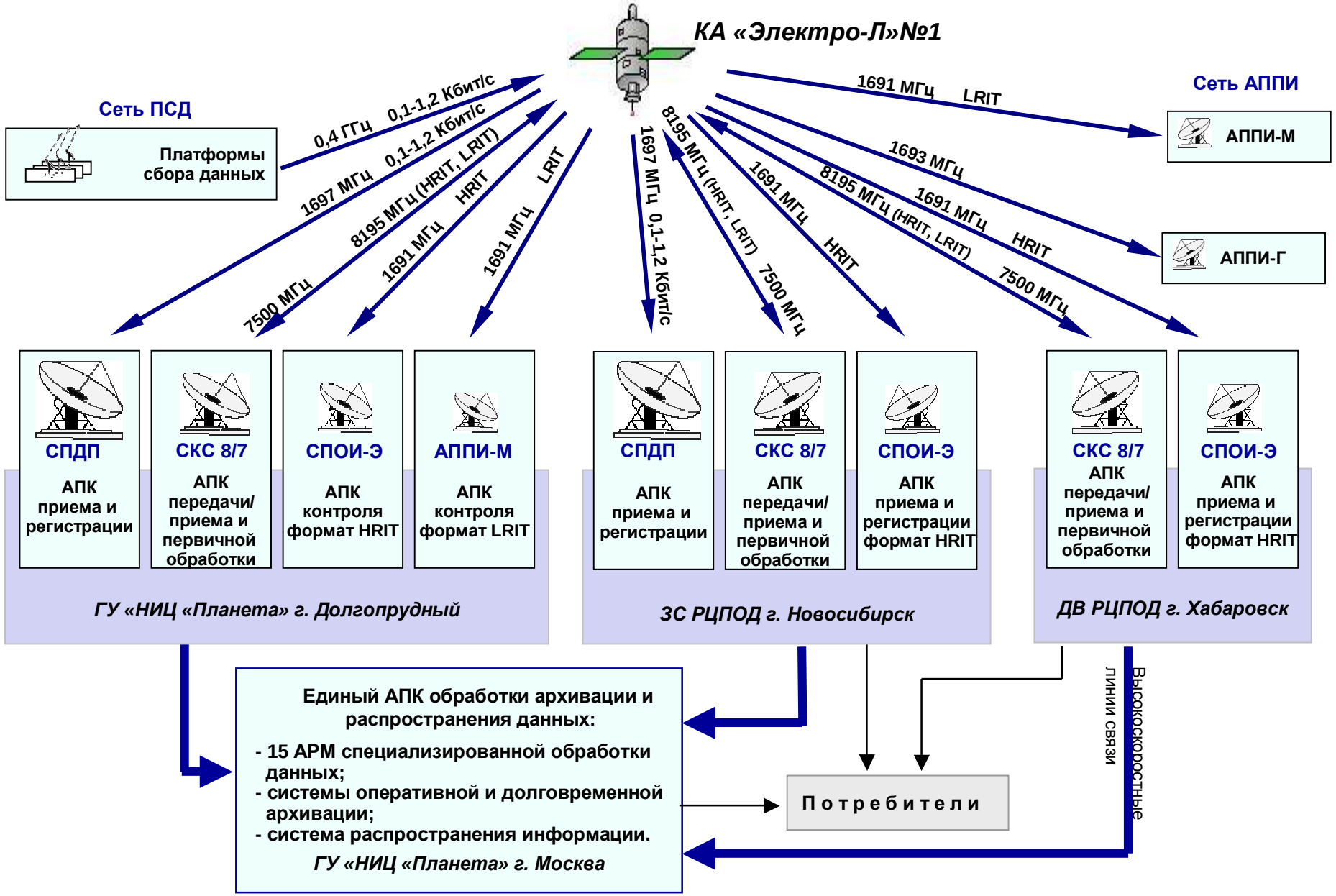
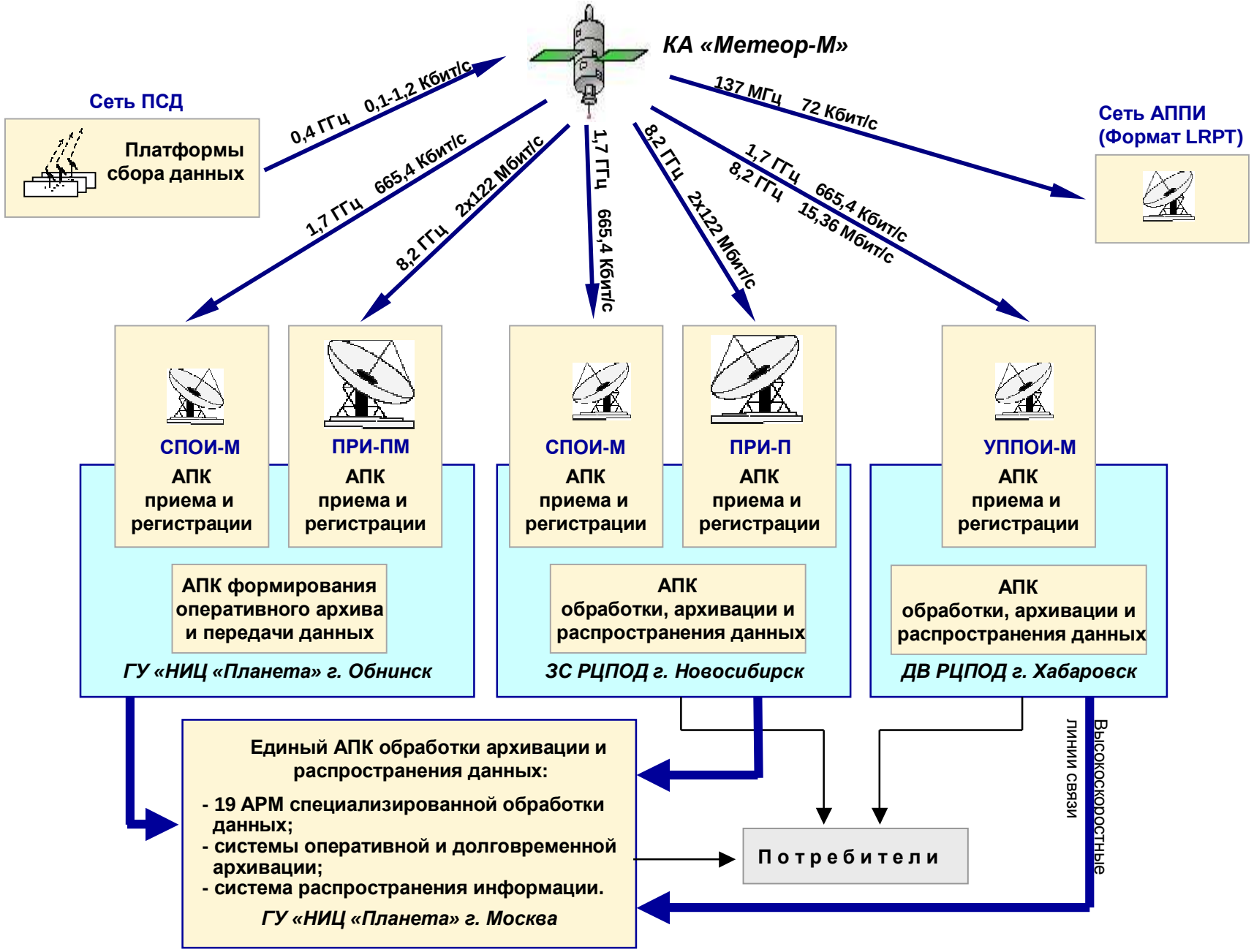


Схема НКПОР КА «Метеор-М» №1 Росгидромета



ЛЕТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КА «МЕТЕОР-М» №1

Первый полярно-орбитальный метеоспутник нового поколения "Метеор-М" №1

(запуск 17 сентября 2009 года в 19:5



КА «Метеор-М» №1

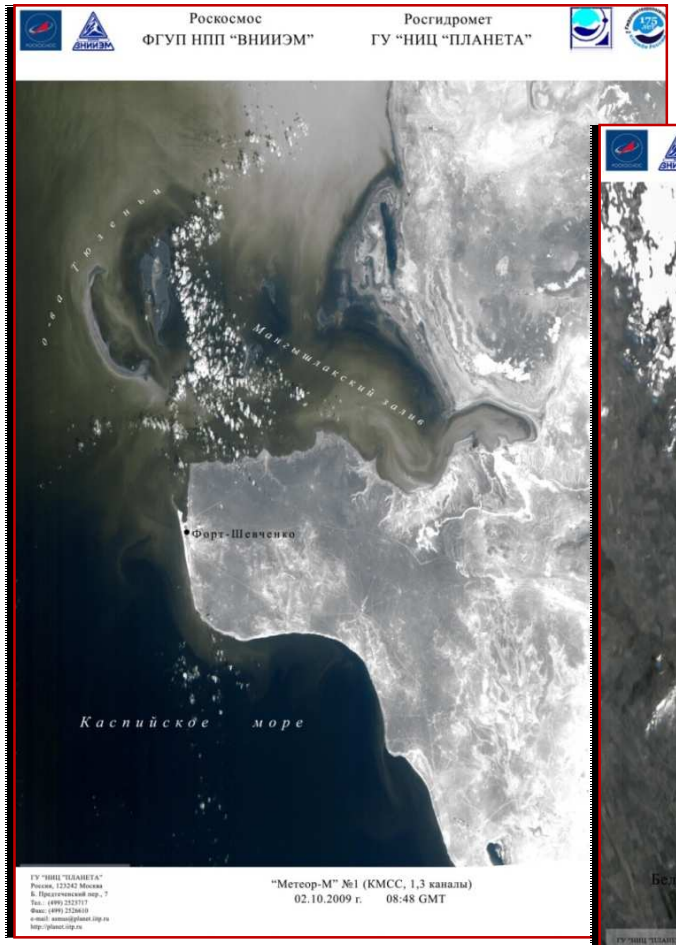
Основные характеристики КА "Метеор-М" №1:	
Масса спутника	**~2700 кг**
Масса полезной нагрузки	**~1200 кг**
Гарантированный полетный ресурс (ГПР)	**5 лет**
Форматы передачи данных	**HRPT, LRPT**
Параметры орбиты:	
Тип орбиты	**Солнечно-синхронная**
Высота орбиты	**830 км**
Время пересечения экватора (нисходящий виток)	**9ч 30мин**

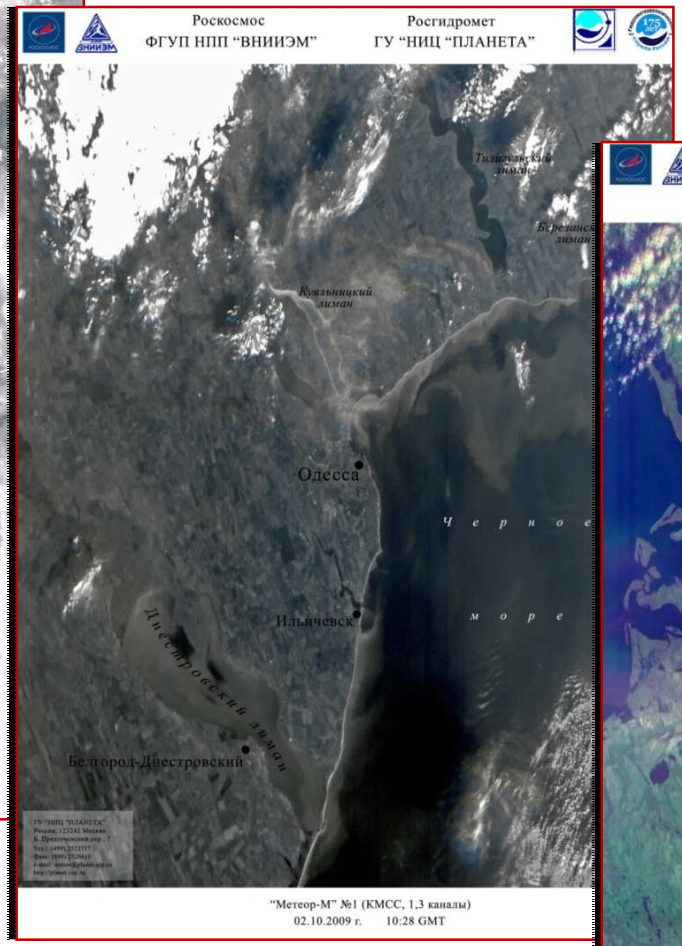


Первое изображение с ИСЗ «Метеор-М» №1 по данным комплекса многозональной спутниковой съемки, разрешение 100 м, 01.10.2009 09:09 МСК

ОБРАБОТКА ДАННЫХ КМСС КА «МЕТЕОР-М» №1

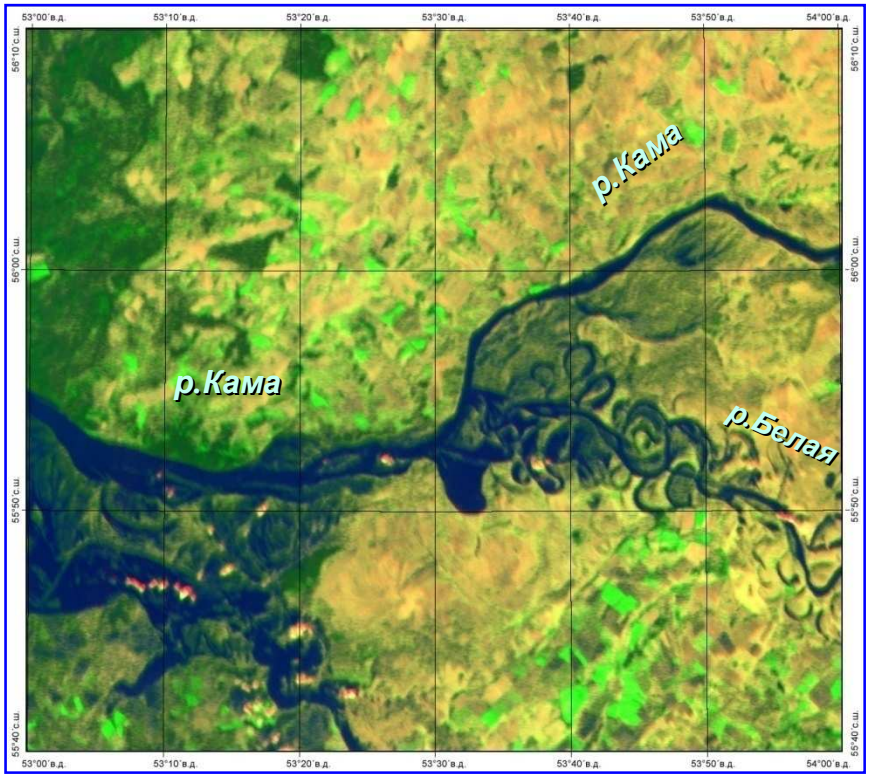
Изображения, полученные с помощью комплекса многозональной спутниковой съемки (КМСС)







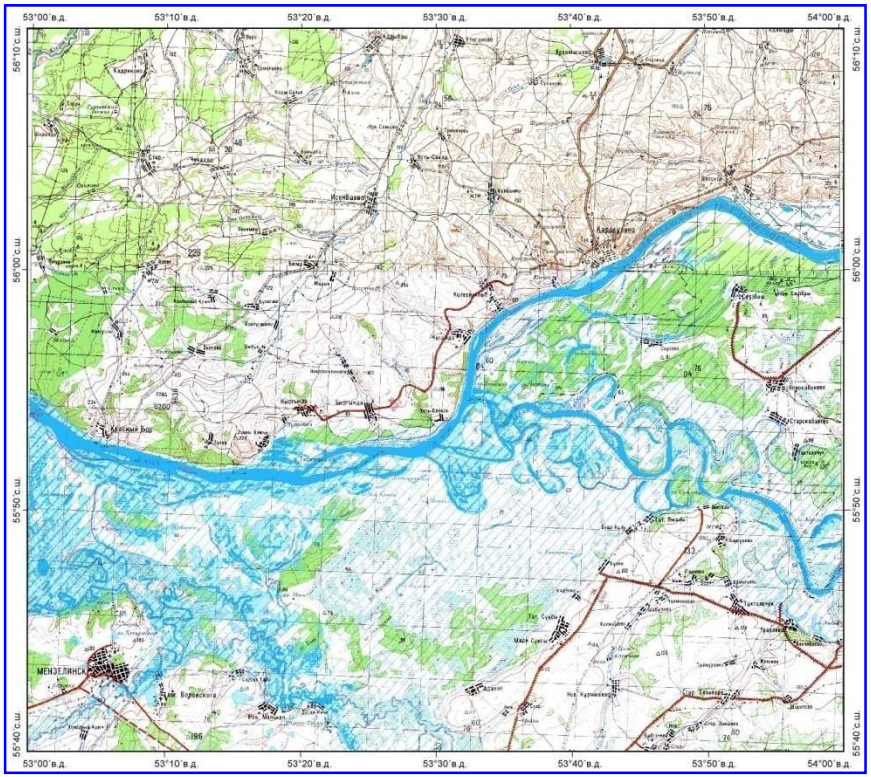
Картирование наводнений: затопление участков пойм рек Кама и Белая



Цветосинтезированное изображение участков пойм рек Кама и Белая

ИСЗ «Метеор-М» №1, КМСС, разрешение 100 м, 26.10.2009 08:50 МСК

Спектральные каналы:
R: 1,63–1,80 мкм; G: 0,71–0,98 мкм; B: 0,51–0,67 мкм



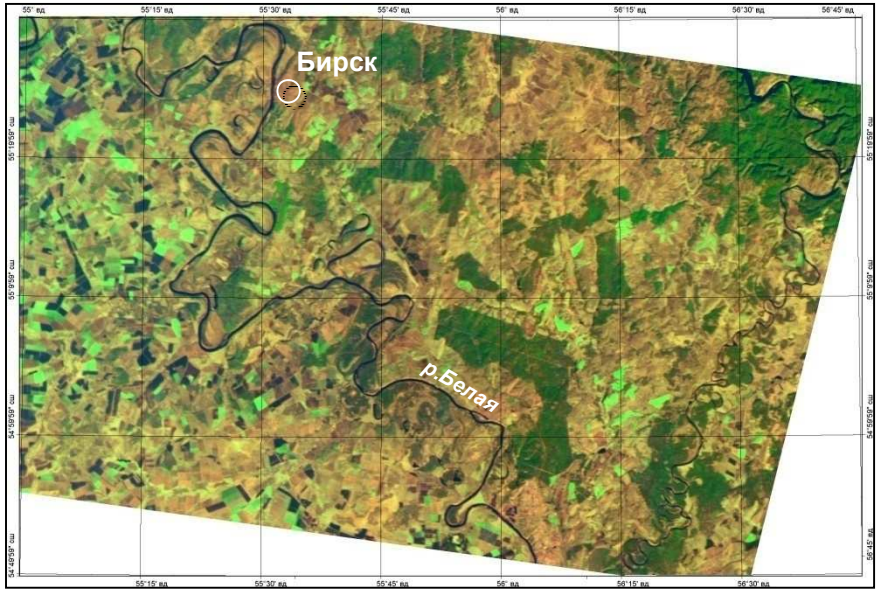
Совмещение затопленных площадей пойм рек, выделенных на спутниковом изображении, с топографической картой масштаба 1:200 000

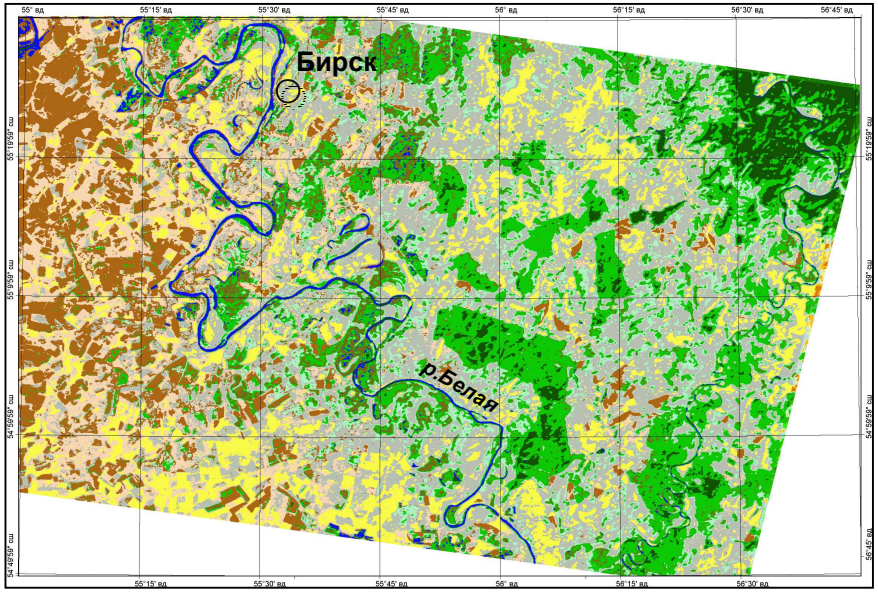
- реки Кама и Белая на топографической карте

- затопленные участки пойм рек Кама и Белая, выделенные по спутниковому изображению

Состояние растительного покрова: республика Башкортостан

(автоматизированная классификация данных КМСС)





ИСЗ «Метеор-М» №1, КМСС, разрешение 100 м, 26.10.2009 08:50 МСК

спектральные каналы: R: 1,63–1,80 мкм; G: 0,71–0,98 мкм; B: 0,51–0,67 мкм

Цветосинтезированное изображение части территории южного Предуралья (республика Башкортастан)

Тематическая карта, полученная с помощью метода распознавания без обучения

- леса смешанные
- леса лиственные, редколесье
- разнотравная луговая растительность в долинах рек, оврагах и балках
- заболоченные участки под лесом
- сельско-хозяйственные угодья
- водные объекты

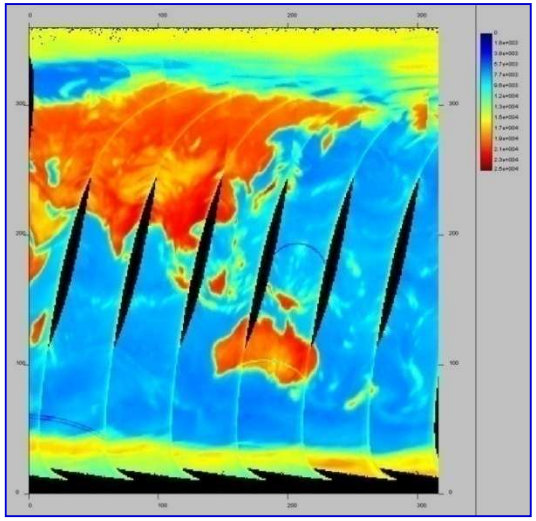
Растительный покров степной зоны с различным проективным покрытием:

- слабое
- умеренное
- хорошее

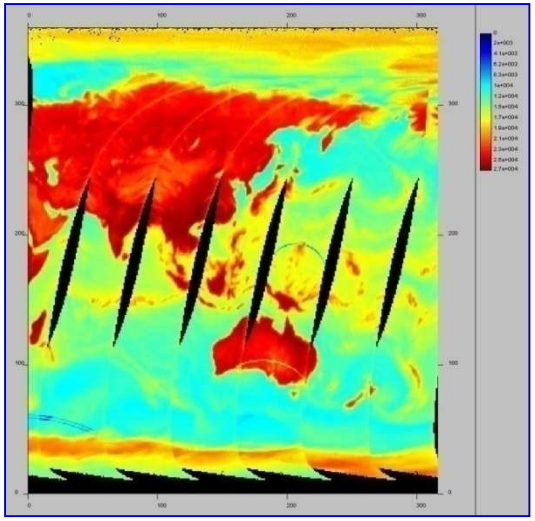
ДАННЫЕ МТВЗА-ГЯ КА «МЕТЕОР-М» №1

Глобальные данные, полученные с КА «Метеор-М» №1 с помощью микроволнового прибора температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА)

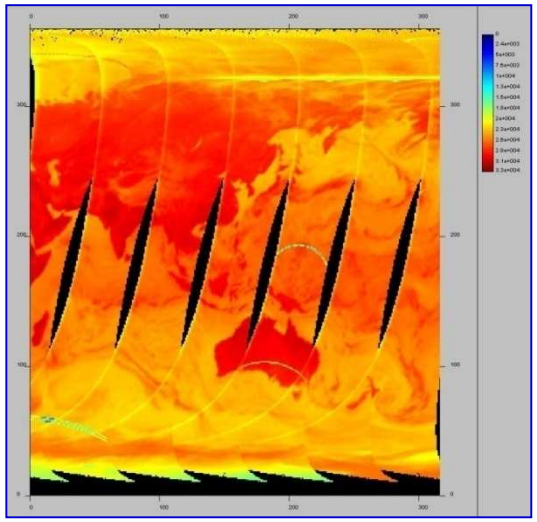
ГУ «НИЦ «Планета»



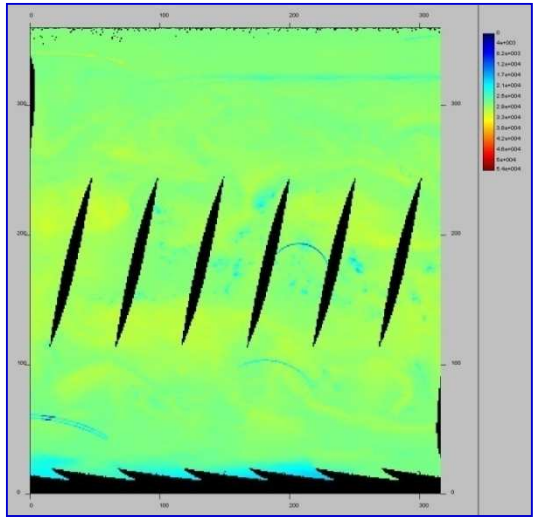
10,6 ГГц – Данные о температуре поверхности океана



18,7 ГГц – Данные о водосодержании атмосферы над водной поверхностью и модуле приводного ветра



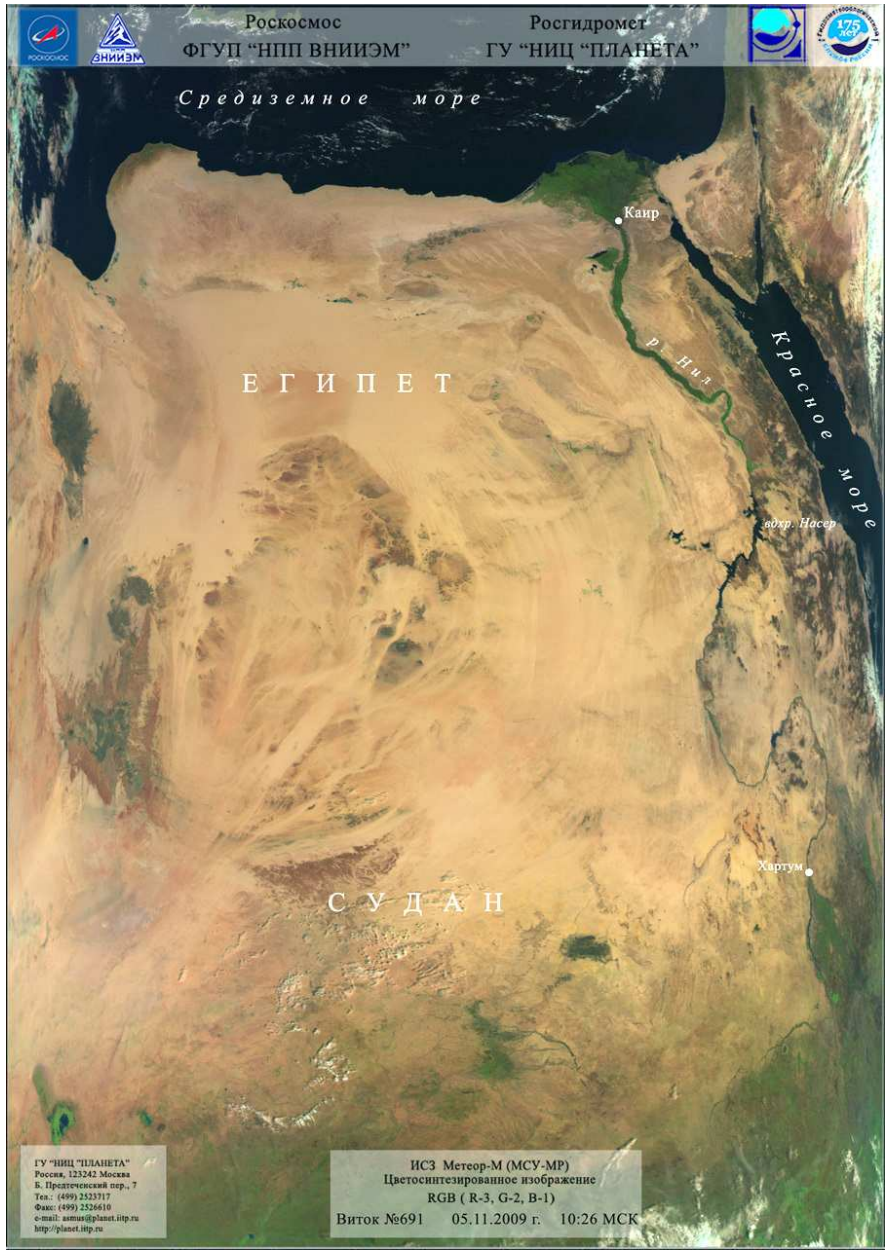
36,7 ГГц – Данные об интегральном содержании водяного пара над водной поверхностью и модуле приводного ветра



183 ГГц – Данные о влагосодержании в тропосфере

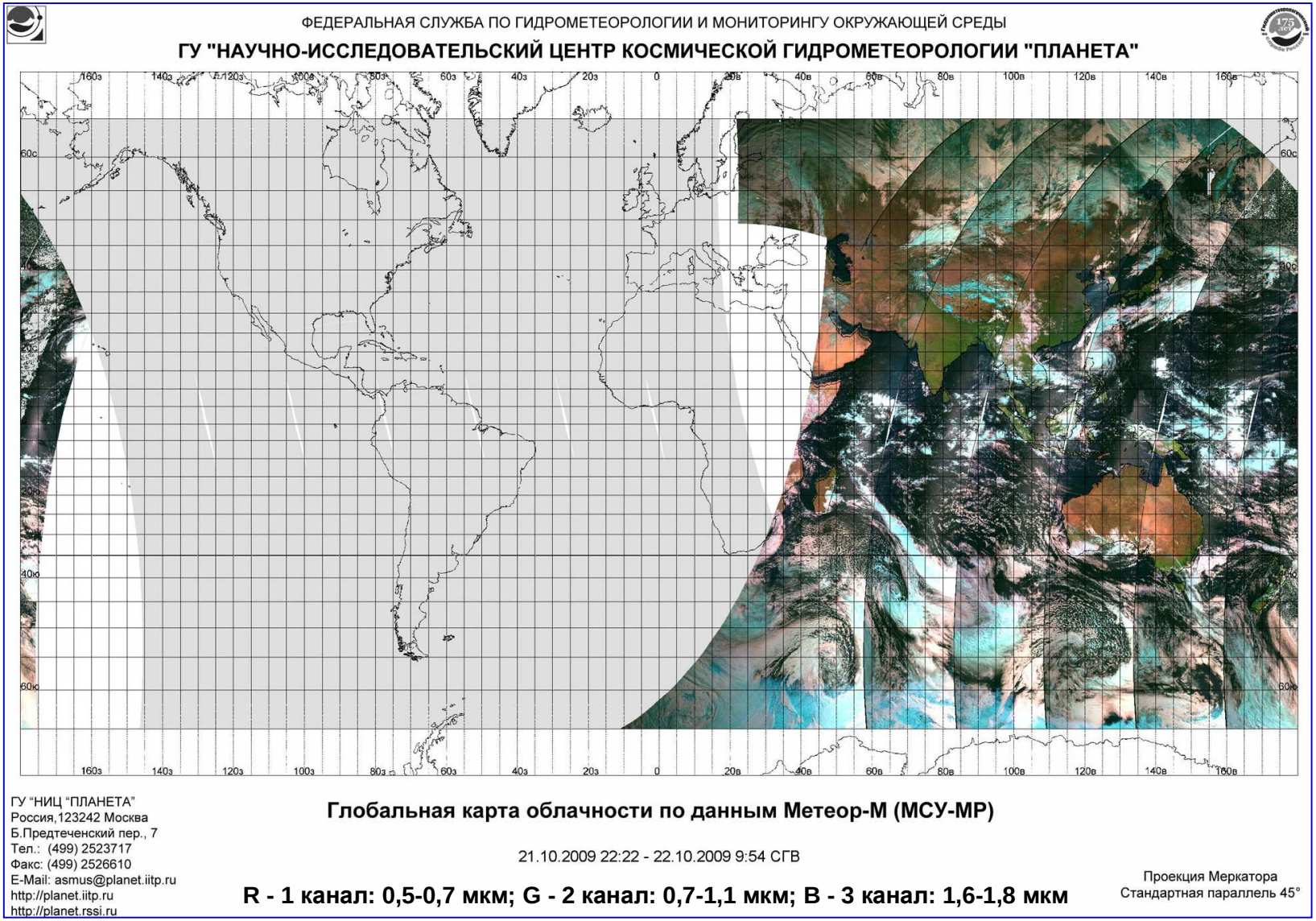
ОБРАБОТКА ДАННЫХ МСУ-МР КА «МЕТЕОР-М» №1

Изображение, полученное с помощью многозонального сканирующего устройства малого разрешения (МСУ-МР)



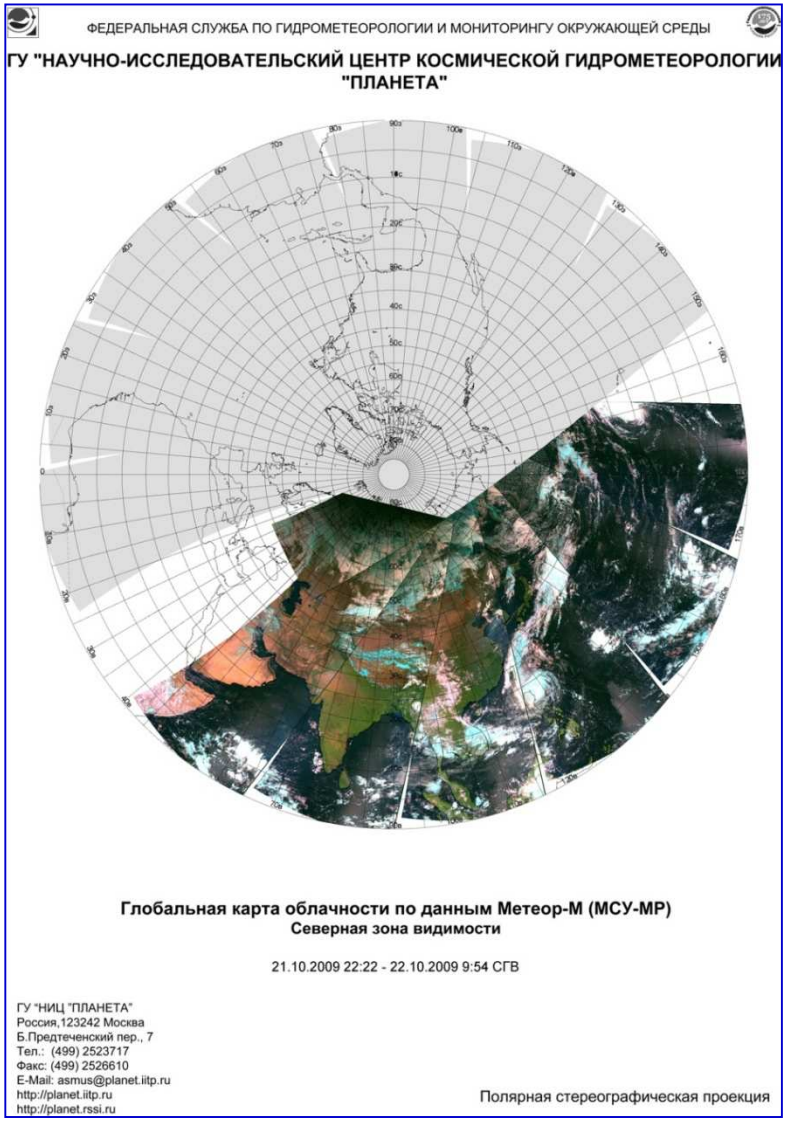
Глобальные наблюдения Земли

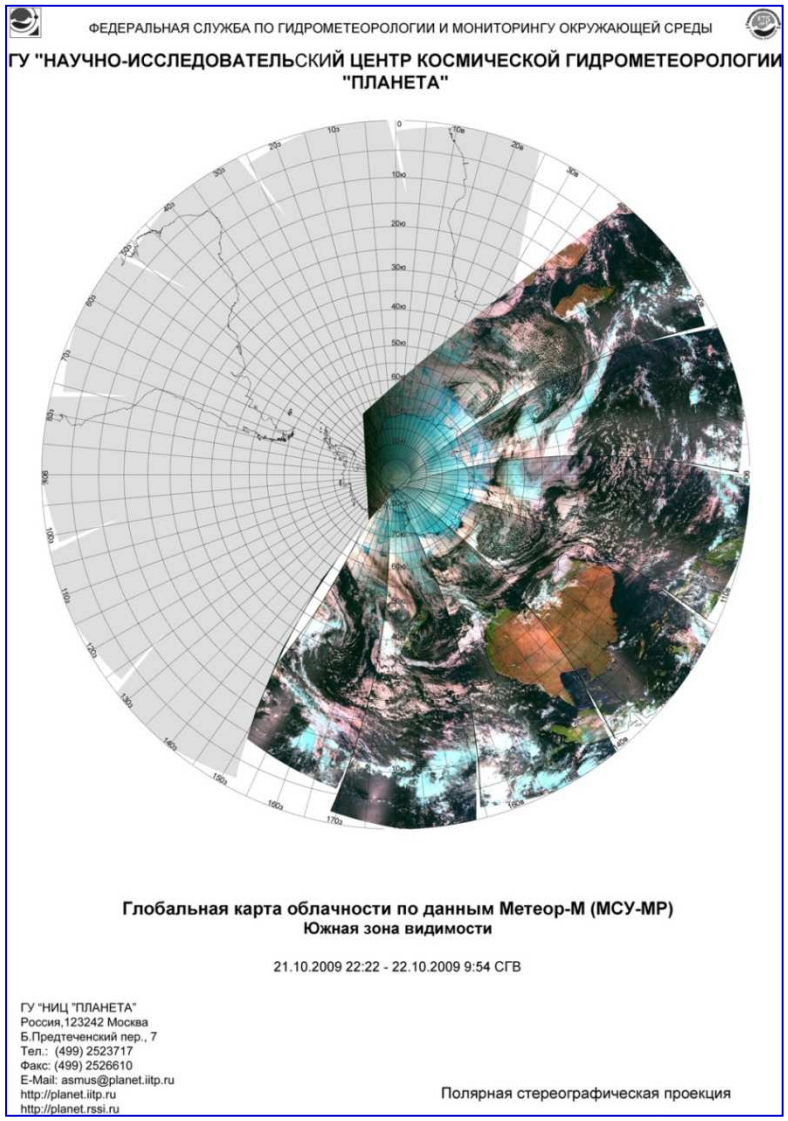
(МСУ-МР, 1-3 каналы)



Глобальные наблюдения Земли (Северная и Южная зоны видимости)

МСУ-МР, 1-3 каналы

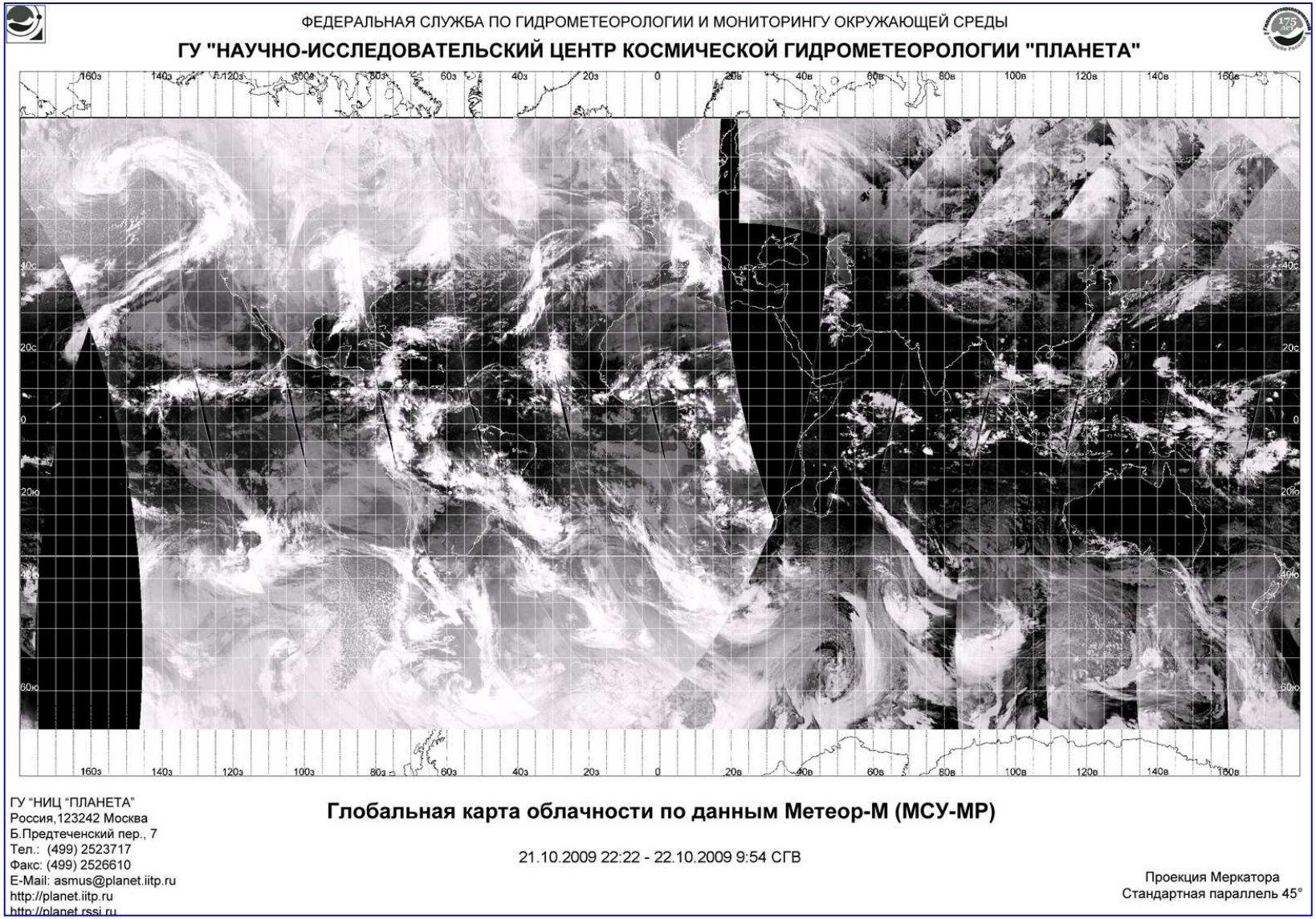




R - 1 канал: 0,5-0,7 мкм; G - 2 канал: 0,7-1,1 мкм; B - 3 канал: 1,6-1,8 мкм

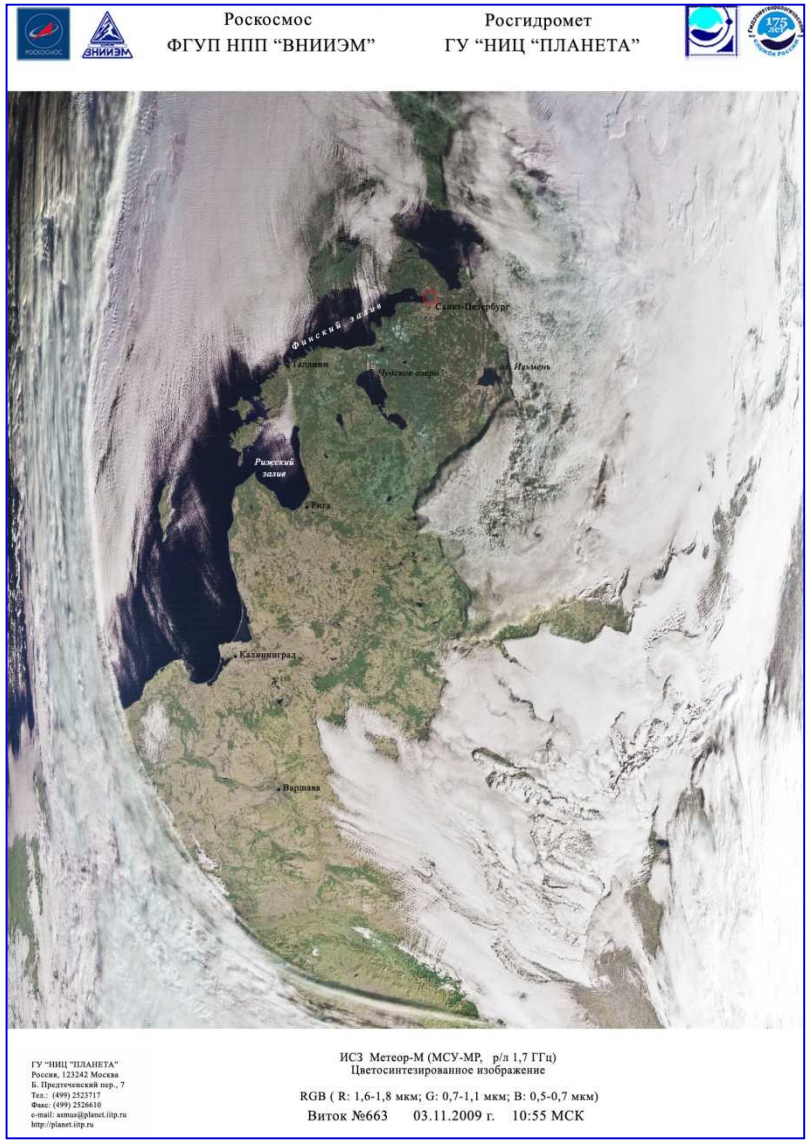
Глобальные наблюдения Земли

(МСУ-МР, 4 канал: 3,5 – 4,1мкм)

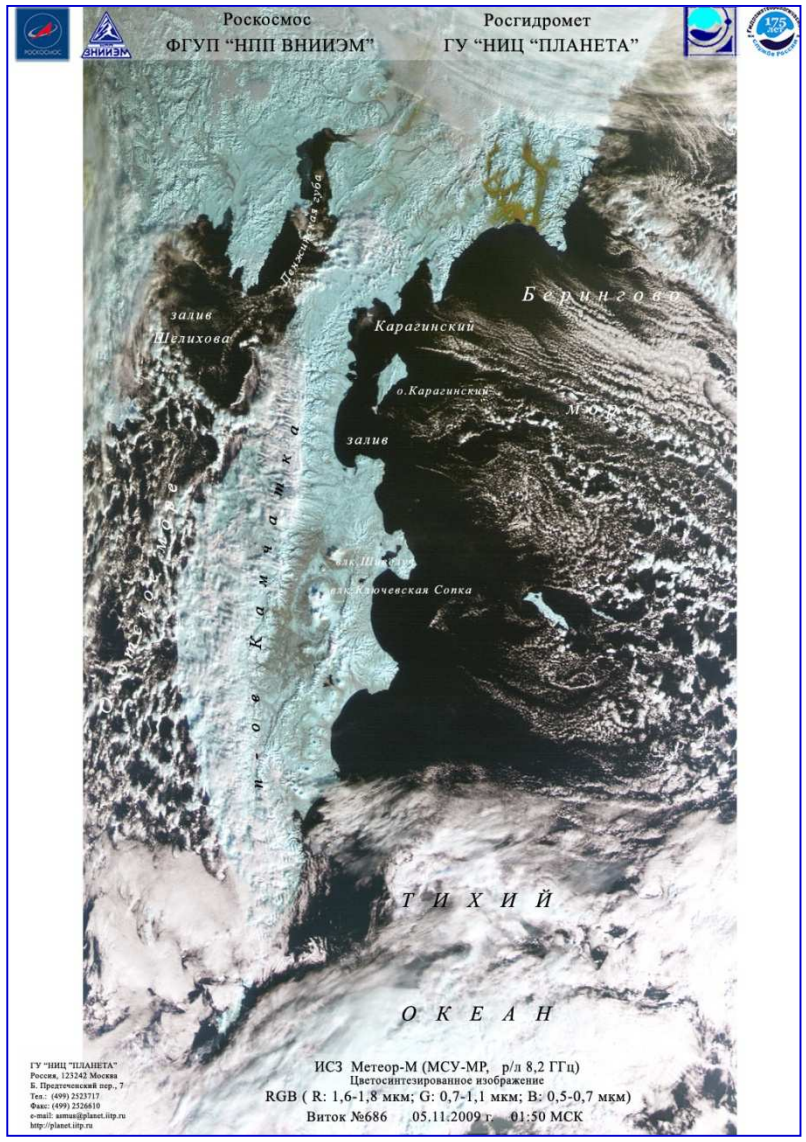


Региональные наблюдения Земли

МСУ-МР, 1-3 каналы

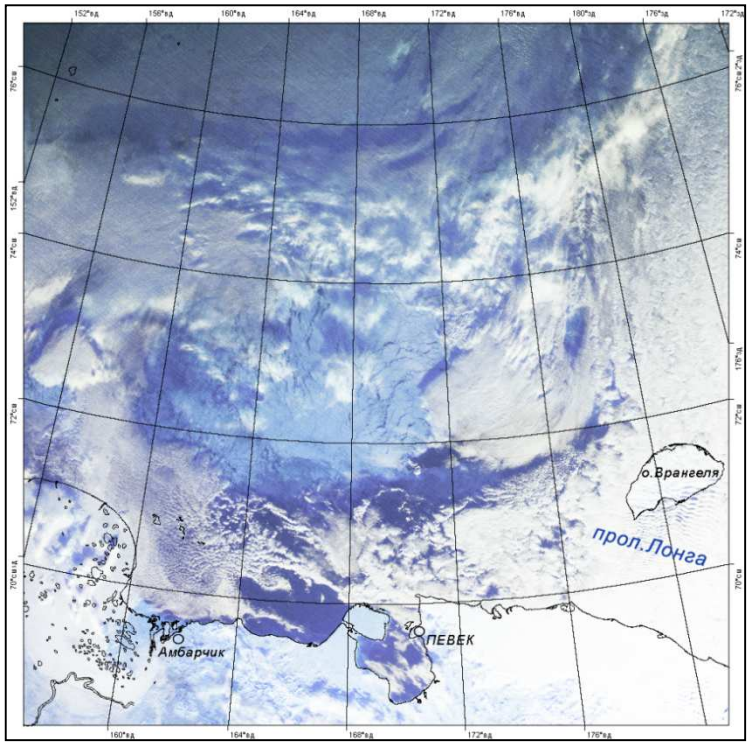


Прибалтийский регион



Дальневосточный регион

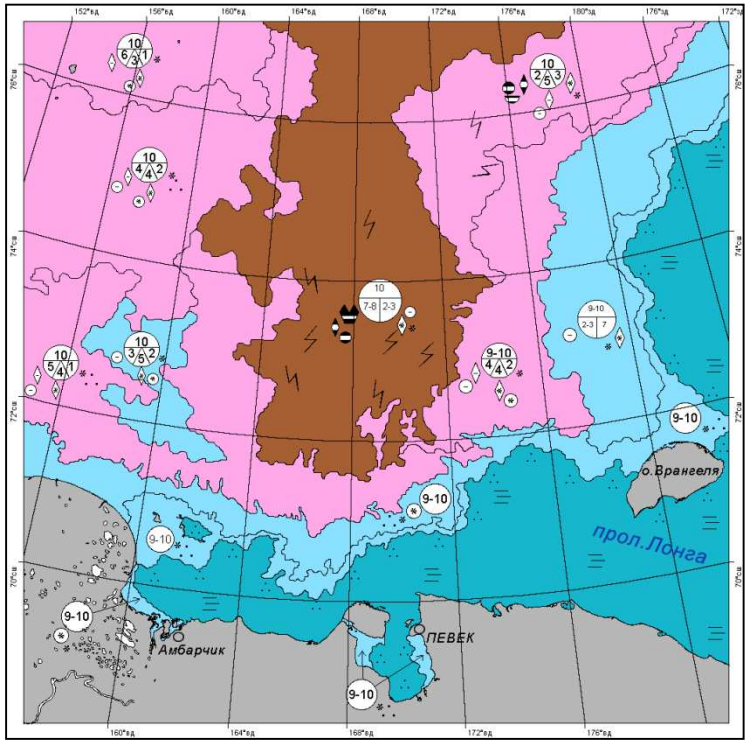
Ледовая обстановка в Восточно-Сибирском море



Цветосинтезированное изображение ледовой обстановки в Восточно-Сибирском море

ИСЗ "Метеор-М" №1, МСУ-МР, разрешение 1000 м 22.10.2009

Спектральные каналы:
R: 0,51-0,67 мкм; G: 0,71-0,98 мкм; B: 1,63-1,80 мкм



Карта-схема ледовой обстановки в Восточно-Сибирском море

составлена по данным ИСЗ «Метеор-М» №1, МСУ-МР, NOAA-19/AVHRR, QuikSCAT/SeaWind 23-26.10.2009

Возрастные характеристики (толщина) дрейфующего льда в см:

- чистая вода
- нилас, склянка (до 10)
- серый лед (10-15)
- серо-белый лед(15-30)
- старые льды (до 3м и более)

Возрастные характеристики (толщина) припая в см:

- молодые льды (10-30)
- тонкий однолетний белый лед (30-70)
- однолетний лед средней толщины (70-120)
- толстый однолетний лед (>120)
- старый лед

Формы плавучего льда:

- начальные виды льдов
- блинчатый лед (0,3-3 м)
- мелкобитый лед (2-20 м)
- крупнобитый лед (20-100 м)
- обломки ледяных полей (100-500 м)
- большие поля (0,5-2 км)

1-3 - сплоченность льда в баллах

- трещины

Обобщенные характеристики льда:

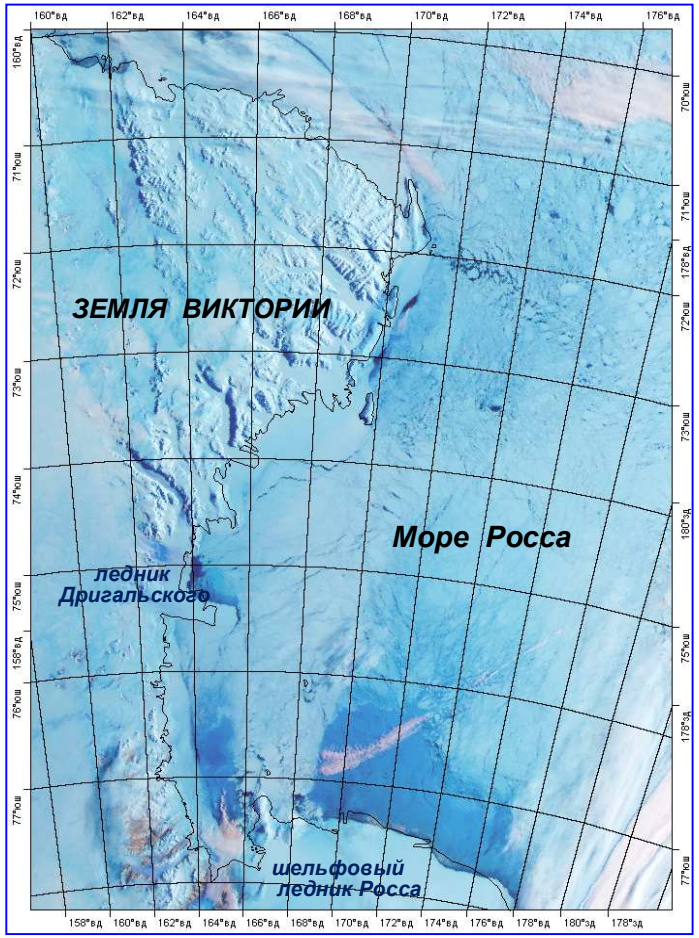
10/6/4 - возрастной состав дрейфующих льдов:
10 – общая сплоченность
6 – количество более старого
4 – количество более молодого

63 см - толщина льда (см)

4 - торосистость льда (0-5 бал.)

3-4 - разрушенность льда (0 – 5 баллов)

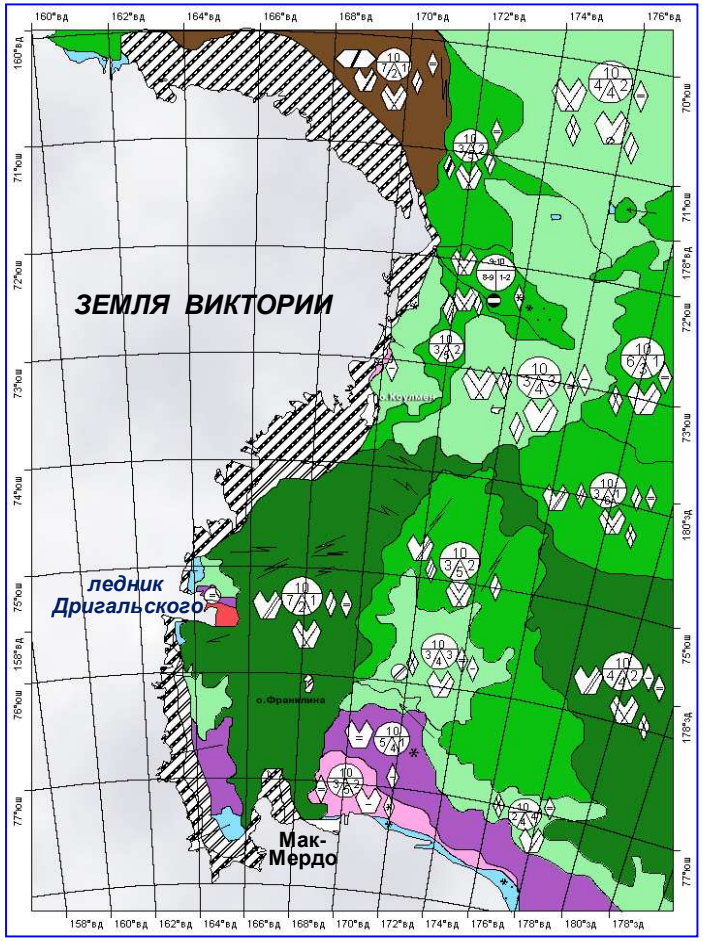
Ледовая обстановка в море Росса (Антарктика)



Цветосинтезированное изображение ледовой обстановки в море Росса

ИСЗ "Метеор-М" №1, МСУ-МР, разрешение 1000 м (режим ЗИ) 22.10.2009

Спектральные каналы:
R: 0,51-0,67 мкм; G: 0,71-0,98 мкм; B: 1,63-1,80 мкм



Карта-схема ледовой обстановки моря Росса 22.10.2009

Возрастные характеристики (толщина) дрейфующего льда в см:

- нилас, склянка (до 10)
- серый лед (10-15)
- серо-белый лед(15-30)
- тонкий однолетний (белый) лед (30-70)
- однолетний лед средней толщины (70-120)
- однолетний толстый лед (>120 см)
- старые льды (до 3м и более)

Обобщенные характеристики льда:

- возрастной состав дрейфующих льдов:
  10 – общая сплоченность
  6 – количество более старого
  4 – количество более молодого
- сплоченность льда в баллах

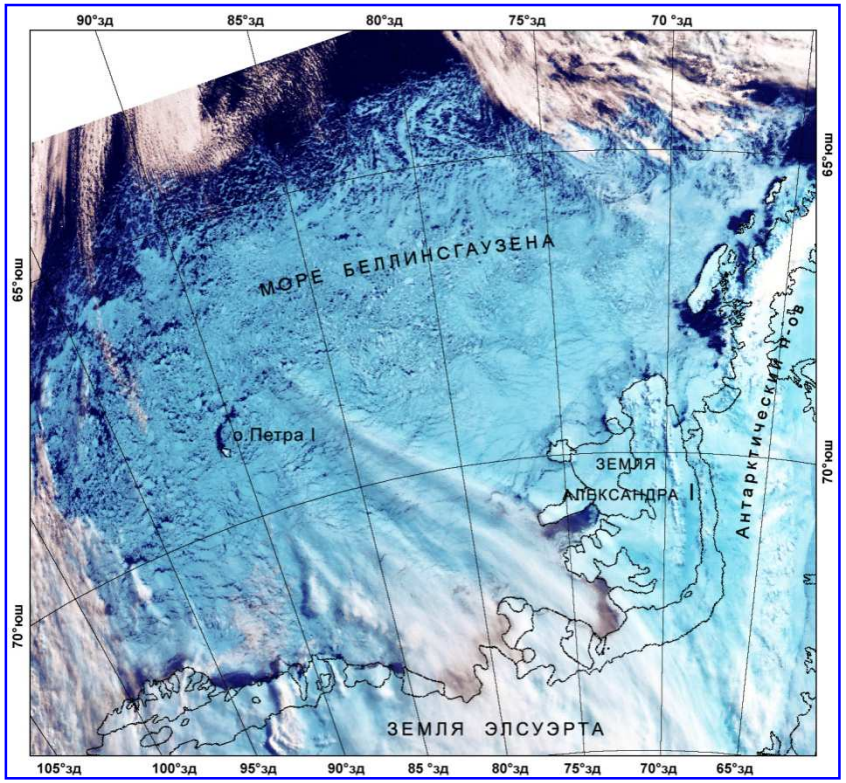
Возрастные характеристики (толщина) припая в см:

- толстый однолетний лед (>120)
- старые льды (более 2 м)

Формы плавучего льда:

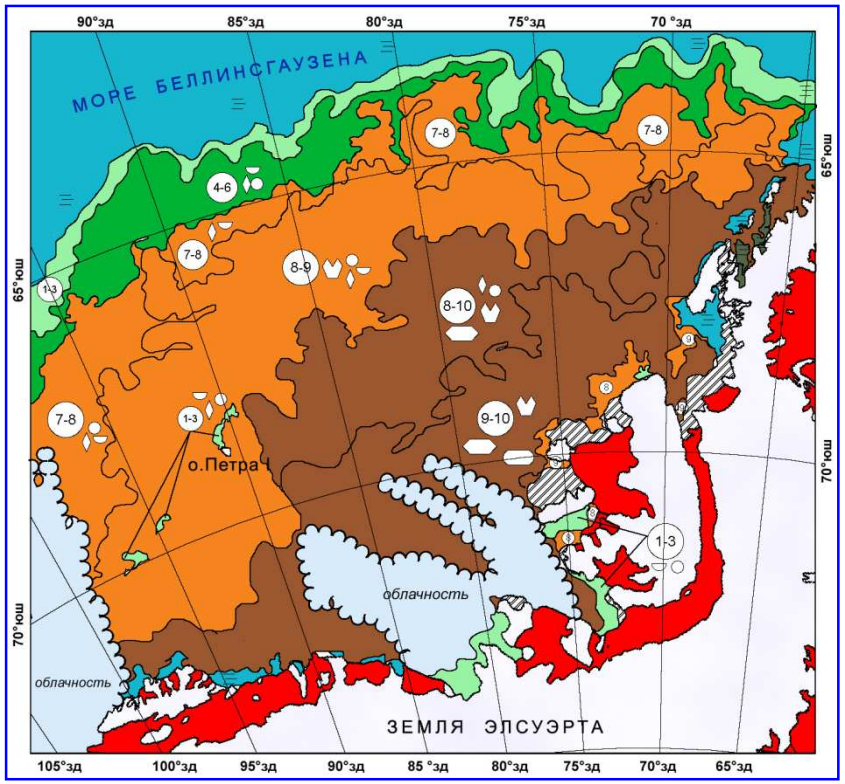
- начальные виды льдов
- блинчатый лед (0,3-3 м)
- мелкобитый лед (2-20 м)
- крупнобитый лед (20-100 м)
- обломки ледяных полей (100-500 м)
- большие поля (0,5-2 км)
- лед материкового происхождения

Ледовая обстановка в море Беллинсгаузена (Антарктика)



Цветосинтезированное изображение моря Беллинсгаузена (Антарктика)

ИСЗ "Метеор-М" №1, МСУ-МР, разрешение 1000 м (режим ЗИ) 04.11.2009
Спектральные каналы:
R:0,51-0,67 мкм; G:0,71-0,98 мкм; B:1,63-1,80 мкм

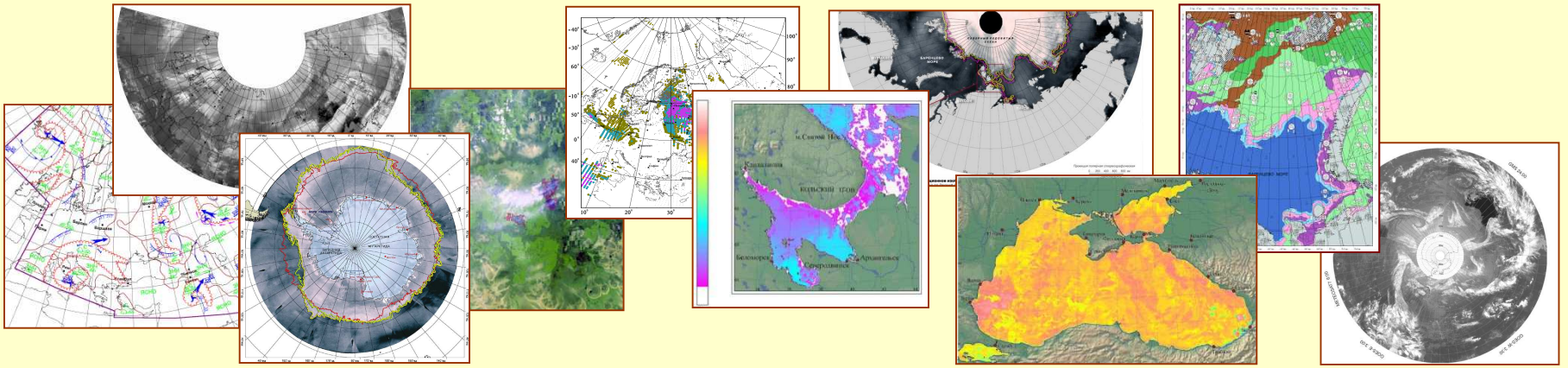


Карта-схема ледовой обстановки в море Беллинсгаузена ***составлена по данным ИСЗ "Метеор-М" №1, МСУ-МР, разрешение 1000 м, 04.11.2009***

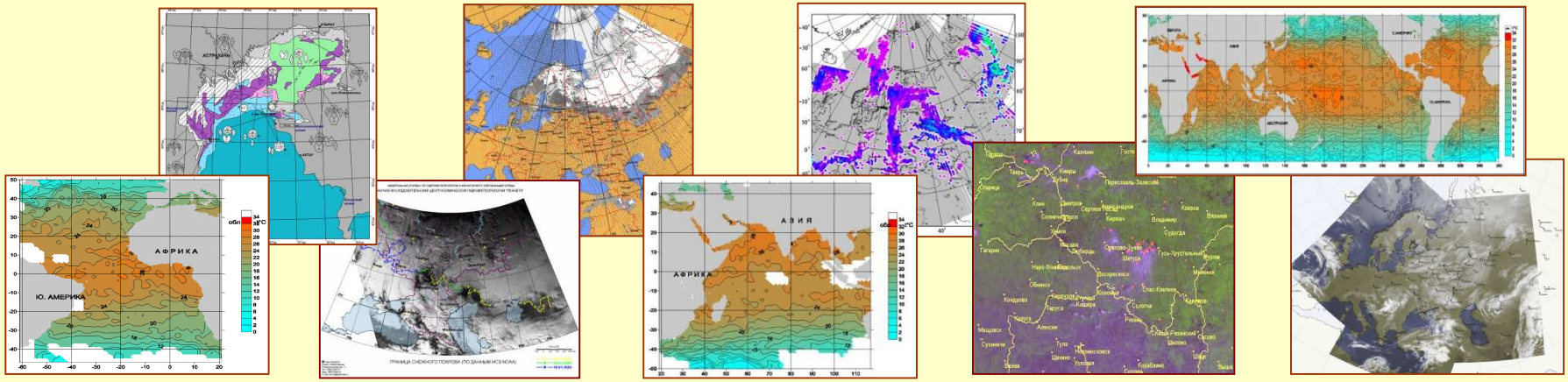
Сплоченность льда:
- чистая вода
- отдельные льдины (<1/10)
- редкий лед (1-3/10)
- разреженный лед (4-6/10)
- сплоченный лед (7-8/10)
- сплошной и очень сплоченный дрейфующий лед (9-10/10)
- припай

Формы плавучего льда:
- блинчатый лед
- тертый лед, ледяная каша (<2 м)
- мелкобитый лед (< 20 м)
- крупнобитый лед (20-100 м)
- обломки ледяных полей (100-500 м)
- большие ледяные поля (500-2000м)
- обширные ледяные поля (2-10 км)

Обобщенные характеристики льда:
- 1-3 -сплоченность льда в баллах
- 3-4 - разрушенность льда (от 0 до 5 баллов)
- разрежение льда
- 70-85 - показатель толщины льда (см)
- 3 - торосистость льда (от 0 до 5 баллов)
- 2 - показатель сжатия льда (от 1 до 3 баллов)
- лед материкового происхождения



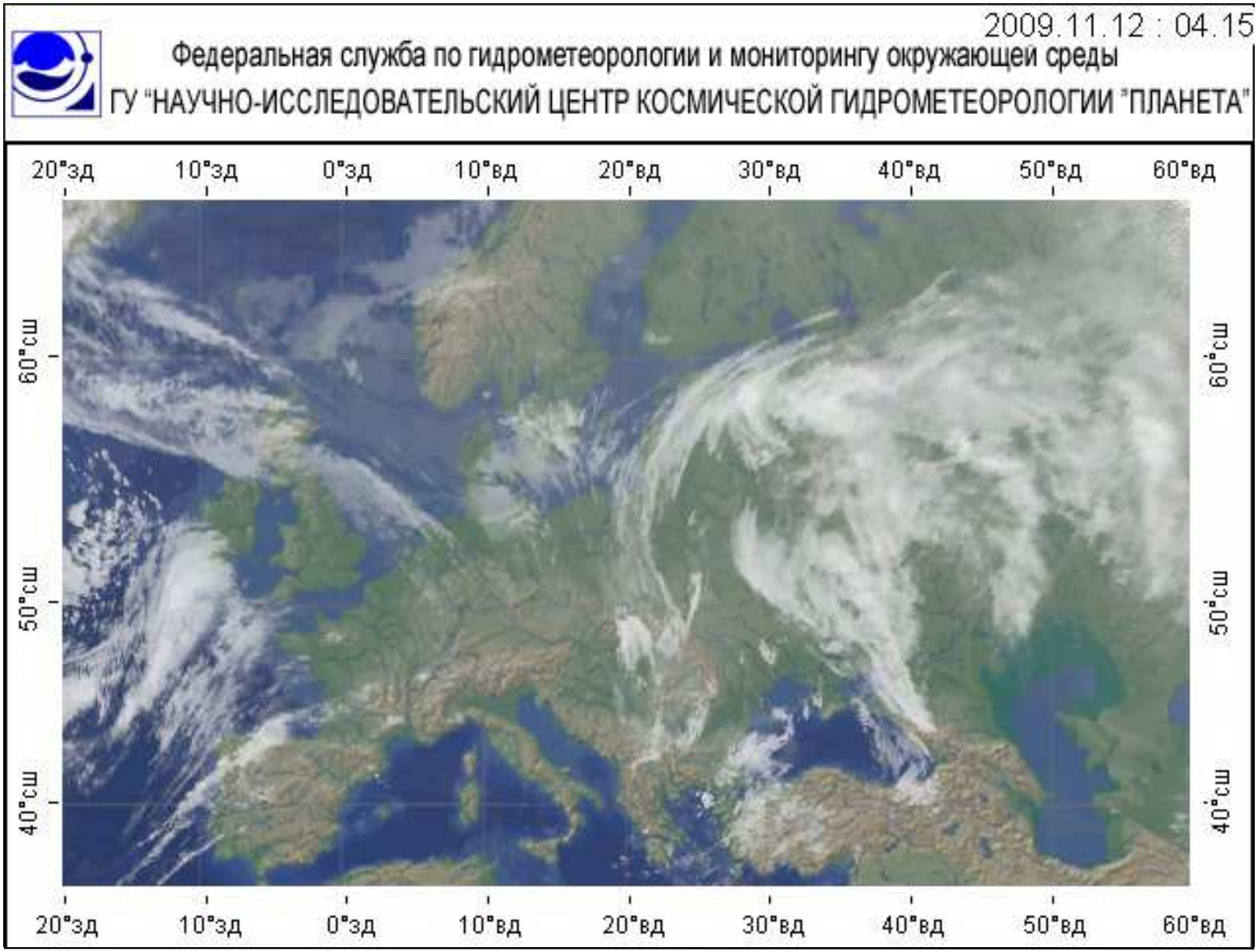
ОПЕРАТИВНАЯ ПРОДУКЦИЯ




ОБЛАЧНОСТЬ

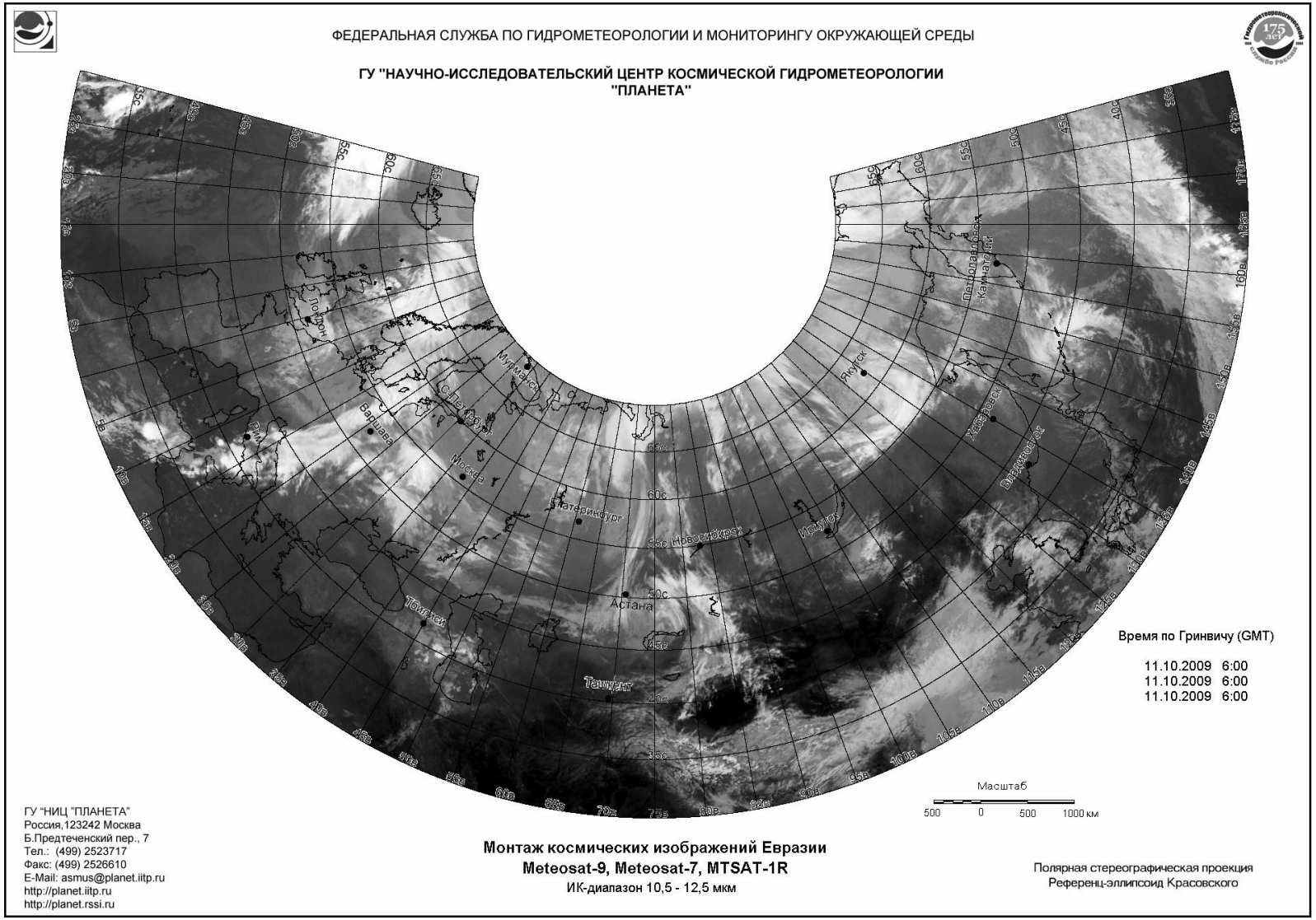
ЭВОЛЮЦИЯ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА

12 ноября 2009

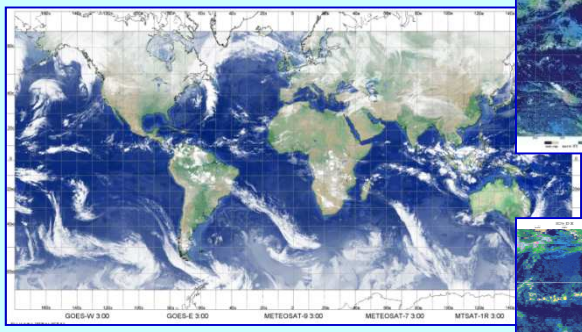


МОНТАЖ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЕВРАЗИИ

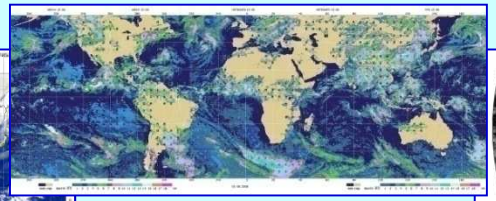
11-12 октября 2009 г.



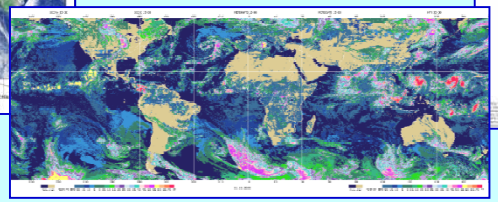
Глобальный мониторинг облачного покрова



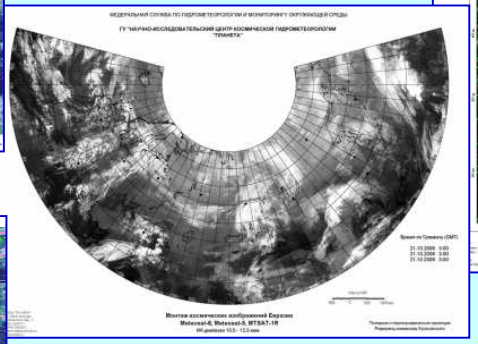
Глобальная карта облачности



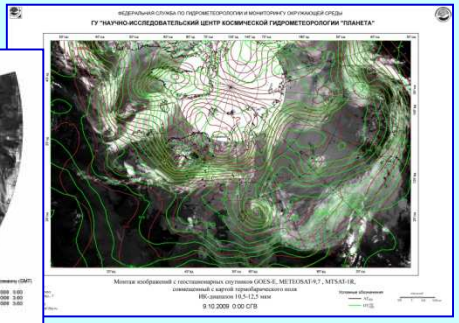
Балльность, высота облачности



Температура верхнего слоя облачности

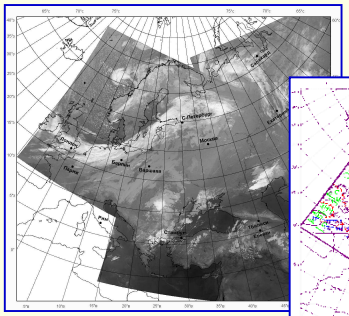


Монтаж космических изображений Евразии



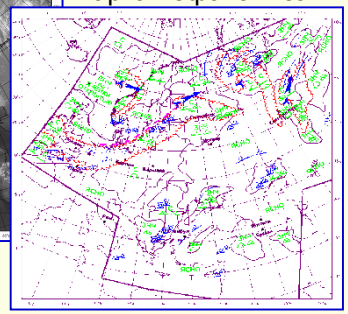
Термобарическое поле

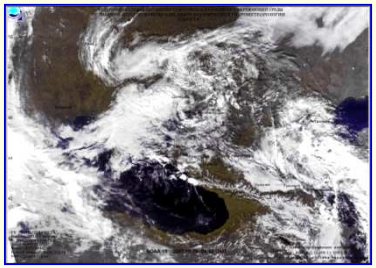
Региональные карты облачности и нефанализа



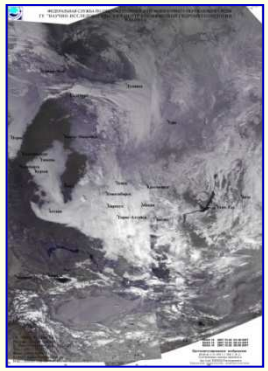
Европейский регион

Карта нефанализа

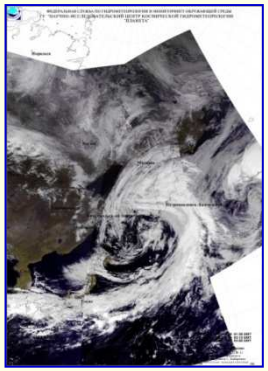




Северо-кавказский регион

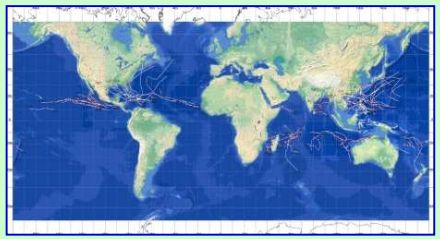


Сибирский регион

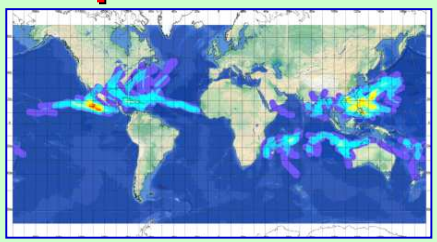


Дальневосточный регион

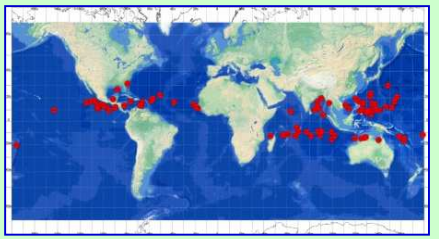
Мониторинг тропических циклонов



Траектории тропических циклонов (2008г.)



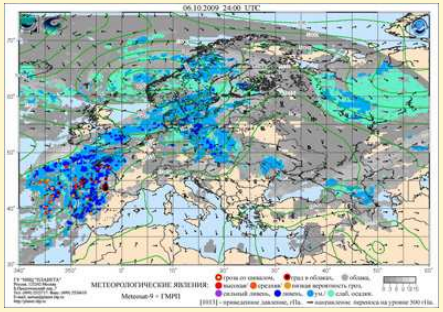
Повторяемость тропических циклонов (2008г.)



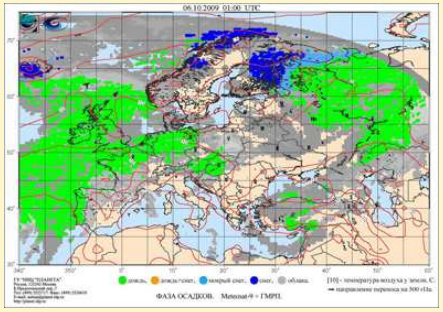
Очаги тропических циклонов (2008г.)

ОСАДКИ, ВЕТЕР

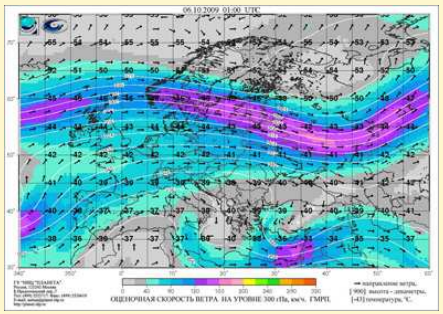
Карты метеорологических параметров по данным геостационарных спутников



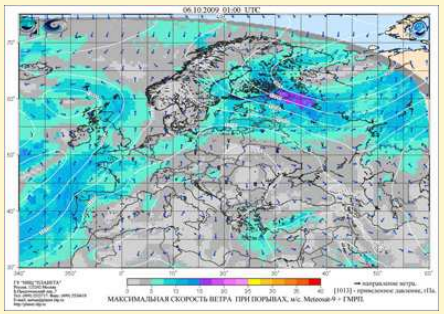
Атмосферные явления



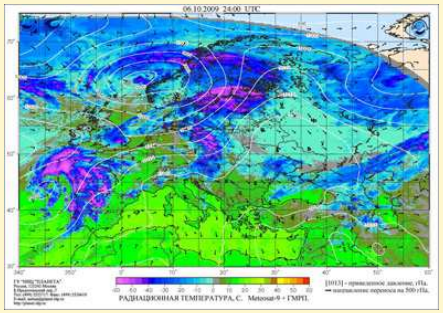
Фаза осадков



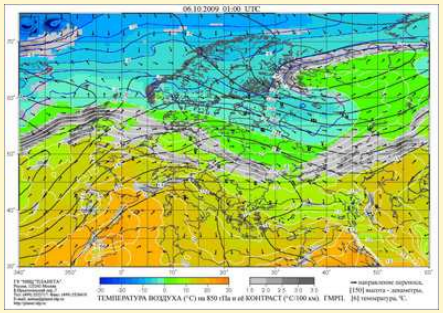
Оценочная скорость ветра на уровне 300 гПа



Максимальная скорость приземного ветра при порывах

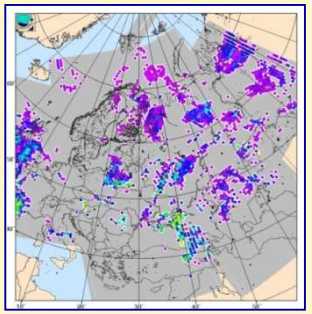


Радиационная температура

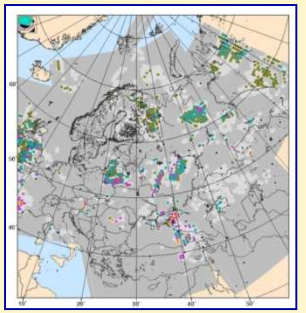


Температура воздуха на уровне 850 гПа

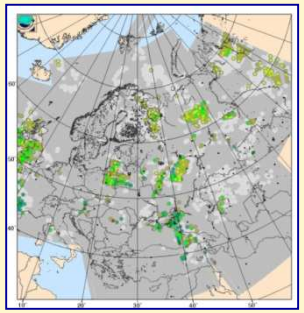
Карты параметров облачности и осадков по данным полярно-орбитальных спутников



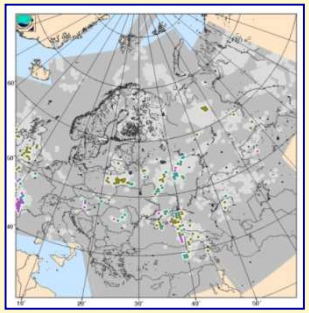
Максимальная скорость восходящих движений (м/с)



Средняя интенсивность и тип осадков

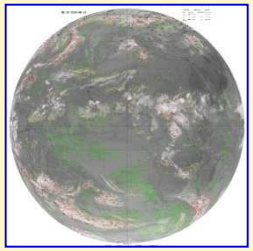


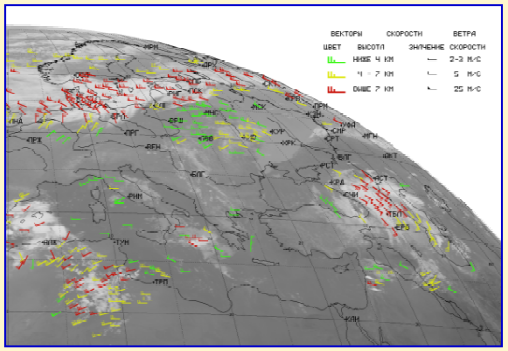
Максимальная интенсивность осадков (мм/ч)



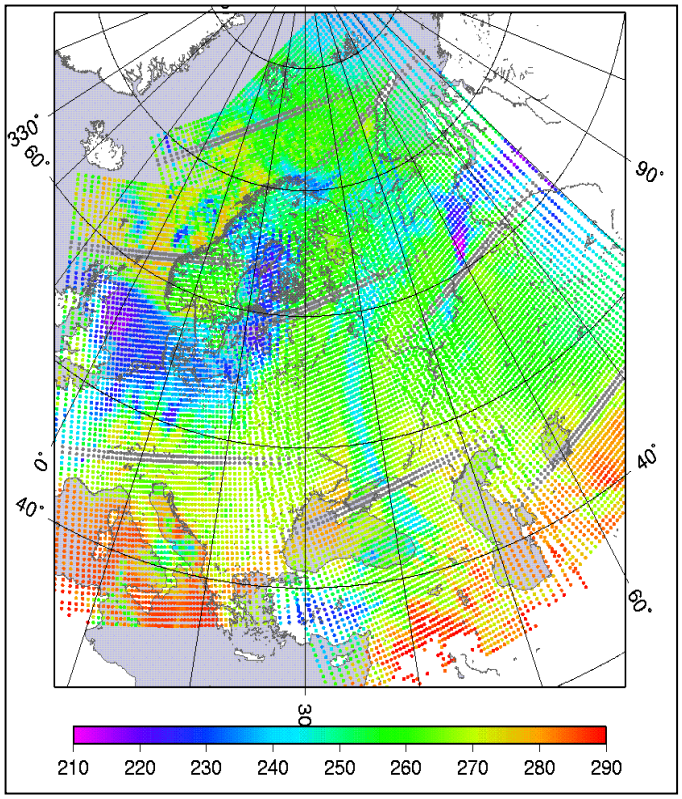
Интенсивность гроз

Поля ветра по данным КА “Meteosat-9”

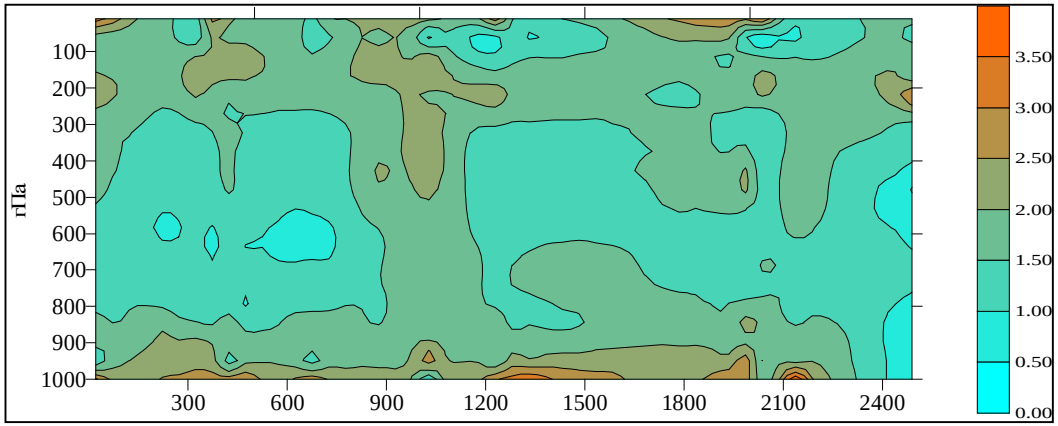




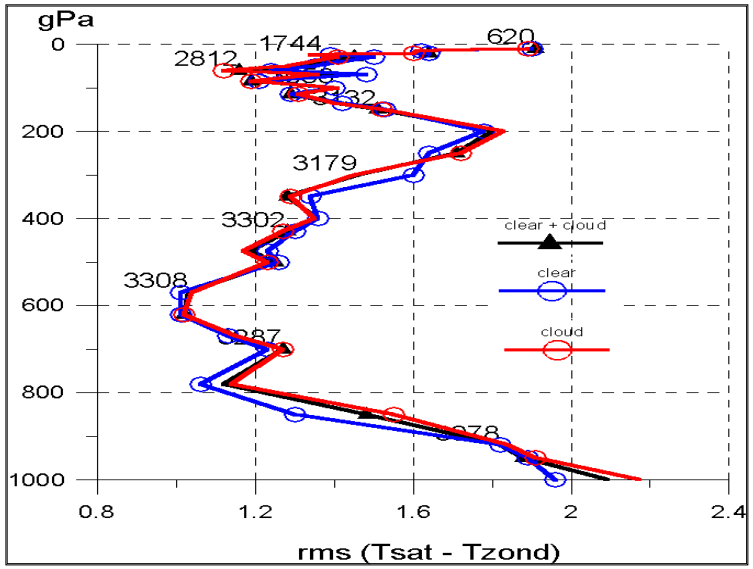
ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ



Покрытие данными ТВЗА
Московская зона видимости



Статистика ошибок результатов температурного зондирования атмосферы за 2008 г.

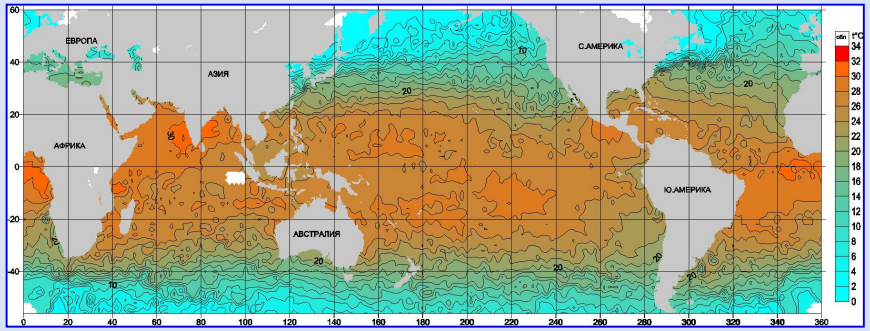


Среднеквадратичные ошибки результатов температурного зондирования при различных условиях наблюдений (ясно, облачно, ясно+облачно)

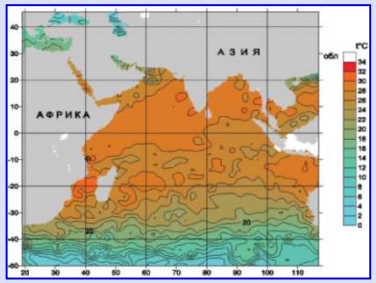
© ГУ «НИЦ «Планета»

ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА И СУШИ

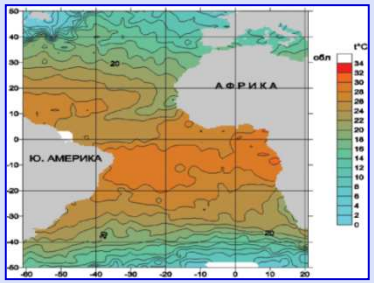
Карты температуры поверхности океанов



Мировой океан

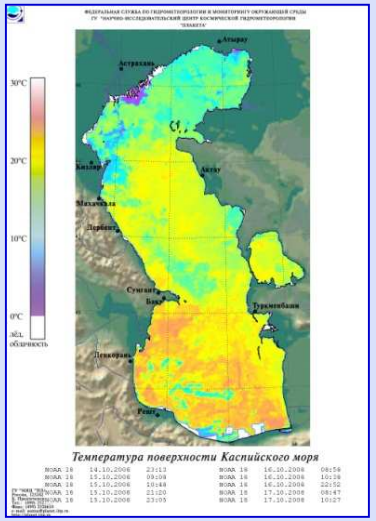


Индийский океан

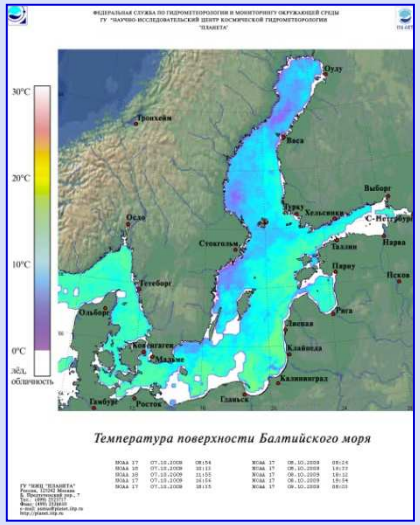


Атлантический океан

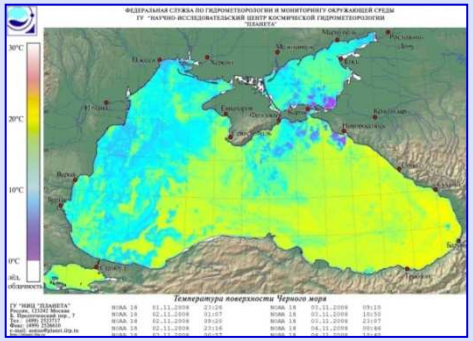
Карты температуры поверхности морей



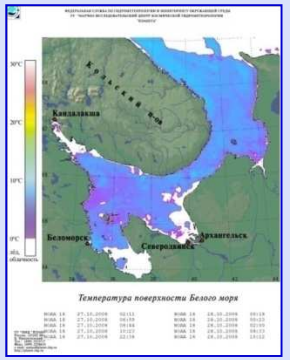
Каспийское море



Балтийское море

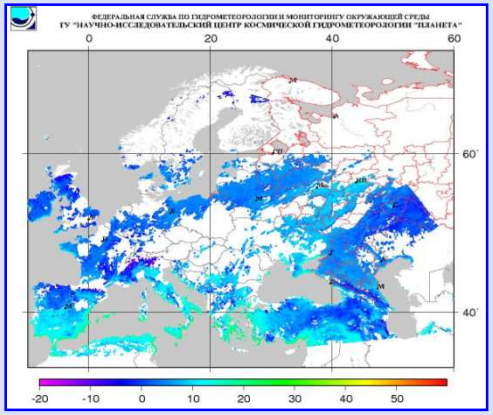


Черное море



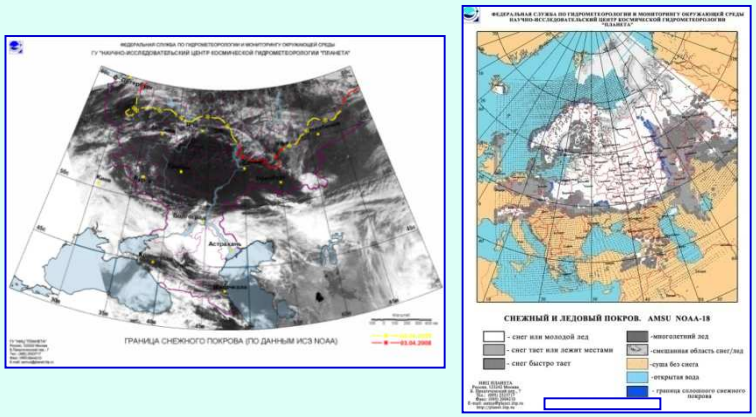
Белое море

Карта температуры поверхности суши, Европа

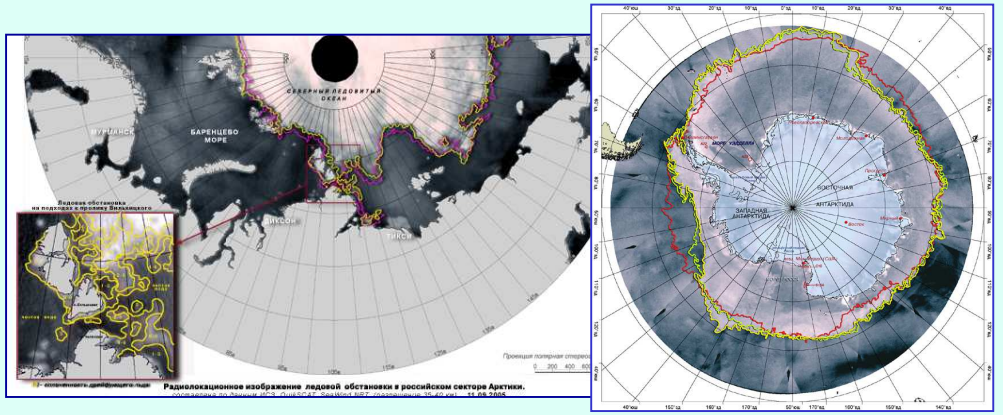


© ГУ «НИЦ «Планета»

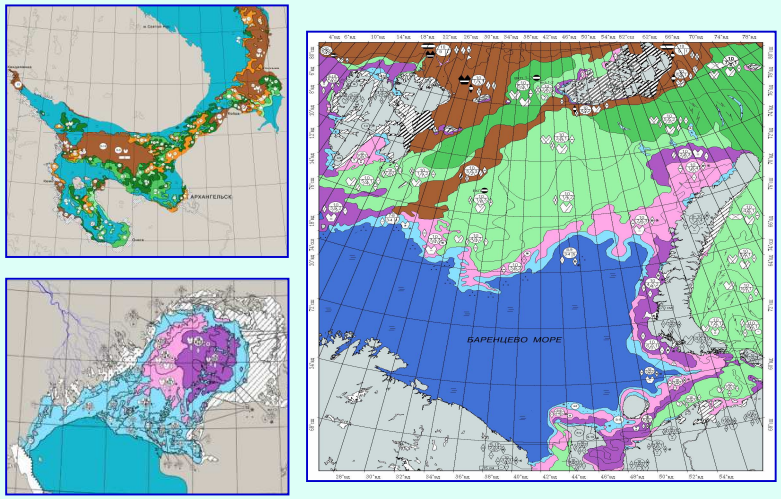
СНЕЖНЫЙ И ЛЕДЯНОЙ ПОКРОВЫ



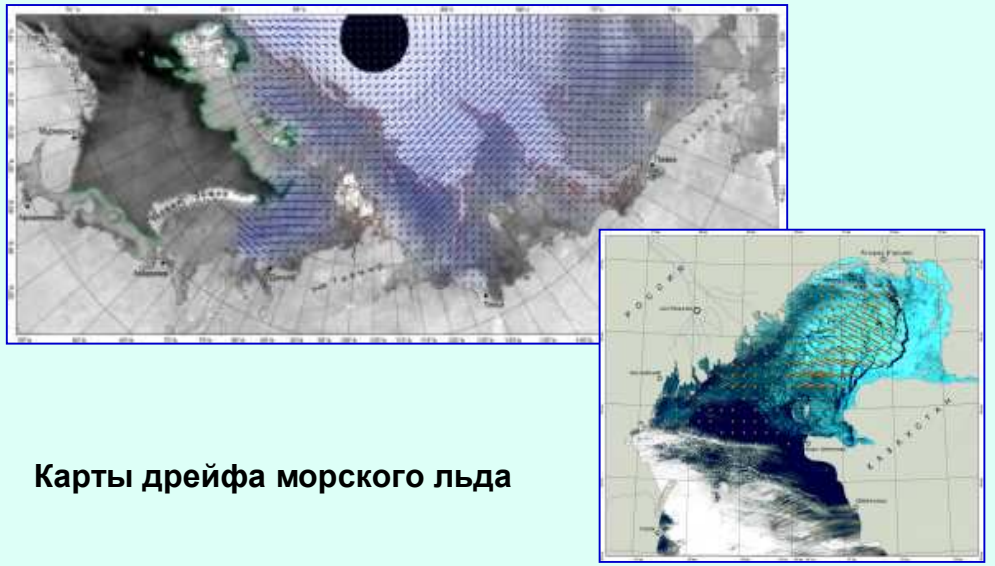
Карты снежного покрова



Обзорные карты ледовой обстановки в Арктике и Антарктике



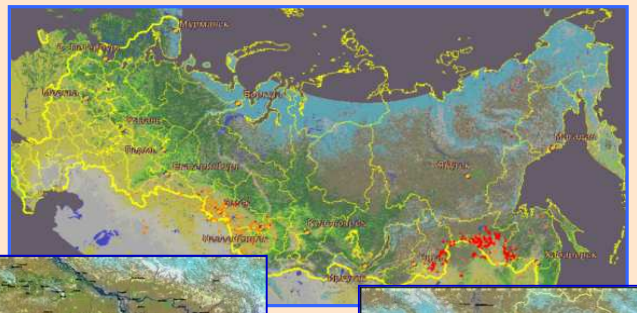
Карты ледовой обстановки на морях



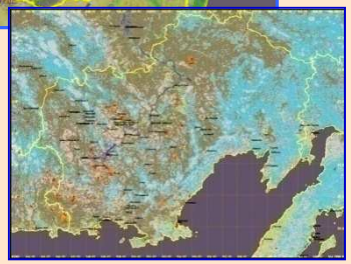
Карты дрейфа морского льда

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

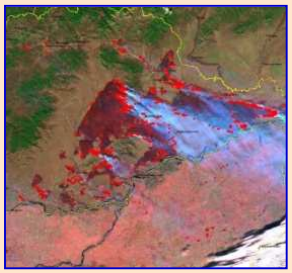
ПОЖАРЫ



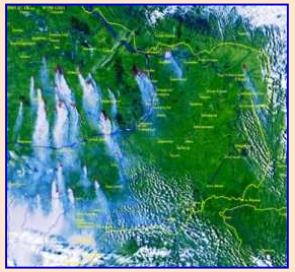
Республика Соха



Магаданская область



Приамурье

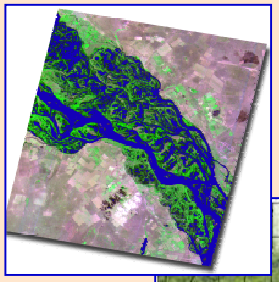


Центральная Якутия

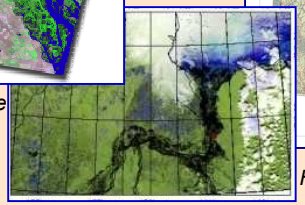
НАВОДНЕНИЯ



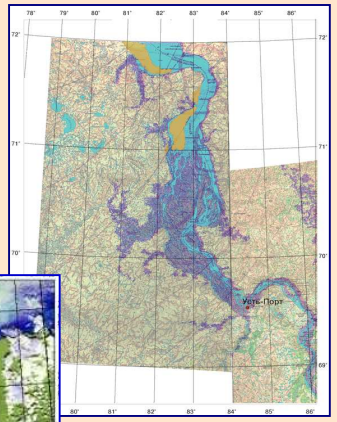
Пойма р. Оки



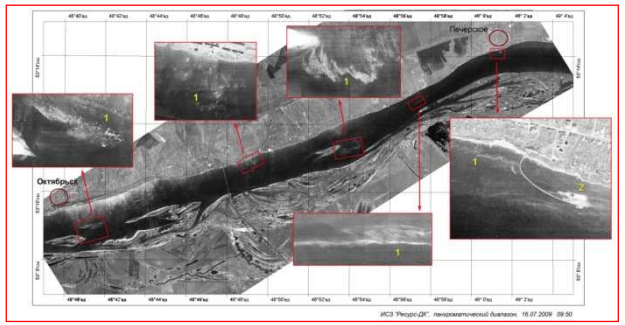
Нижнее течение рек Волга и Ахтуба



Нижнее течение р. Колымы



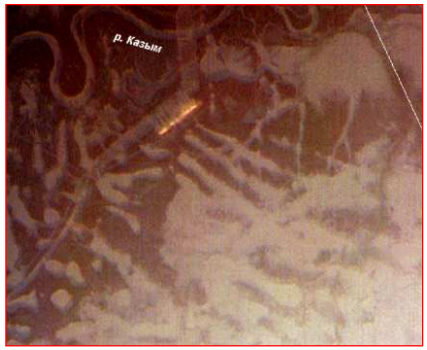
Нижнее течение р. Енисей



Разлив мазута с баржи (р. Волга)



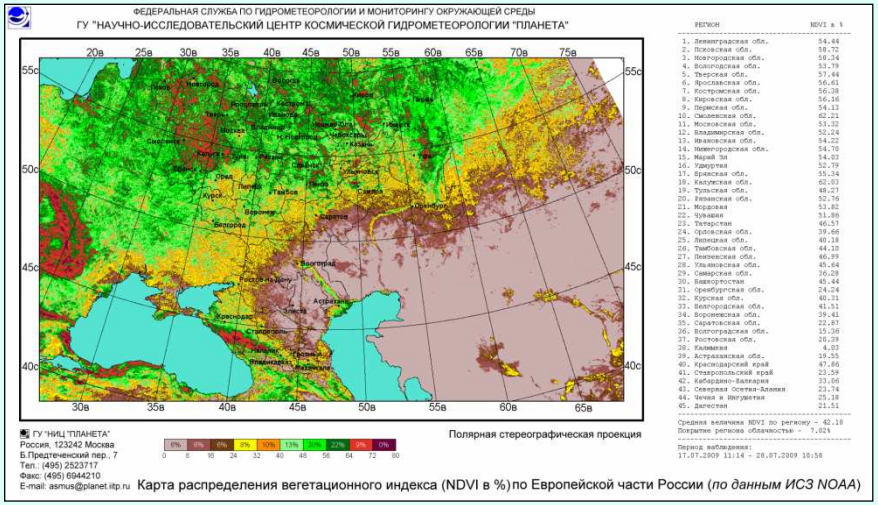
Разлив нефти в Керченском проливе



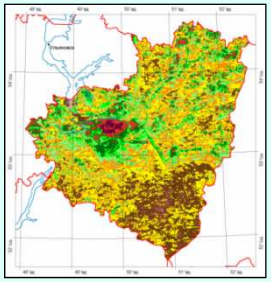
Пожар на трубопроводе в Ханты-Мансийском АО

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

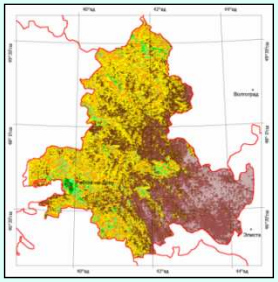
Карты вегетационного индекса



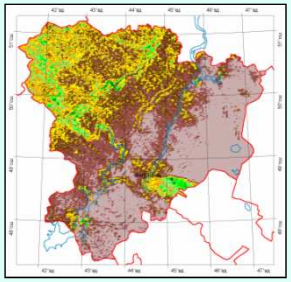
Европейская часть России



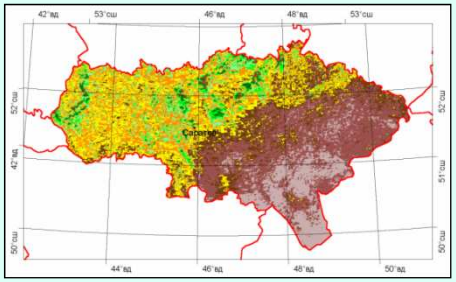
Самарская область



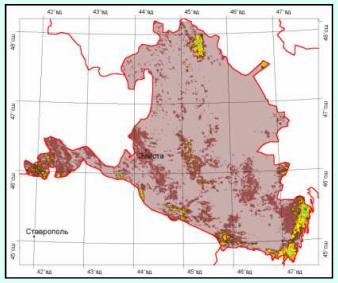
Ростовская область



Волгоградская область

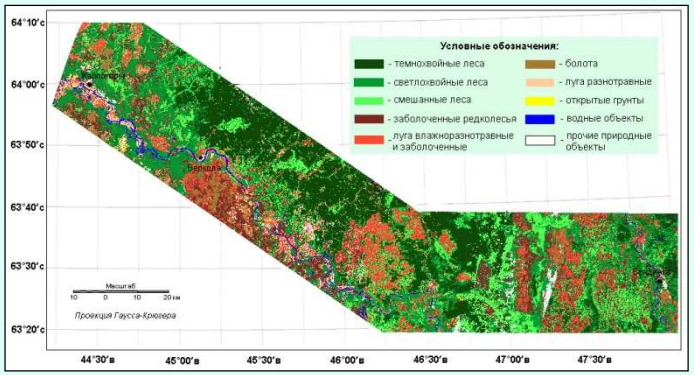


Саратовская область

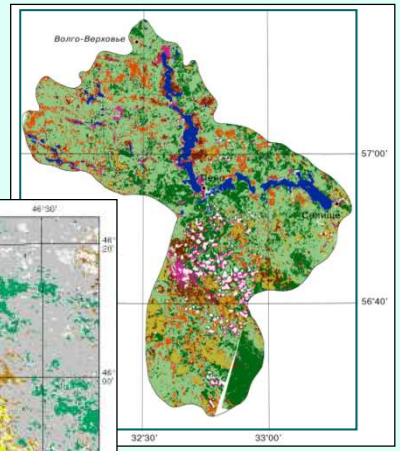


Республика Калмыкия

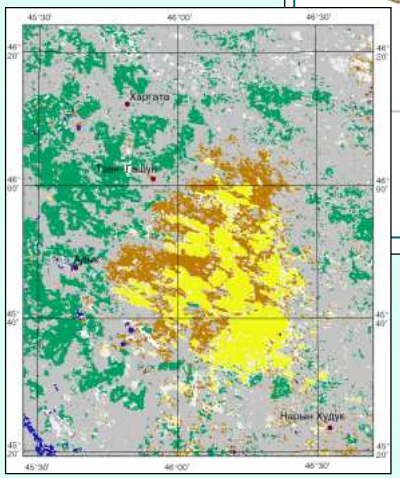
Карты состояния почвенно-растительного покрова



Территория, прилегающая к трассе проектируемой ж.д. Карпогоры - Вендинга

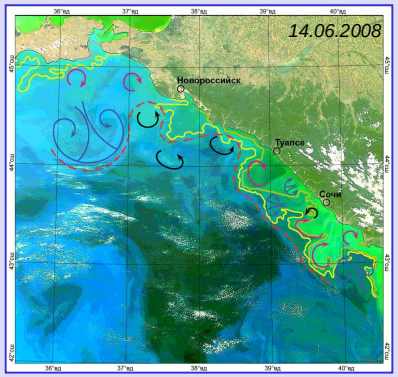


Тверская область (Волговерховье)

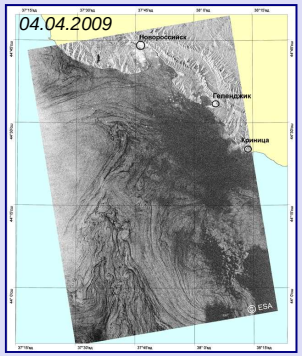


Черные Земли Калмыкии

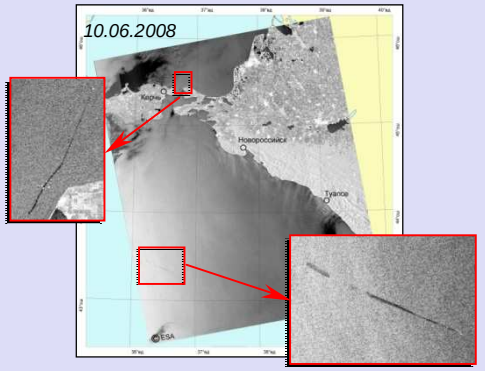
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА



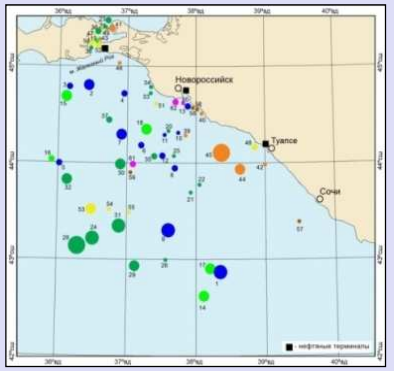
Картирование динамических структур и параметров загрязнения морской среды



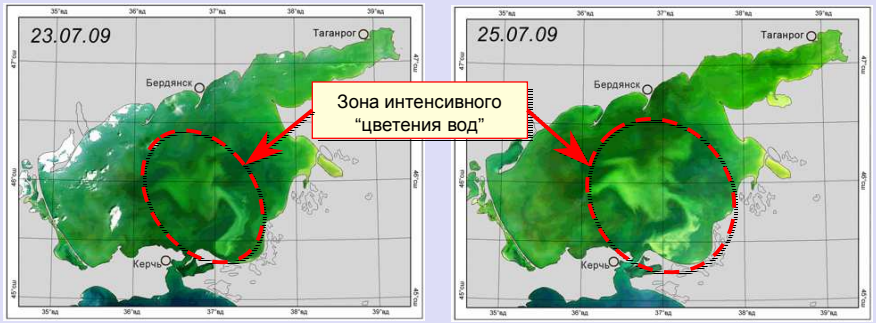
Дешифрирования пленок поверхностно-активных веществ биогенного происхождения



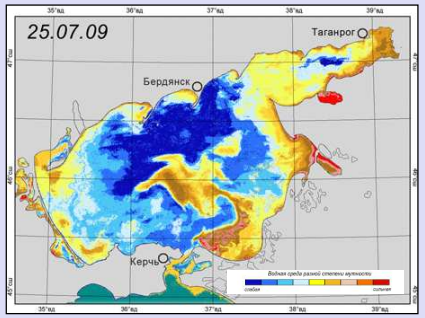
Дешифрирования нефтяных пленок с судов



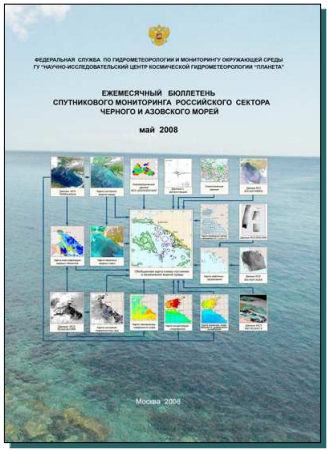
Обобщенная карта-схема нефтяных загрязнений за 2008 г.



Выявление обширных зон "цветения вод" в Азовском море на основе комплексного анализа спутниковых данных



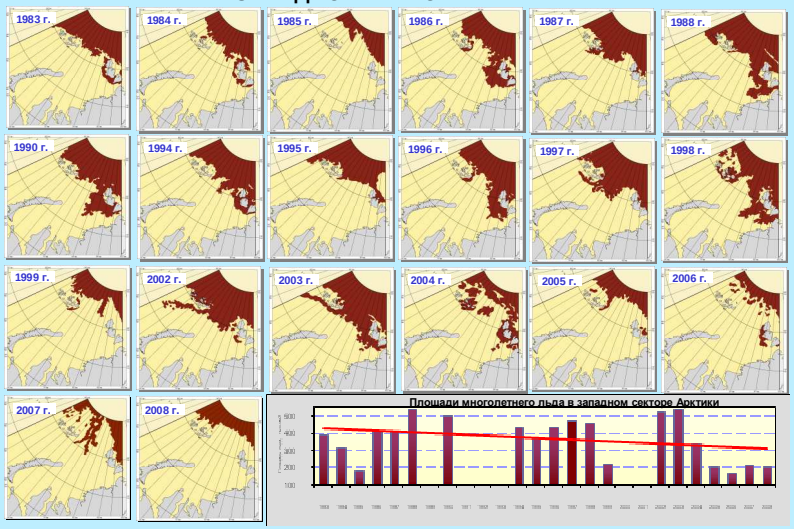
Автоматизированное распознавание водной среды различной степени мутности



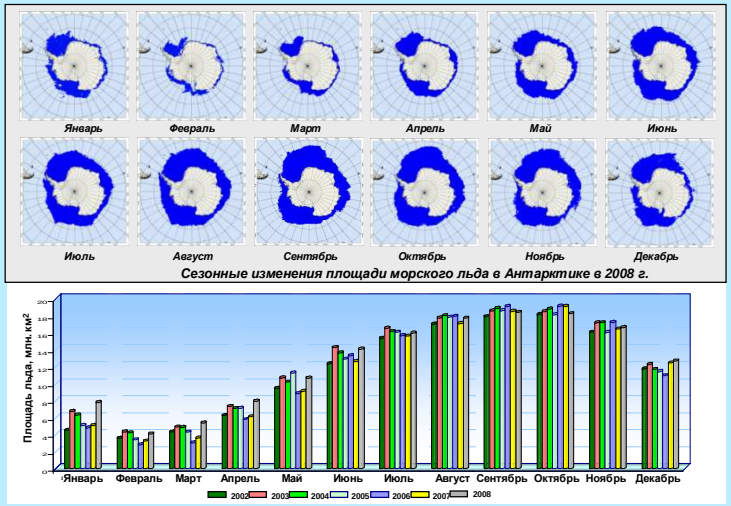
Ежемесячный бюллетень спутникового мониторинга Черного и Азовского морей

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЬДА В ЗАПАДНОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ

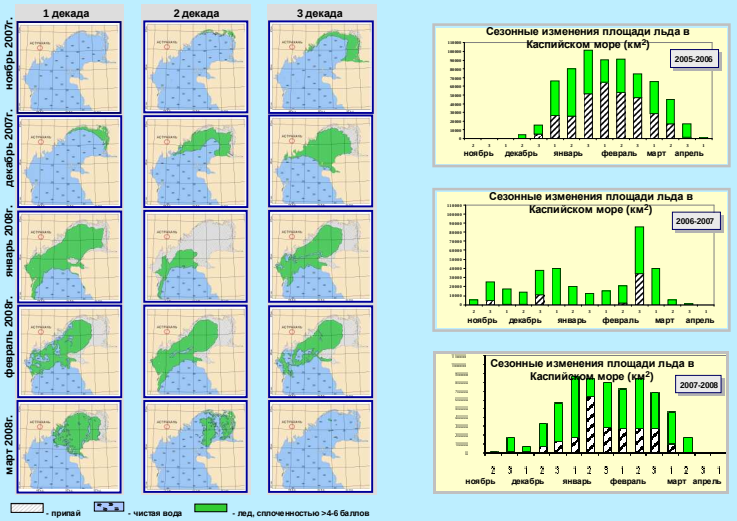


ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЬДА В АНТАРКТИКЕ

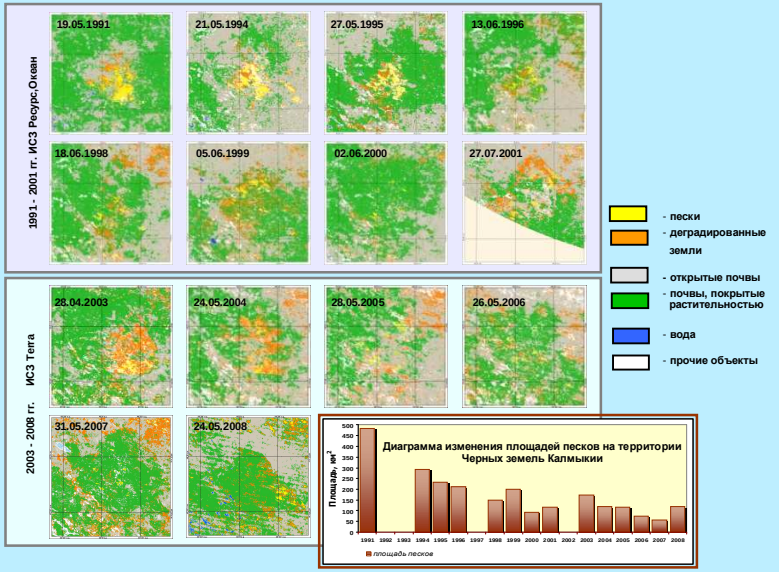


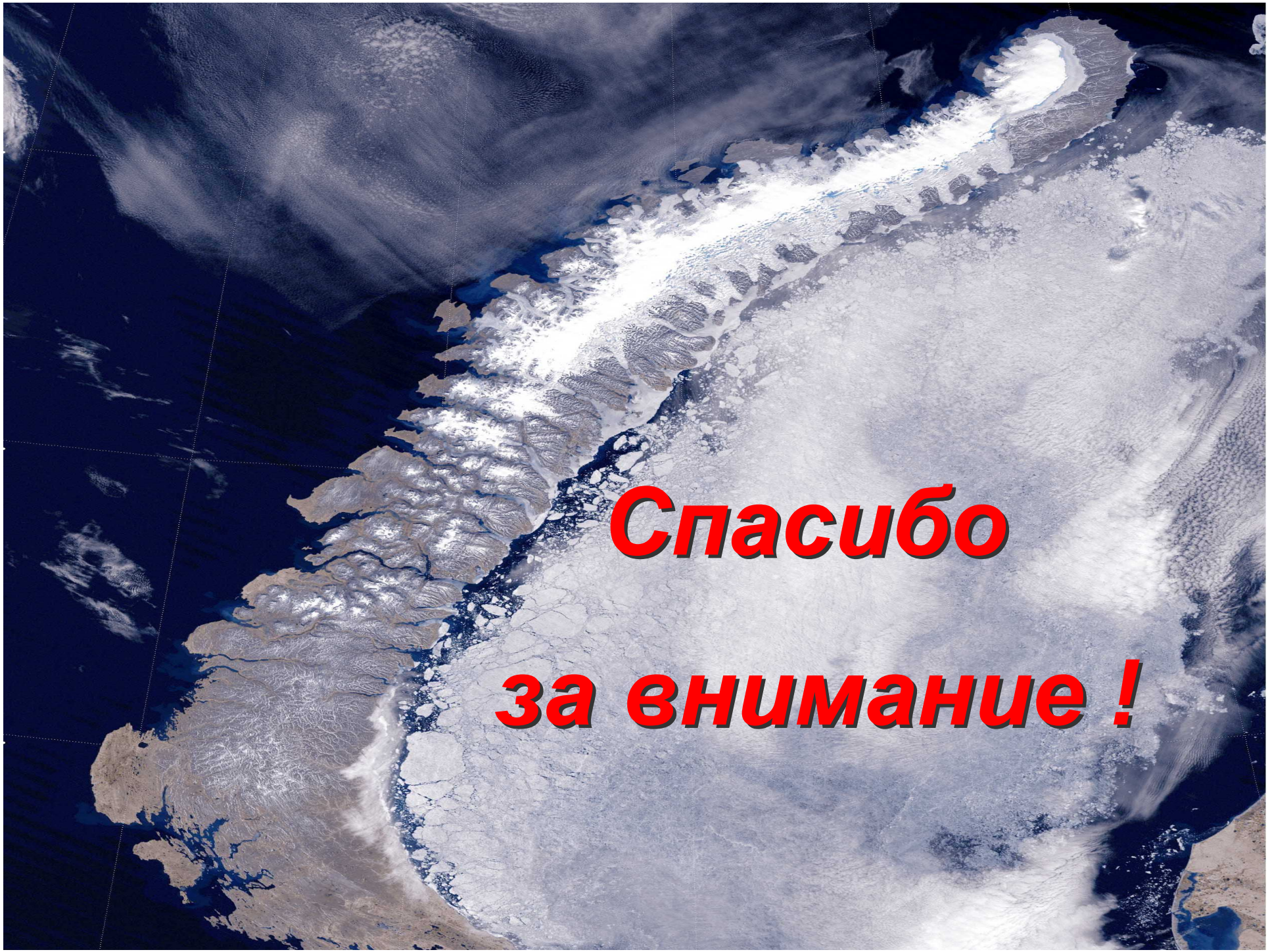
Межгодовые вариации площадей покрытия морского льда в Антарктике в 2002-2008 гг.

СЕЗОННЫЕ И МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИПАЯ И ПЛАВУЧЕГО ЛЬДА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ



МОНИТОРИНГ ОПУСТЫНИВАНИЯ (Калмыкия, Черные земли)




Спасибо
за внимание !