

ПЯТАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ ОТКРЫТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

«Использование спутниковых наблюдательных систем для мониторинга атмосферы и поверхности Земли»

В.В. Асмус, В.А. Кровотынцев, О.Е. Милехин, А.Б. Успенский

ГУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

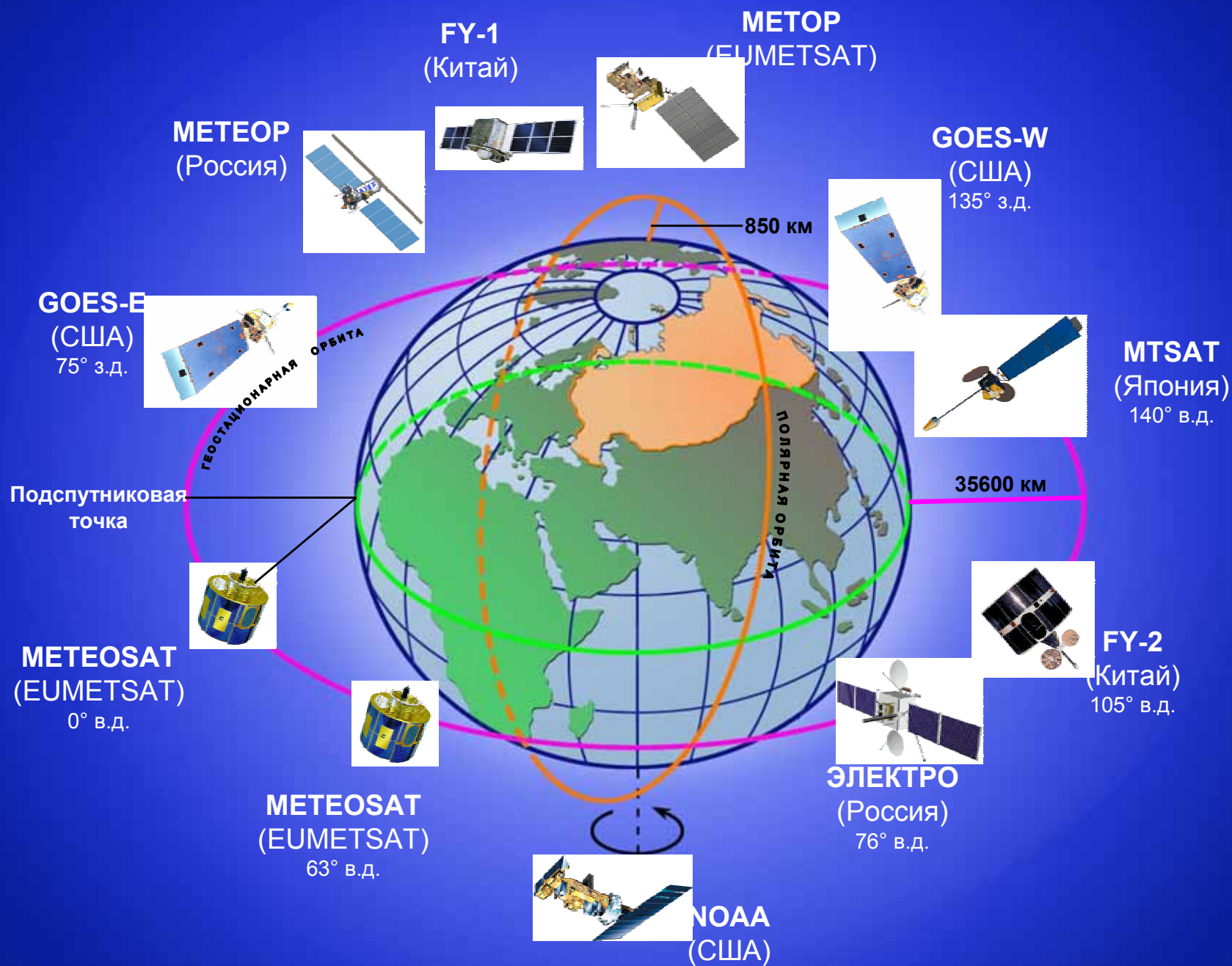
12 - 16 ноября 2007 г.
Москва, ИКИ РАН



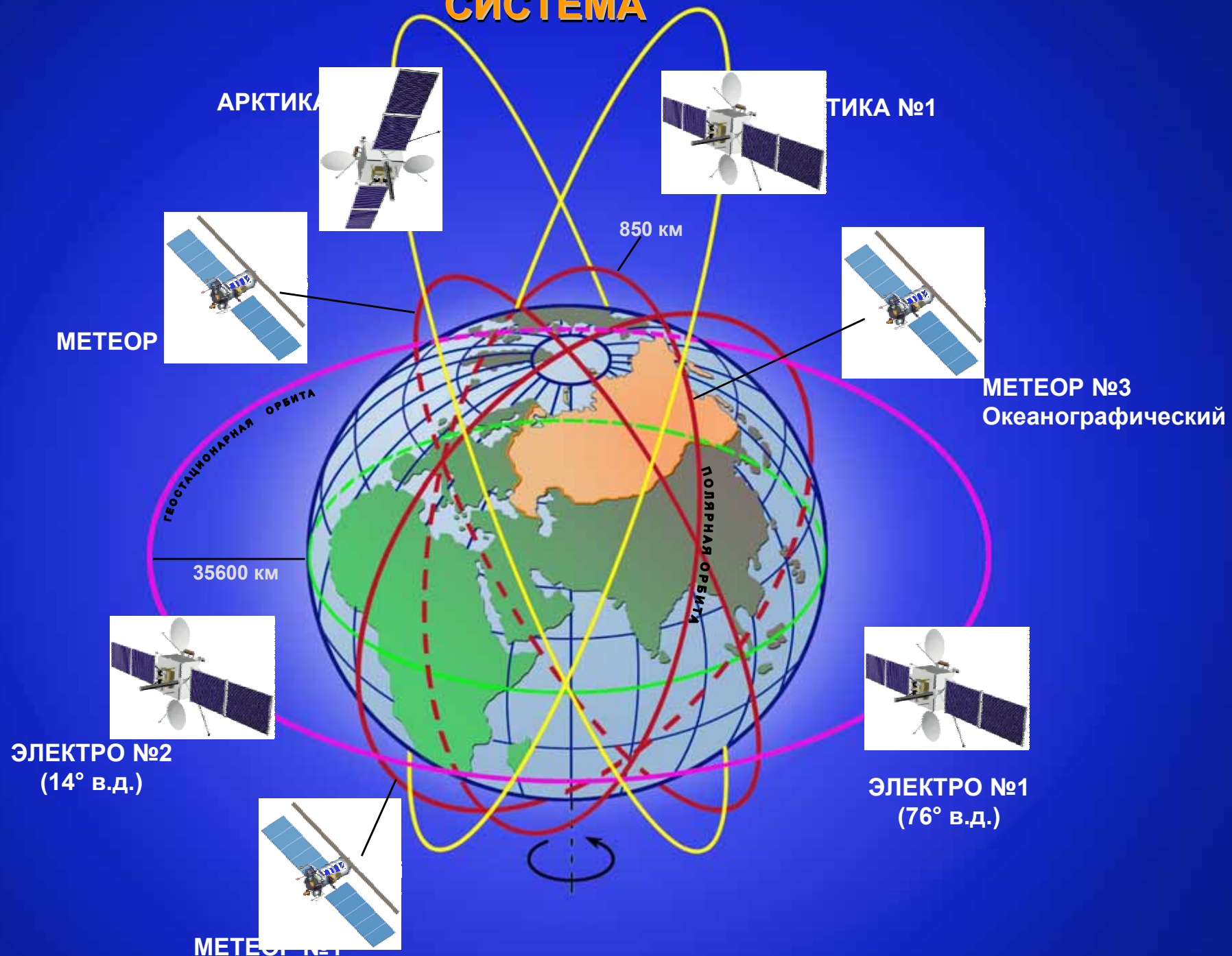
Содержание

1. Российская программа создания спутников наблюдения Земли до 2015 гг.
2. Геостационарный метеорологический спутник ЭЛЕКТРО-Л
3. Полярно-орбитальный метеорологический спутник Метеор-М
4. Высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика»
5. Наземный комплекс приема, обработки, распространения и архивации данных
6. Программно-методическое обеспечение обработки спутниковых данных
7. Оперативная продукция (облачность, осадки, температура поверхности морей и океанов, ледяной покров и др.)
8. Региональный космический мониторинг (наводнения, лесные пожары, загрязнение вод и атмосферы, урбанизация, динамика ландшафта и др.)
9. Климатические изменения (динамика состояния ледяного покрова, процесса опустынивания и др.)

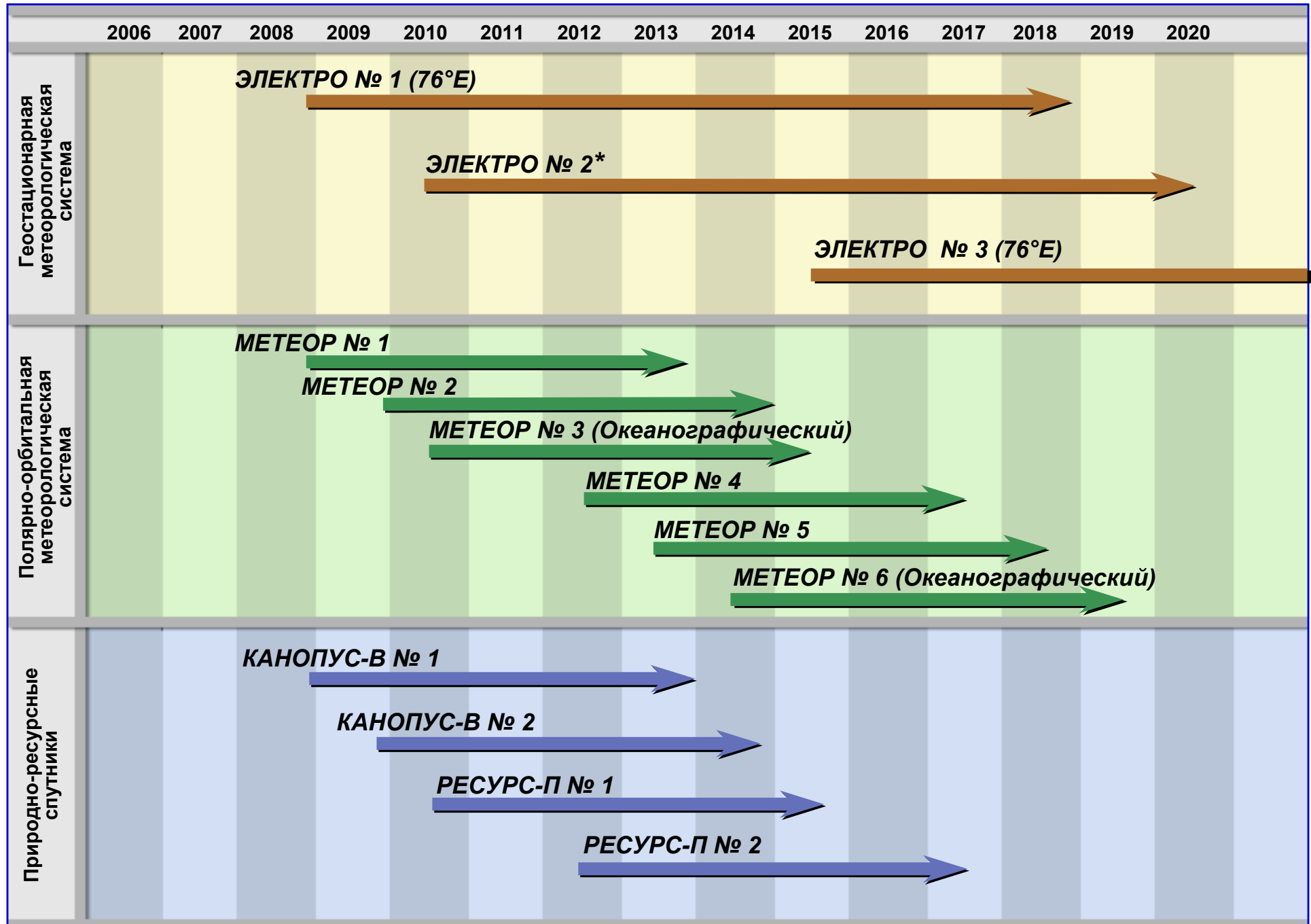
МЕЖДУНАРОДНАЯ ГРУППИРОВКА МЕТЕОСПУТНИКОВ



РОССИЙСКАЯ СПУТНИКОВАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

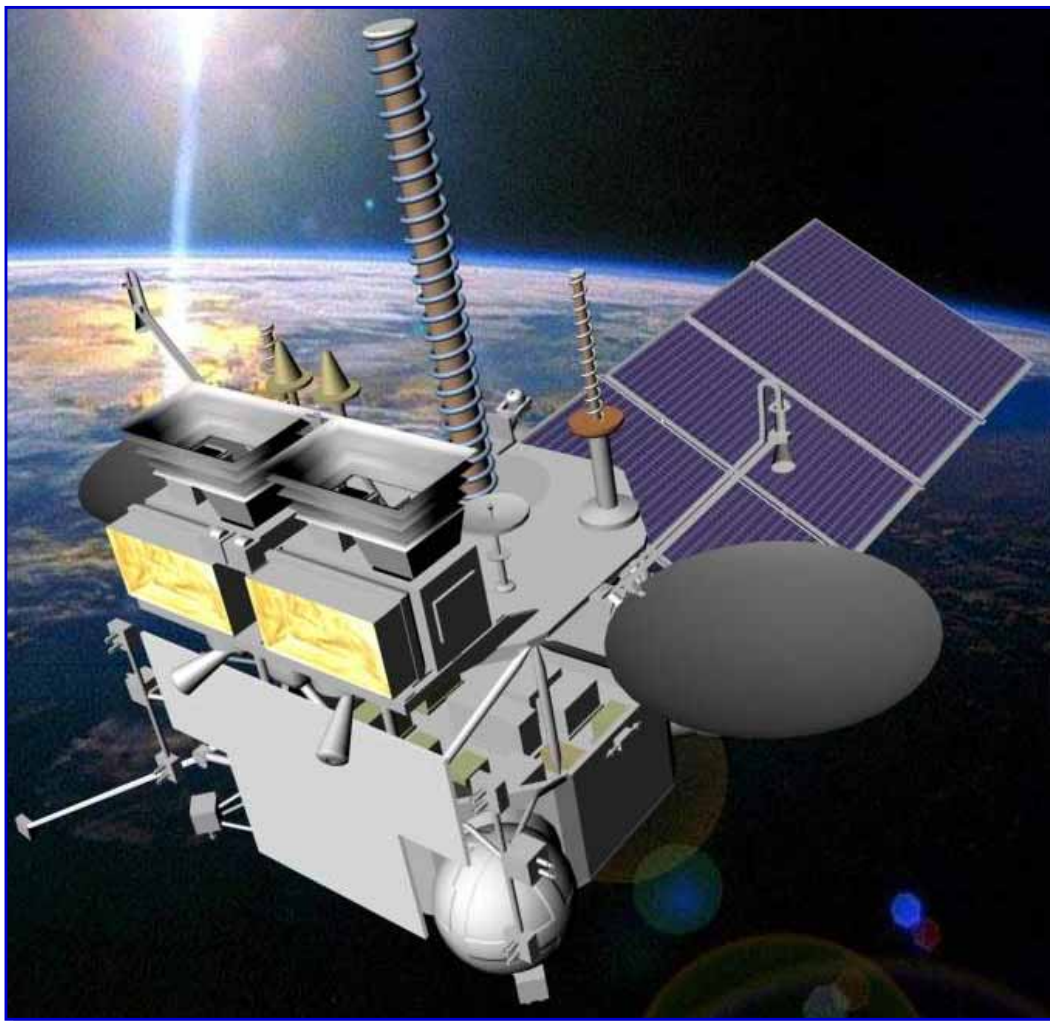


Перспективные российские спутники наблюдения Земли (Федеральная космическая программа России на 2006-2015 гг.)



* - точка стояния будет определена дополнительно

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

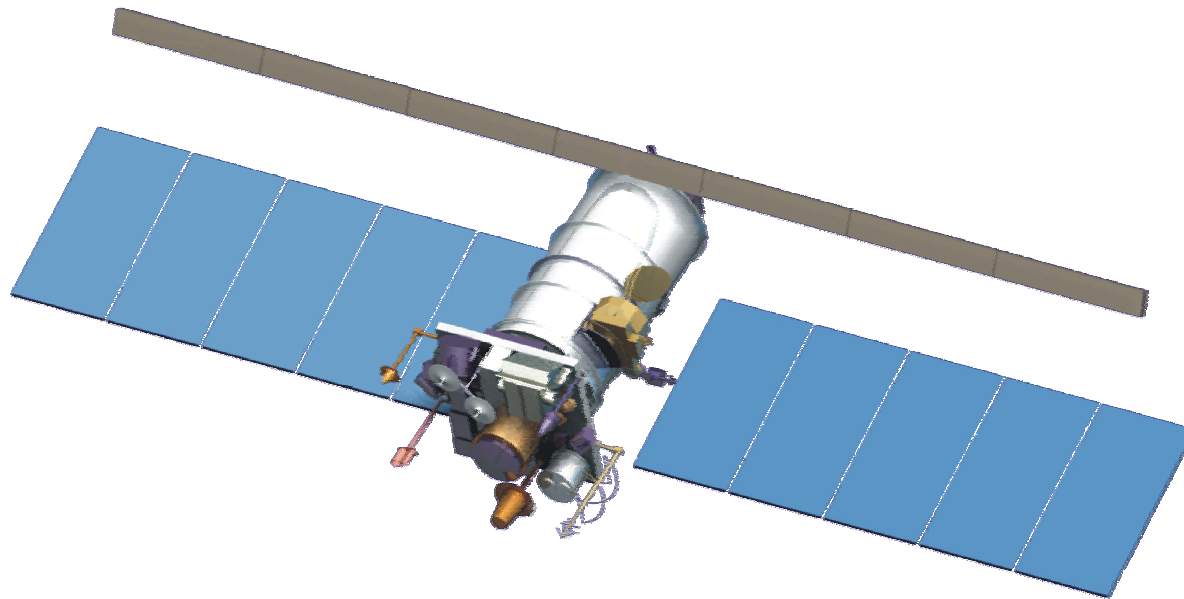
Основные задачи

- 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. x град.)	$20 \pm 0.5 \times 20 \pm 0.5$
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



- **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

Прибор	Применение	Спектральные диапазоны	Полоса обзора (км)	Разрешение (км)
МСУ-МР многоканальное сканирующее устройство метеорологического назначения	Глобальное и региональное картирование облачности, ТПО, ТПС...	0.5 – 12.5 мкм (6 каналов)	3000	1 x 1
КМСС комплекс многоканальной съемки поверхности Земли	Мониторинг земной поверхности	0.4-0.9 мкм (3 канала)	100	0.06/0.1
МТВЗА модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы	Профили температуры и влажности атмосферы, параметры приводного ветра	10.6-183.3 GHz (26 каналов)	2600	12 – 75
ИКФС-2 * усовершенствованный ИК-зондировщик	Профили температуры и влажности атмосферы	5-15 мкм	2000	35
«Северянин» радиолокатор с синтезированной апертурой	Ледовый мониторинг	9500-9700 MHz	600	0.4 x 0.5
Радиомет * модуль радиопросвечивания атмосферы	Профили температуры и давления атмосферы			

* - будет установлен на спутнике МЕТЕОР-М №2



Федеральная служба
по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды



Федеральное космическое
агентство

Высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика»



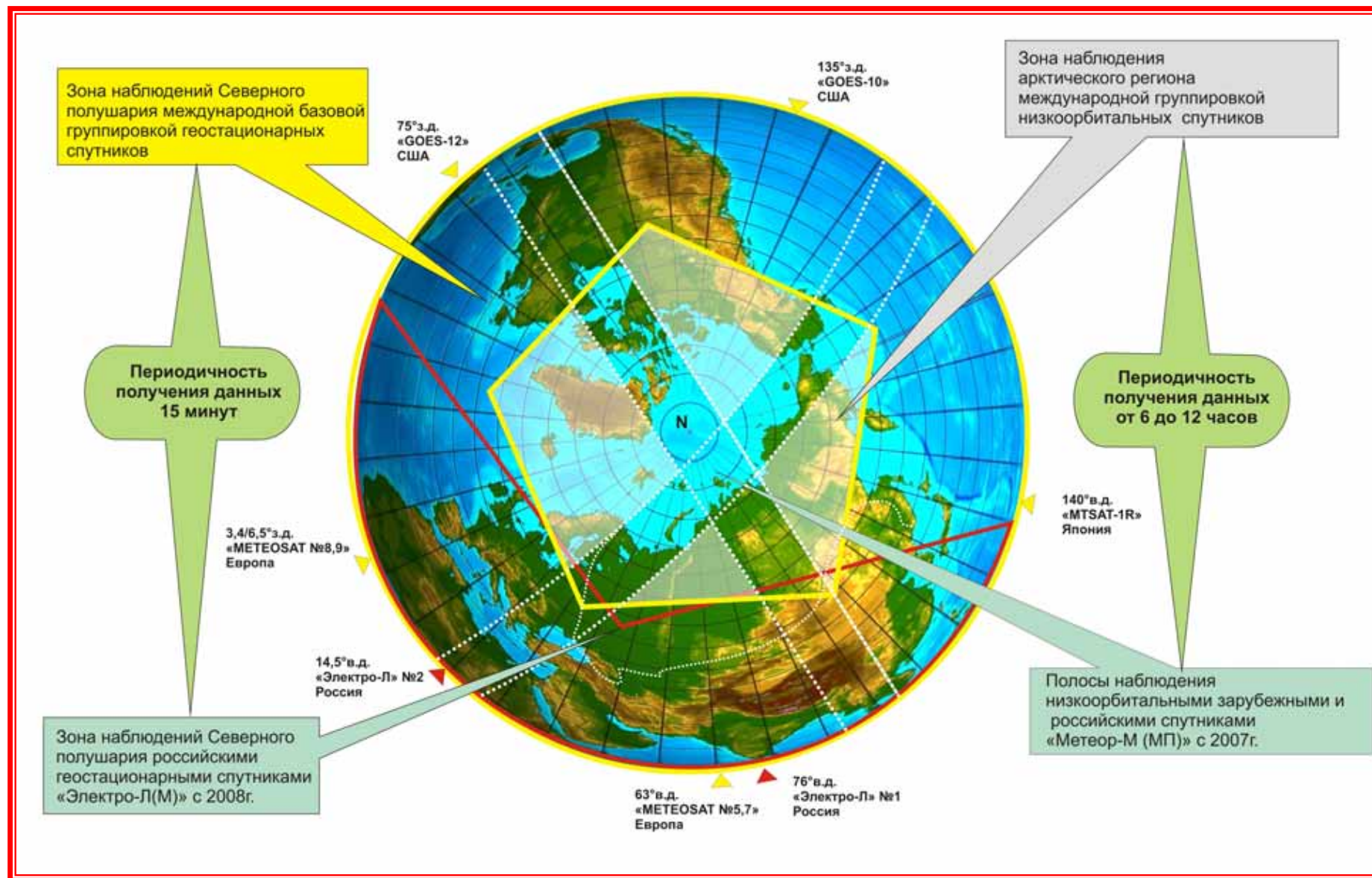
ГУ «Научно-исследовательский
центр космической
гидрометеорологии
«Планета»



Научно-производственное
объединение
им. С.А. Лавочкина

Многоцелевая гидрометеорологическая космическая система «Арктика»

Возможности наблюдения Земли метеоспутниками, создаваемыми в рамках ФКП на период 2005-2015 гг.



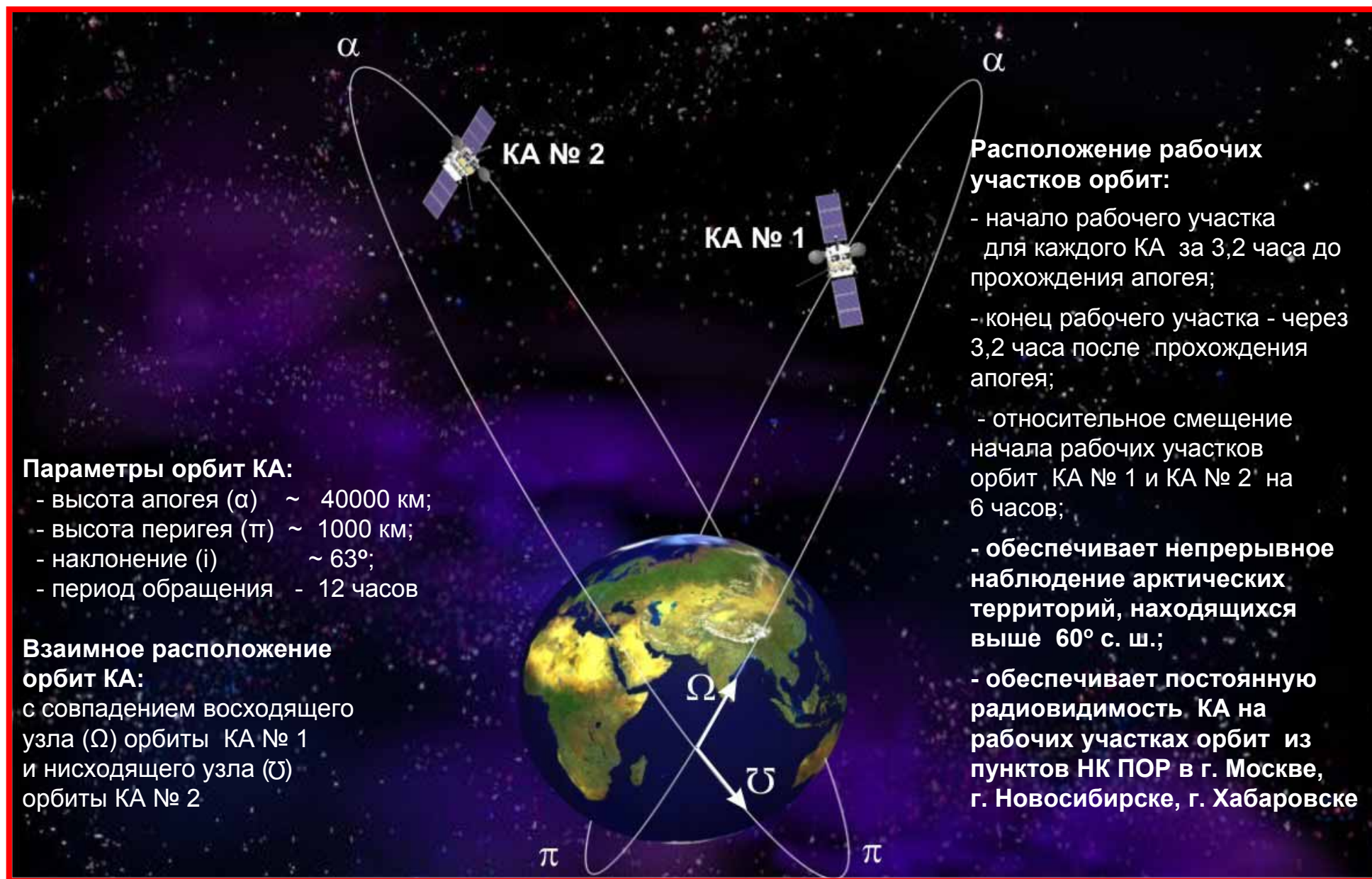
Назначение:

- 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

Преимущества высокоэллиптических орбит (ВЭО) при наблюдении арктического региона



Баллистическое построение космической системы



Наземный сегмент космической подсистемы наблюдения Росгидромета

3 основных центра:

Европа

(Москва-Обнинск-
Долгопрудный)

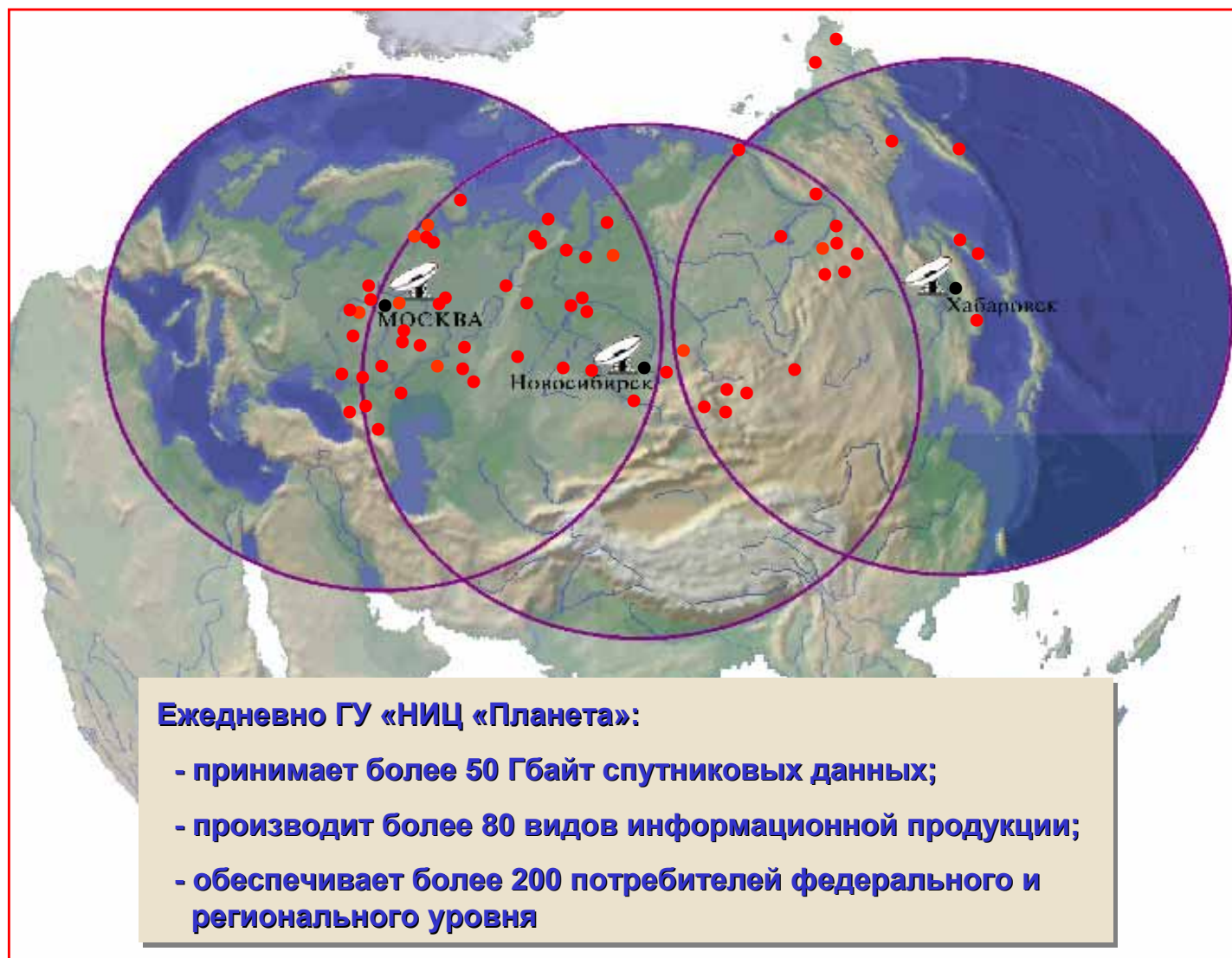
Сибирь

(Новосибирск)

Дальний Восток

(Хабаровск)

- - **68 территориальных центров**



Специализированные комплексы обработки

- автоматизированного построения обзорных и локальных карт облачности;
- анализа динамики облачных образований (карты нефанализа);
- картирования характеристик ледовых покровов;
- картирования температуры водной поверхности;
- картирования снежного покрова;
- картирования характеристик растительного покрова;
- картирования и определения параметров облачного покрова и зон осадков;
- получения данных температурно-влажностного зондирования атмосферы по измерениям микроволновых и ИК-зондировщиков
- картирования пожарной обстановки;
- картирования наводнений;
- картирования динамических структур на водной поверхности;
- автоматизированной классификации многозональных спутниковых изображений;
- поддержки базы данных векторной топографической карты территории России;
- анализа рядов космических данных;
- подсистемы архивации исходной и обработанной информации;
- подготовки и использования прогностической информации и данных наземных наблюдений;
- обнаружения и мониторинга опасных гидрометеорологических явлений;
- построения карт полей ветра;
- комплексной обработки данных различного разрешения, спектральных диапазонов и времени съемки.

Система тематической обработки многозональной спутниковой информации

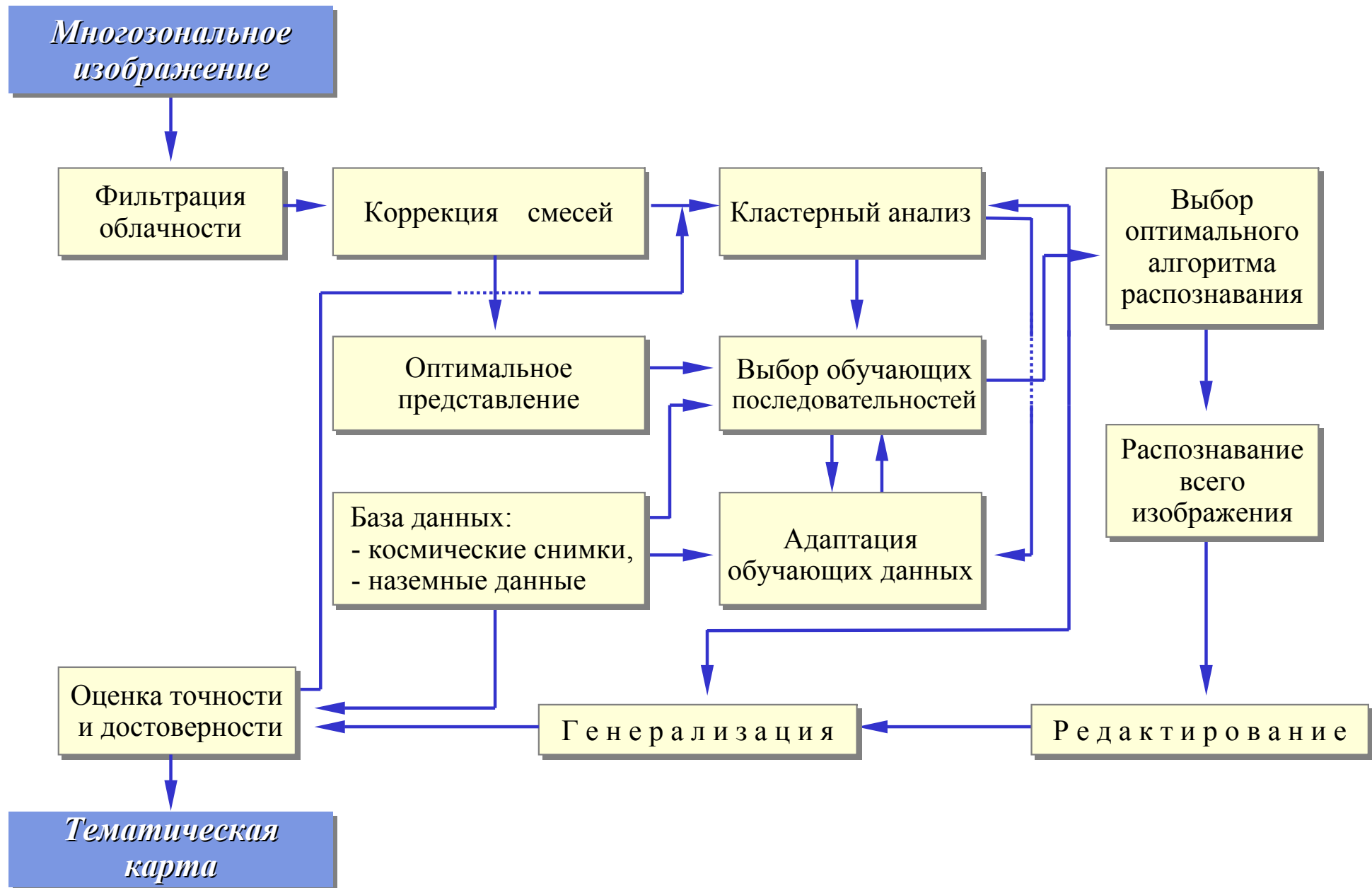


- Декорреляция и фильтрация спутниковых изображений
- Географическая привязка
- Трансформирование в картографические проекции и монтаж изображений
- Распознавание и классификация объектов окружающей среды
 - кластерный анализ (метод сгущения; метод анализа многомерной гистограммы)
 - распознавание с обучением (поэлементный и 8 объектных классификаторов)
- Выделение линеаментов и кольцевых структур
- Определение пространственных перемещений объектов по разновременным спутниковым изображениям

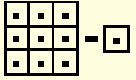
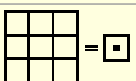
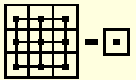
Выходная продукция:

- Карты облачности (тип облачности, балльность, повторяемость и др.)
- Комплексные карты состояния окружающей среды (почвенный, растительный, снежный и ледовый покровы; землепользование; линеаменты, кольцевые структуры, разломные зоны и др.)
- Карты территорий, подверженных опасным природным и техногенным воздействиям (очаги лесных пожаров, районы аварий на нефтепроводах, площади наводнений, зоны деградации почвенно-растительного покрова и др.)
- Карты климатических изменений (площади покрытия морского льда, территории опустынивания и др.)
- Карты состояния сельскохозяйственных культур.
- Карты прогноза изменения параметров окружающей среды (растительный, снежный и ледовый покров; дрейф облачных, водных и ледовых объектов).

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ



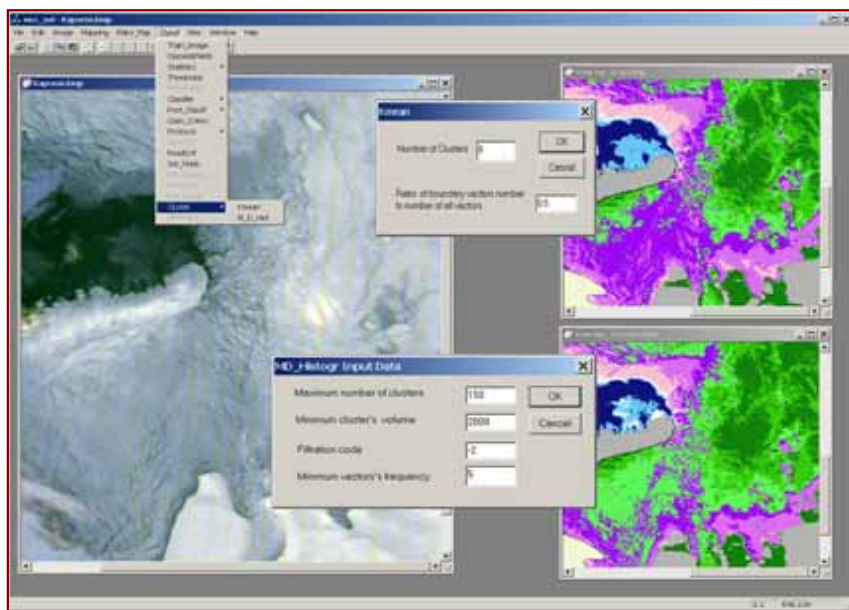
ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ

№ п/п	Объект	Пространственная модель	Дискриминантная функция p (объект ω_i)	Использование пространственных характеристик
1.	x_j		$-(x_j - \mu_i)' \sum^{-1} (x_j - \mu_i)$	нет
2.	X		$\sum_{j=1}^9 I_j^i$ и $I_j^i = \begin{cases} 1, \text{ когда } x_j \text{ из } w_i \\ 0, \text{ в противном случае} \end{cases}$	неявно
3.			$\prod_{j=1}^9 p(x_j \omega_i)$	
4.	$Z = \frac{1}{9} \sum_{j=1}^9 X_j$		$-N(z - \mu_i)' \sum^{-1} (z - \mu_i)$	неявно с усреднением
5.			$-(z - \mu_i)' \sum^{-1} (z - \mu_i)$	
6.			$-(z - \mu_i)' D^{-1} (z - \mu_i)$ и $D = (1/81)s(R)\Sigma$, $s(R)$ – сумма всех элементов R	
7.	$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_9 \end{pmatrix}$		$\prod_{j=1,2,3,7,8,9} p(x_j \omega_i) \prod_{j=4,5} p(x_j x_{j+1}, \omega_i) p(x_6 \omega_i)$	явно
8.			$\prod_{j=1,2,4,7,8,9} p(x_j x_{j+1}, \omega_i) \prod_{j=3,6,9} p(x_j \omega_i)$	
9.			$\prod_{j=1,3,5,7,9} p(x_j \omega_i) \prod_{j=2,4,6,8} p(x_j x_5, \omega_i)$	
10.			$\prod_{j=1, j \neq 5}^9 p(x_j x_5, \omega_i) p(x_5 \omega_i)$	
11.			$\prod_{j=1,2,7,8} p(x_j x_{j+1}, \omega_i) \prod_{j=5,6} p(x_j x_{j-1}, \omega_i) \times$ $\times \prod_{j=3,4} p(x_j x_{j+3}, \omega_i) p(x_9 \omega_i)$	
12.			$\prod_{j=1,2,4,5} p(x_j x_{j+3}, \omega_i) \prod_{j=3,6} p(x_j x_{j+3}, \omega_i) \times$ $\times \prod_{j=7,8} p(x_j x_{j+1}, \omega_i) p(x_9 \omega_i)$	
13.			$\prod_{j=1,2,4,5} p(x_j x_{j+1}, x_{j+3}, x_{j+4}, \omega_i) \prod_{j=3,6} p(x_j x_{j+3}, \omega_i) \times$ $\times \prod_{j=7,8} p(x_j x_{j+1}, \omega_i) p(x_9 \omega_i)$	

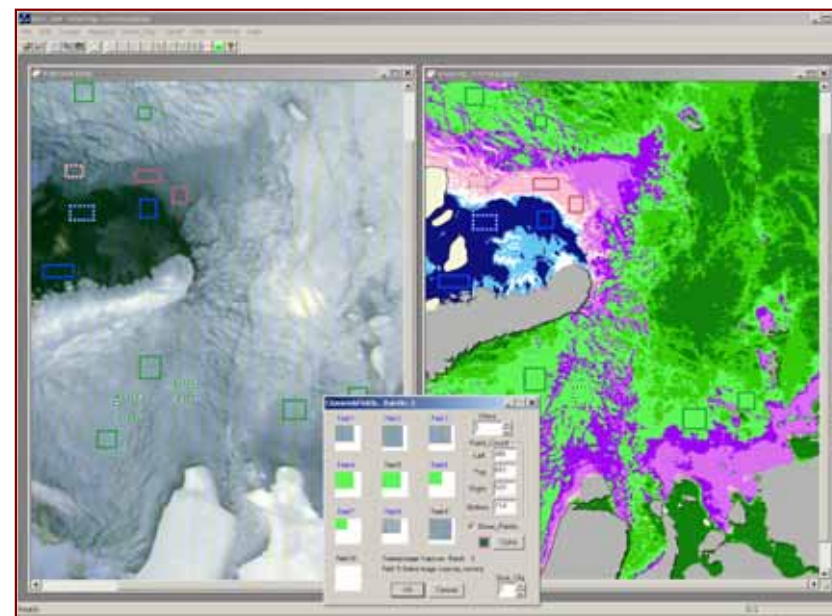
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПОДСИСТЕМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ



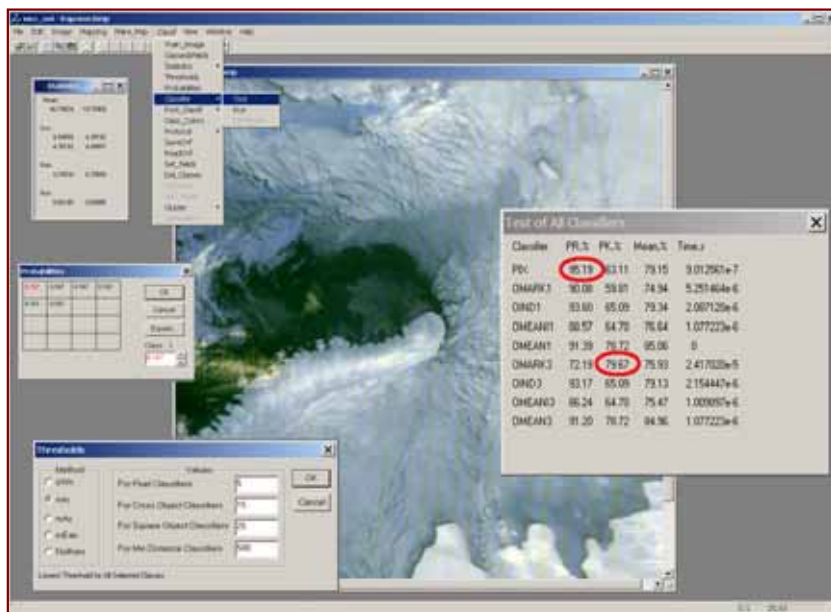
Этапы технологии автоматизированного распознавания ледовых объектов по многозональным спутниковым данным



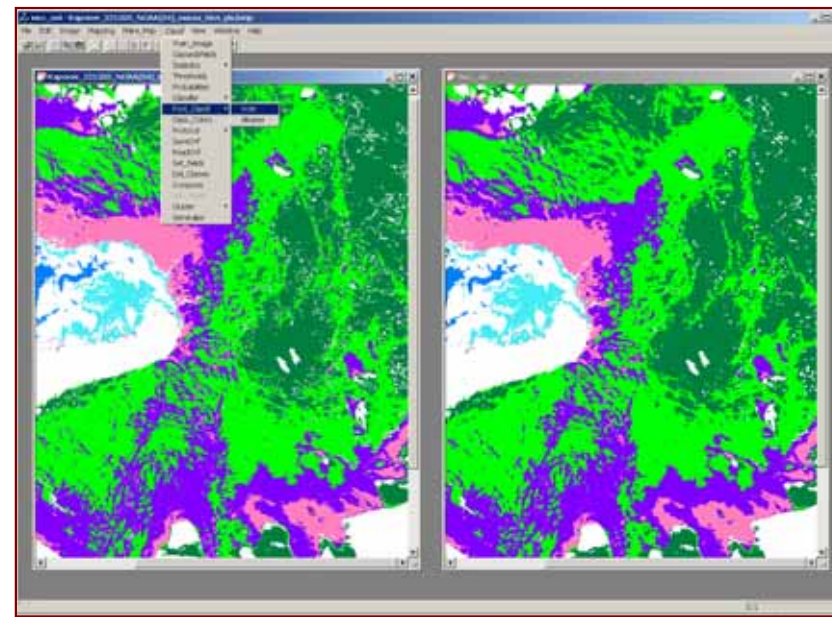
Кластерный анализ



Выбор тестовых участков

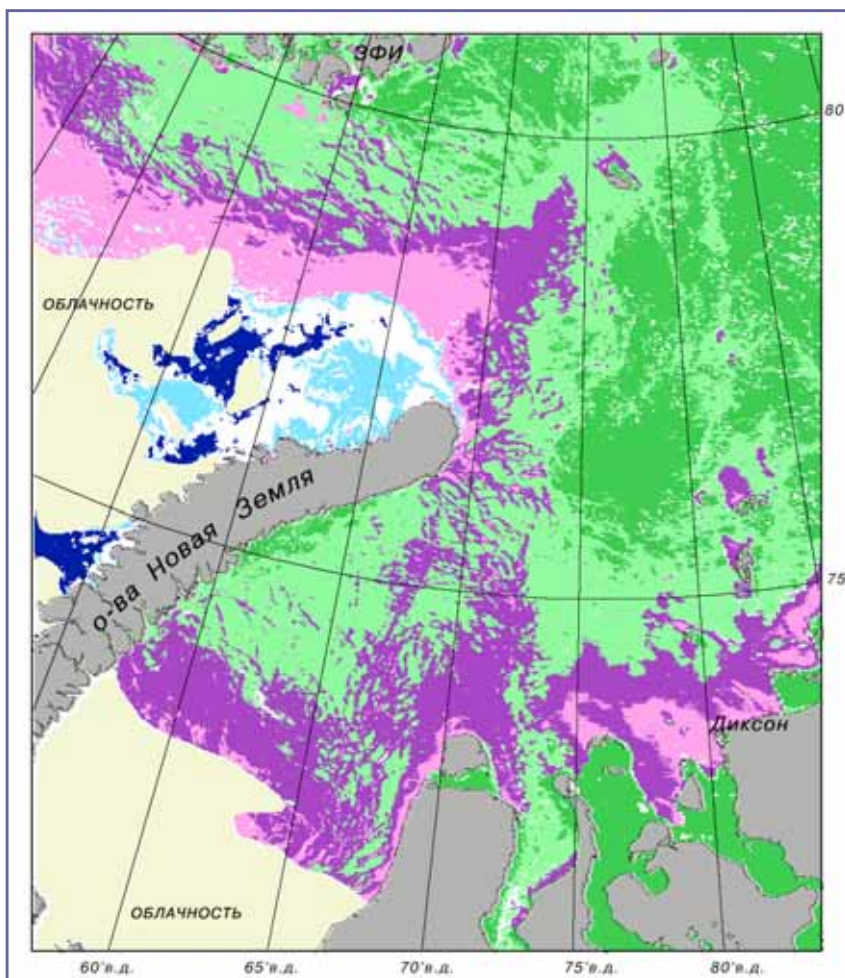


Выбор метода распознавания



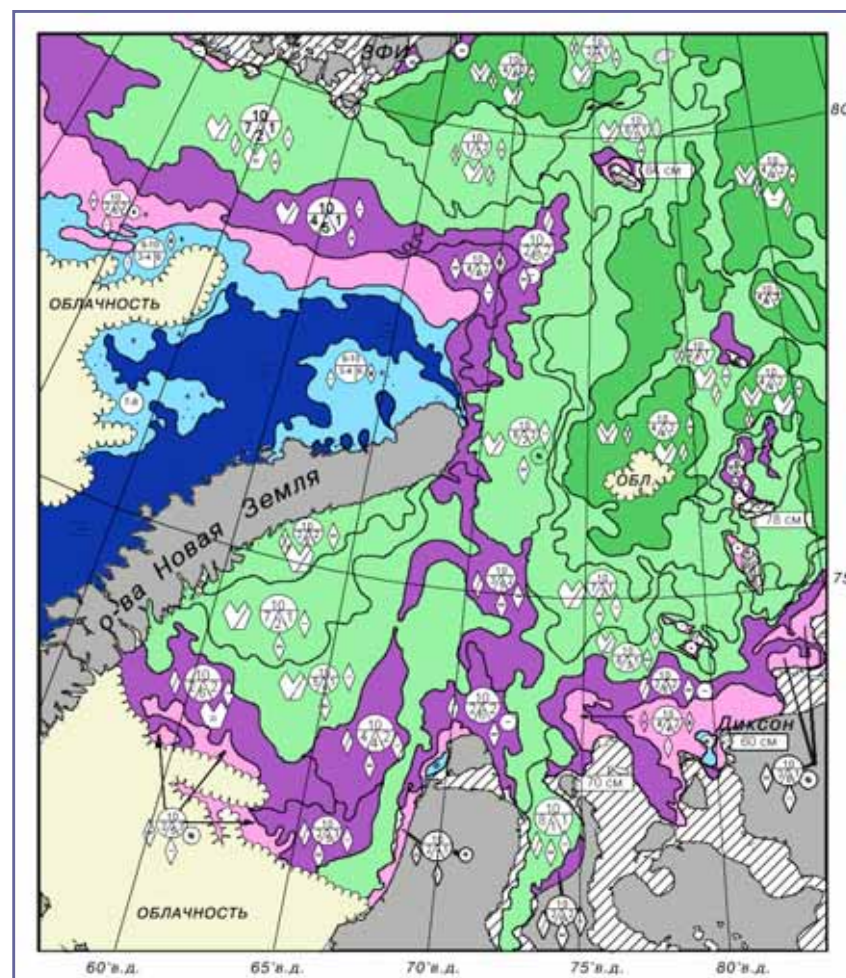
Классификация и сглаживание результата

Построение карты ледовой обстановки на участке трассы ЗФИ – м.Желания – о.Диксон



Результат автоматизированного распознавания с обучением
(по данным ИСЗ NOAA-12 (3,4 канал) 22.12.2005

- | | |
|--|--|
| - чистая вода | - зона с преобладанием тонкого однолетнего льда (30-70 см) |
| - ниласовые льды (до 10 см) | - зона с преобладанием среднего однолетнего льда (70-120 см) |
| - зона с преобладанием серого льда (10-15 см) | - облачность |
| - зона с преобладанием серо-белого льда (15-30 см) | - n+1 класс |



Карта-схема ледовой обстановки, полученная методом
интерактивного дешифрирования 22.12.2005

Возрастные характеристики
(толщина) дрейфующего льда в см:

- чистая вода
- нилас, склянка (до 10)
- серый лед (10-15)
- серо-белый лед (15-30)
- тонкий однолетний (белый) лед (30-70)

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)

Возрастные характеристики
(толщина) припая в см:

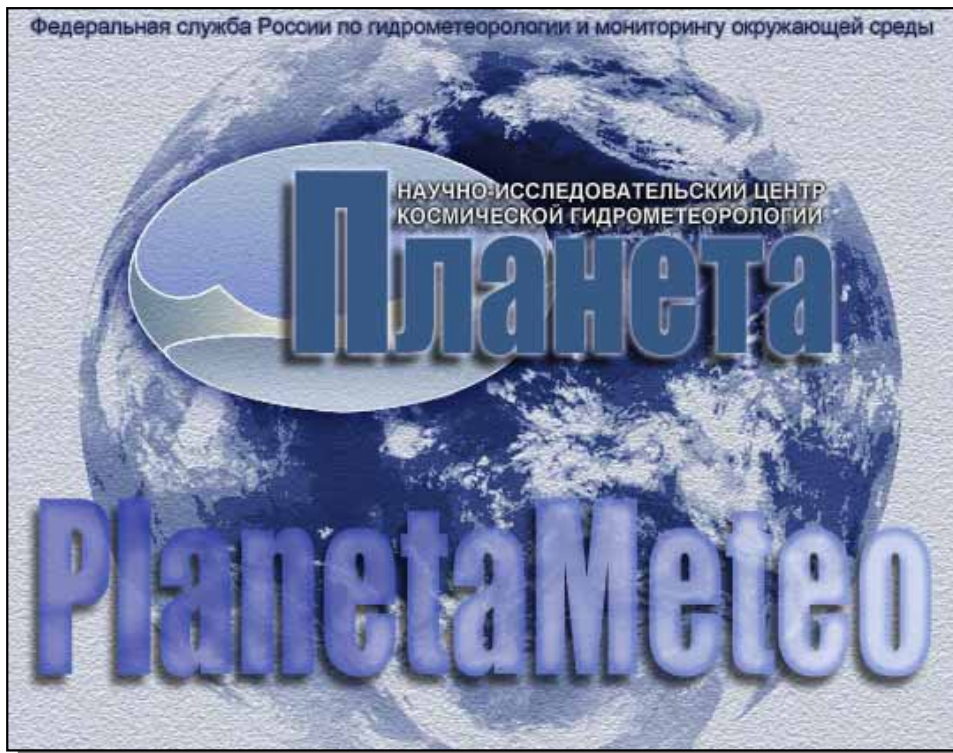
- тонкий однолетний
- белый лед (30-70)
- однолетний лед средней толщины (70-120)

Обобщенные характеристики льда:

- сплоченность льда в баллах

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

Многофункциональная программная система предварительной и тематической обработки информации ИСЗ NOAA, TERRA, Meteosat, GOES, MTSAT, Метеор, Ресурс, Океан

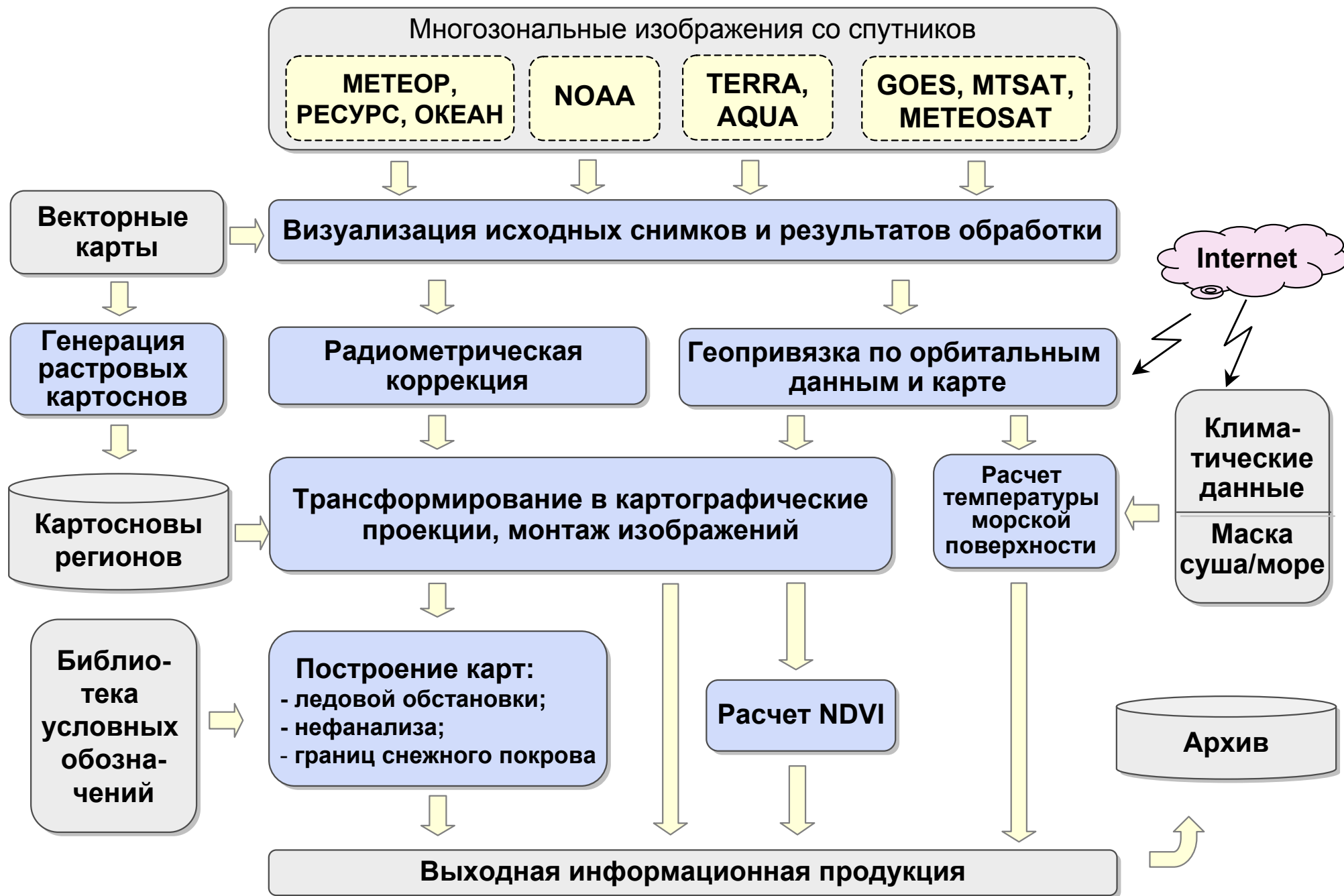


Программно – аппаратная среда:

Pentium II-300Mhz,
RAM 256Mb,
HDD – свободно 300Mb,
SVGA True Color 1024x768 ,
Windows 95/98/2000/NT.

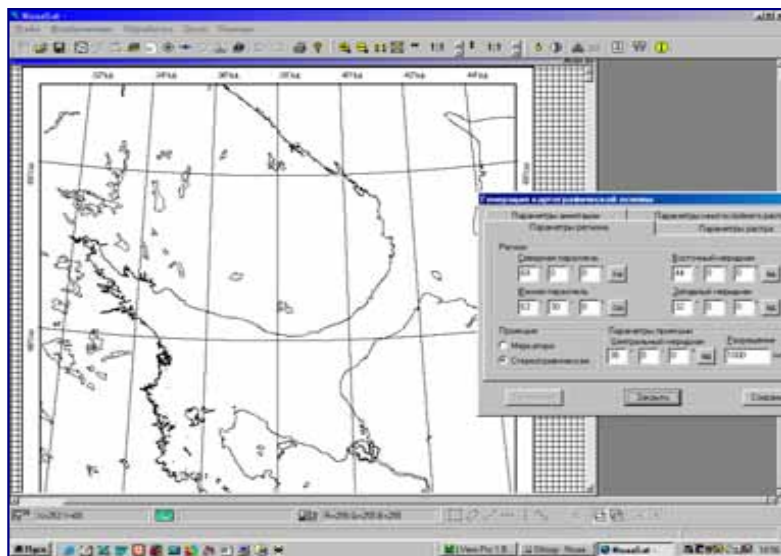
- Распаковка и визуализация исходных изображений в форматах 8, 10 и 12 бит
- Работа с файлами неограниченного объема
- Радиометрическая коррекция
- Географическая привязка по орбитальным параметрам и OTM
- Трансформирование в картографические проекции и монтаж изображений
- Генерация картоснов регионов
- Создание карт облачного (нефанализ) и снежного покровов
- Построение карт распределения вегетационного индекса
- Построение температурных карт морской поверхности
- Построение карт ледовой обстановки

Структурная схема технологического процесса

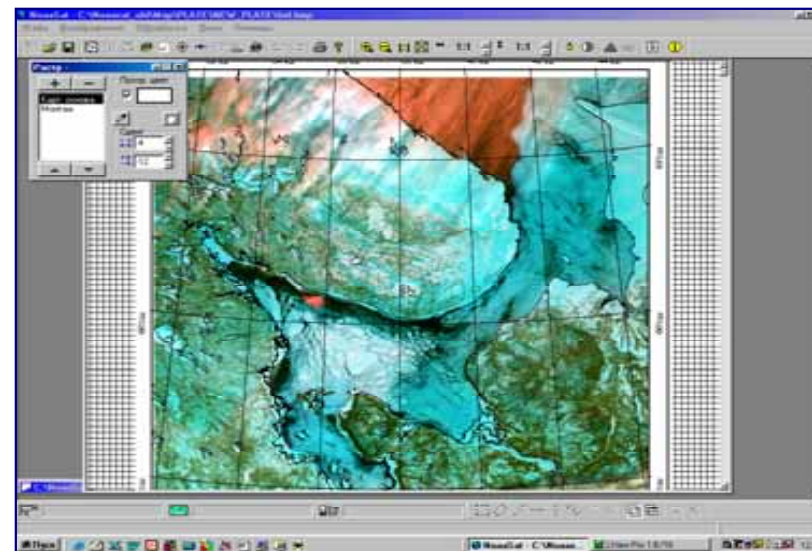


© ГУ «НИЦ «Планета»

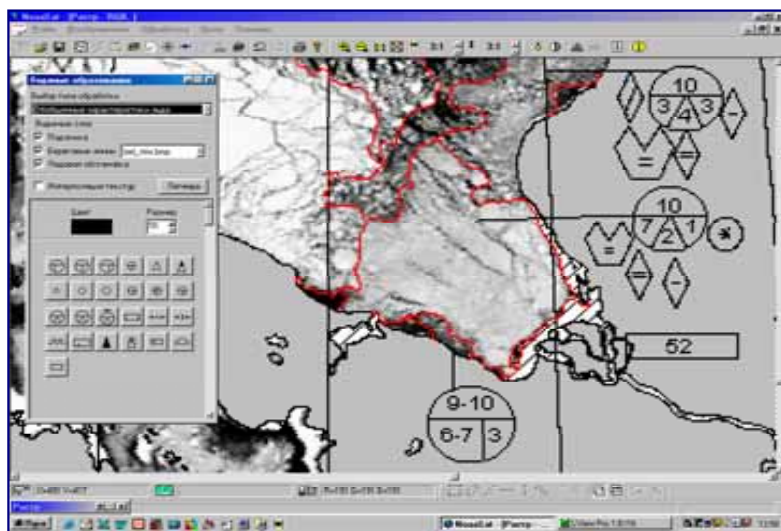
ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЛЕДОВЫХ КАРТ



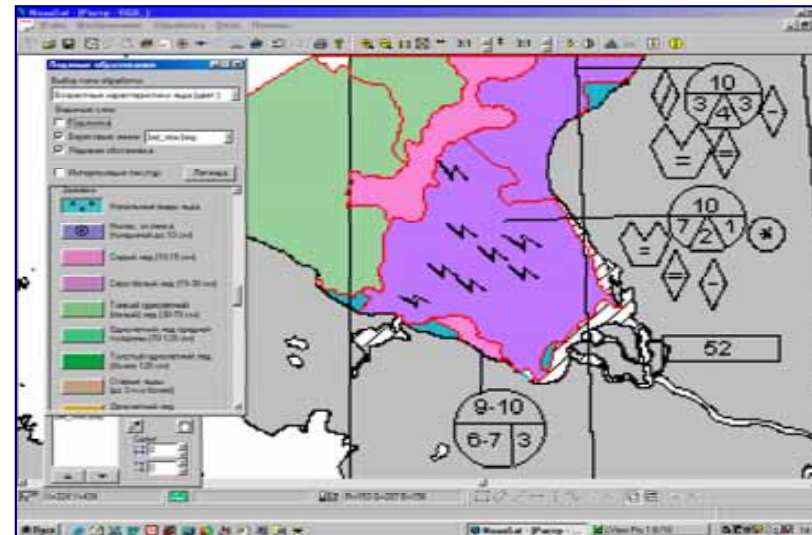
Генерация картографической основы



Трансформирование спутникового изображения в картографическую основу



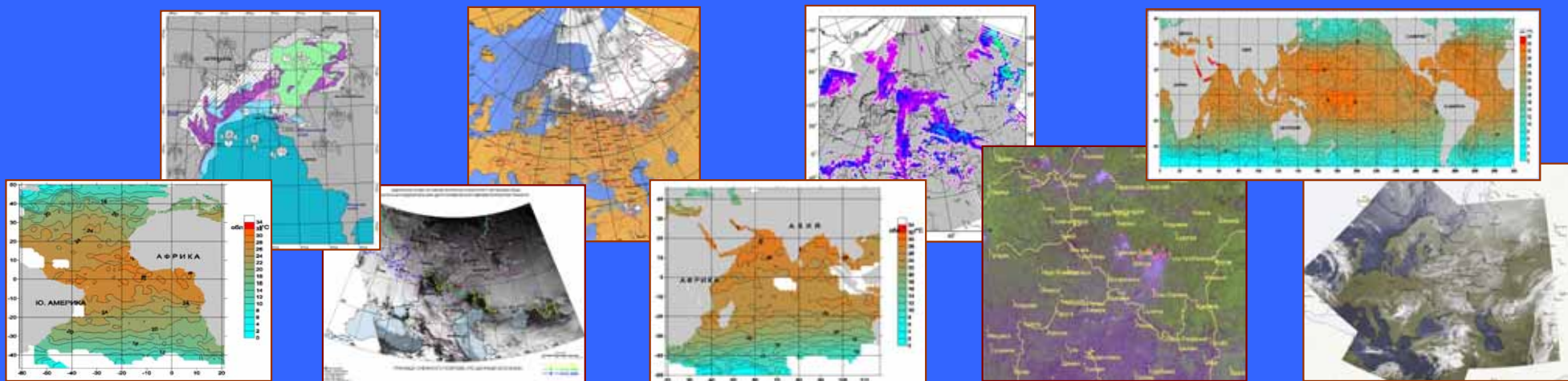
Нанесение границ и символов обобщенных характеристик льда



Условная раскраска по возрасту льда



ОПЕРАТИВНАЯ ПРОДУКЦИЯ



ОБЛАЧНОСТЬ



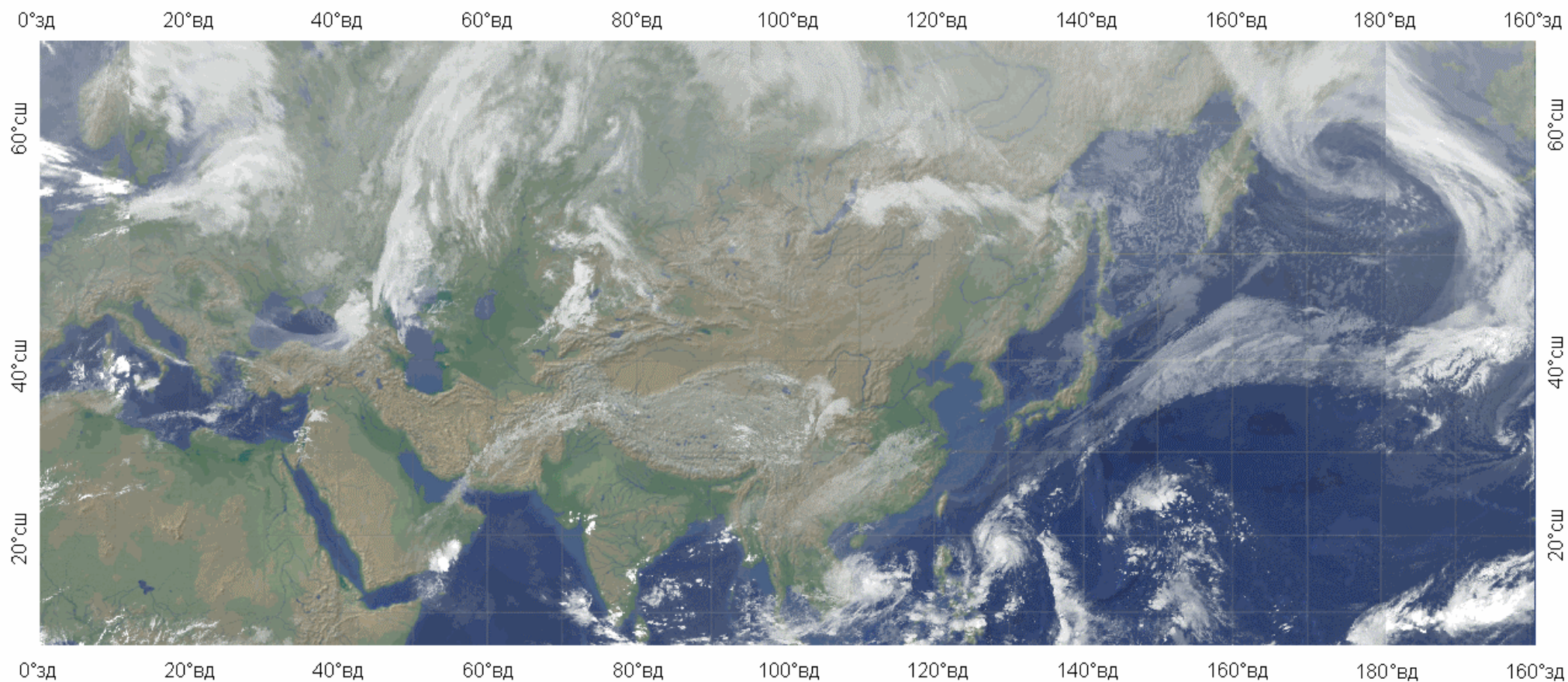
Эволюция облачного покрова. Евразия

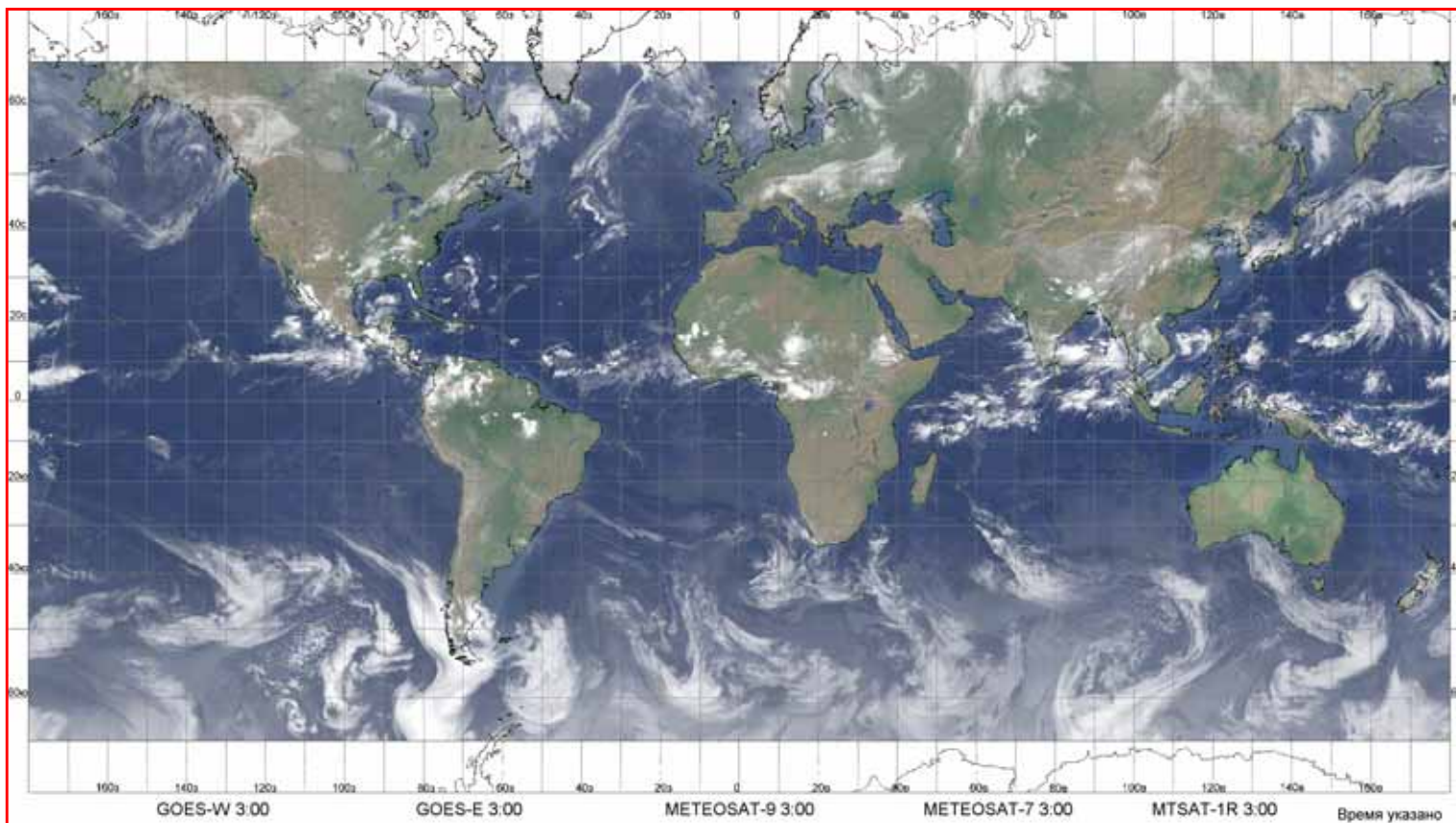
METEOSAT 9, METEOSAT 7, MTSAT 1R, GOES-10



Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ГУ "НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ "ПЛАНЕТА"

2007.11.03 : 09.00



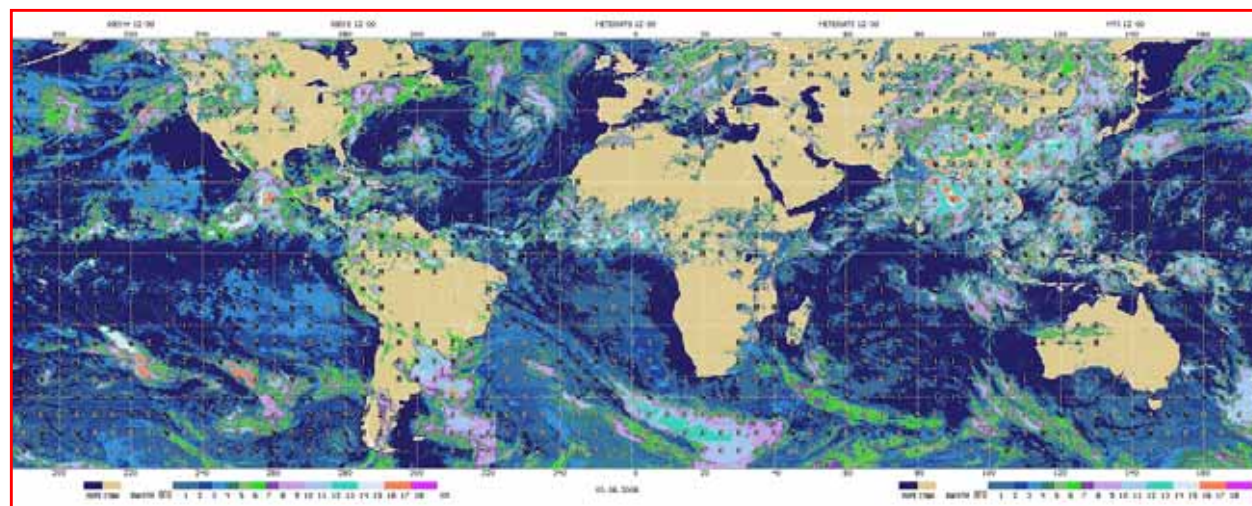


Глобальная карта облачности

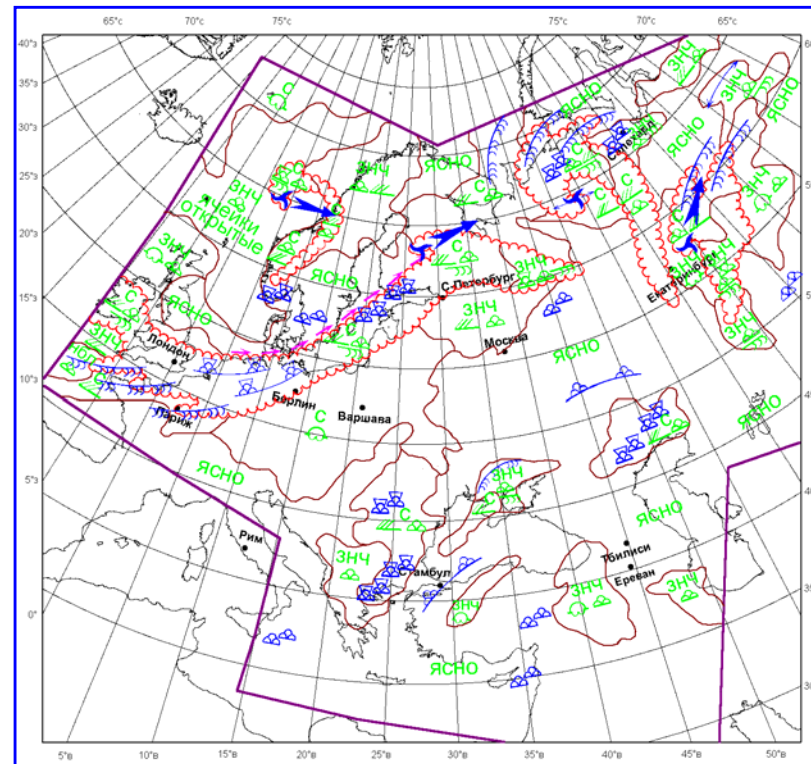
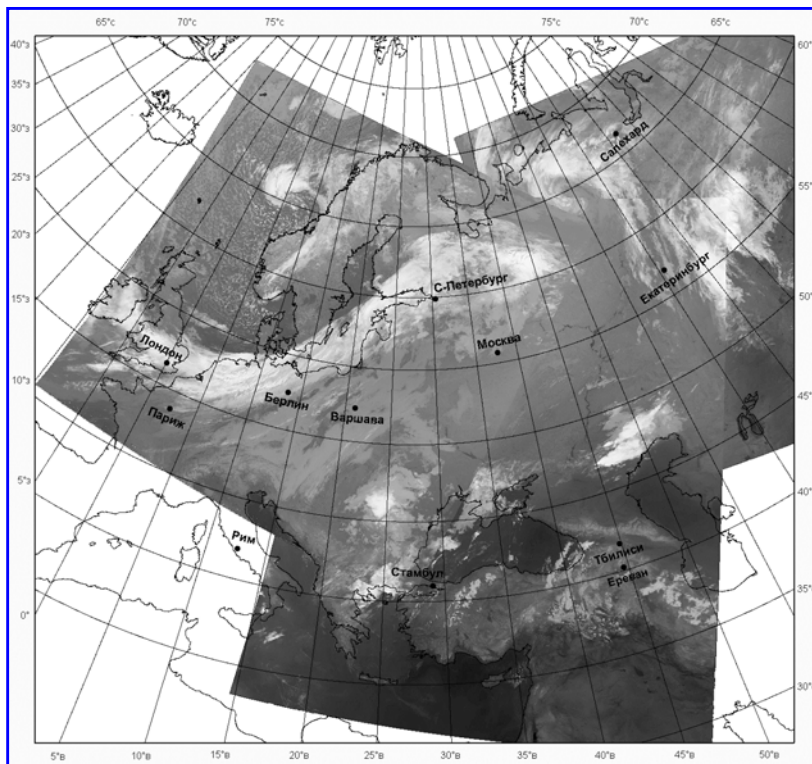


ИК-диапазон 10.5-12,5 мкм
30.08.2007 г.

Глобальная карта облачности
(балльность, высота) по
данным геостационарных ИСЗ



Карта нефанализа



ИСЗ NOAA (AVHRR, 10,3 -11,3 мкм)

02.09.2007 22:01 – 03.09.2007 01:25 СГВ

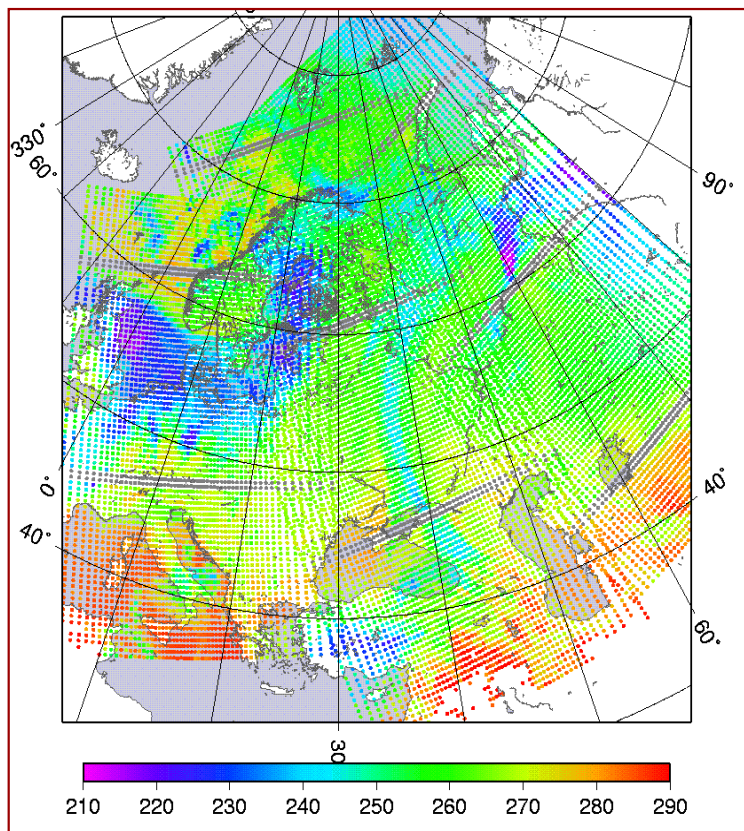
- слоистообразные облака
- кучевообразные облака
- слоисто-кучевообразные облака - ячейки закрытые
- перистообразные облака
- кучево-дождевые или мощные кучевые облака
- небольшая облачность
- значительная облачность
- сплошная облачность
- границы главных облачных образований
- границы облачных образований не относящихся к главным
- граница снега
- граница льда
- струйное течение
- центр облачного вихря
- облачная спираль в виде запятой
- фронтальная волна
- мезовихрь
- центр циклонической завихренности

- полосы кучевообразных облаков
- полосы кучево-дождевых облаков
- полосы перистообразных облаков
- отчетливые полосы облаков
- ожидается разрушение облачного вихря
- ожидается регенерация облачного вихря
- разрушающийся облачный вихрь остается малоподвижным
- активная облачная зона с признаками циклогенеза с последующим образованием вихря
- зона активной облачности не связанная с циклогенезом (зона повышенной конвекции)
- участок фронтальной облачной полосы
- ожидается обострение фронтальной облачной полосы
- ожидается разрушение фронтальной облачной полосы
- малоподвижная фронтальная облачная полоса
- направление смещения облачных образований
- локальное скопление кучево-дождевых облаков
- локальное скопление кучевообразных облаков



ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ

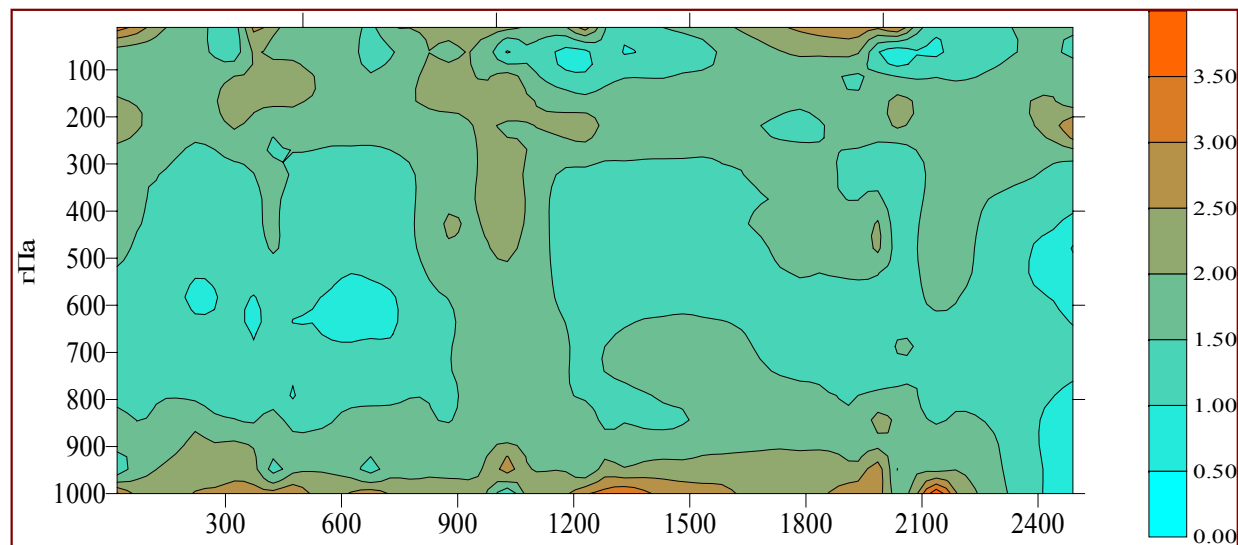
**Покрытие данными ТВЗА
(NOAA-16),
Московская зона видимости**



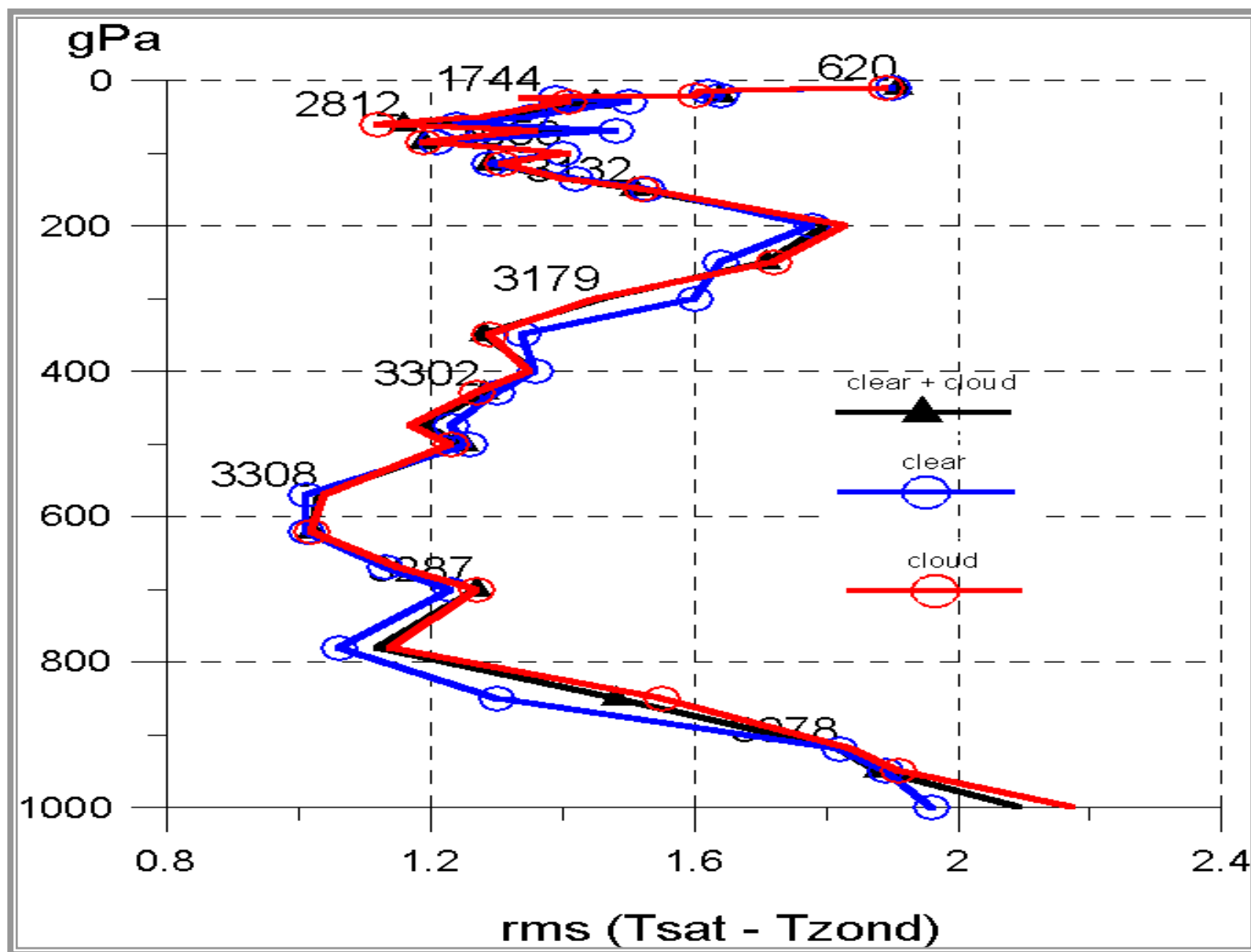
ИСЗ NOAA-16/HIRS 11.1 мкм

31.01.2006 09:14

**Статистика ошибок результатов температурного
зондирования атмосферы за 2006 г.**



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



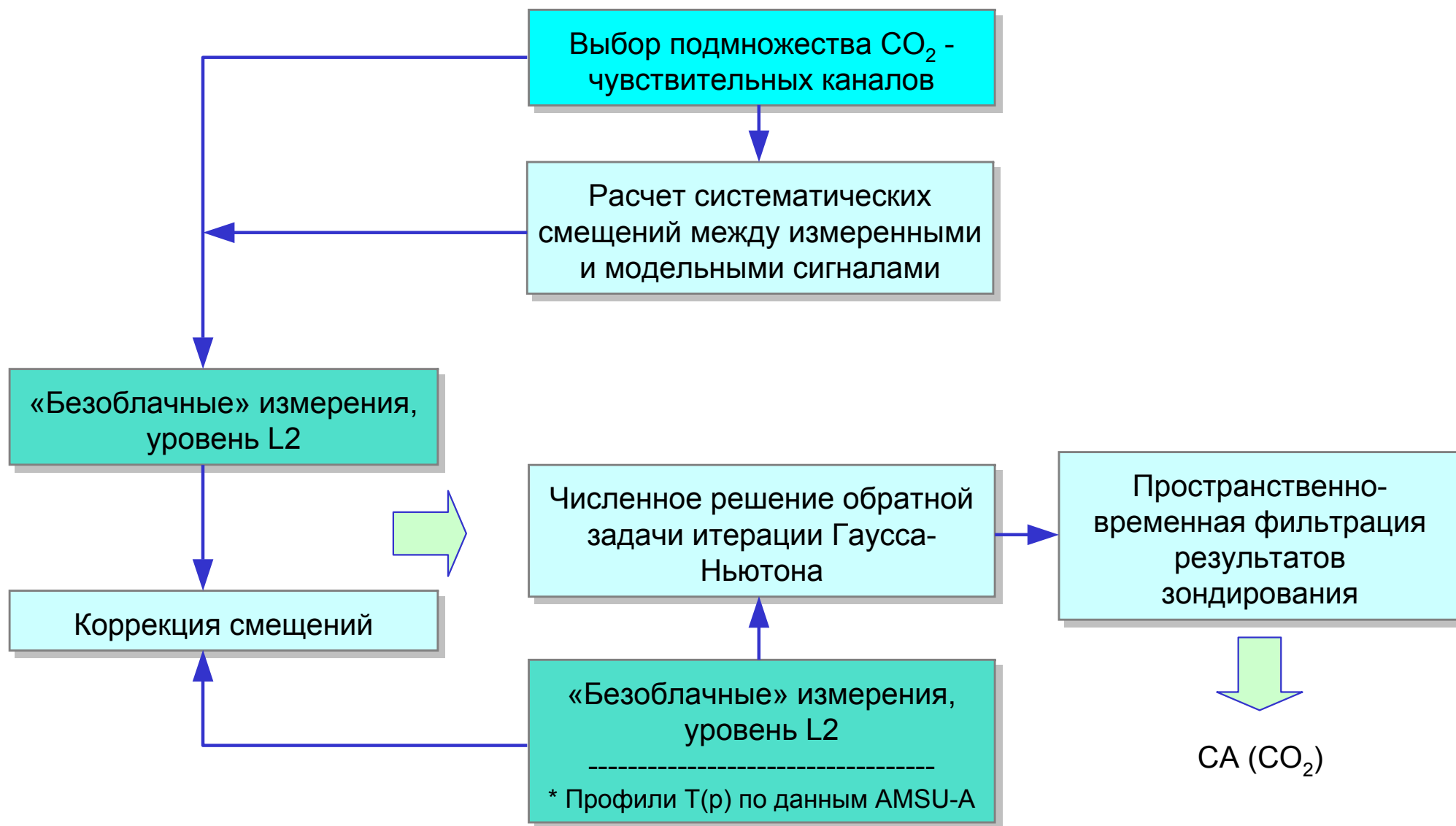
**ДИСТАНЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ
ТРОПОСФЕРНОГО CO₂ ПО ДАННЫМ
AIRS**

Характеристики аппаратуры AIRS

FACTS ABOUT AIRS

Size:	stowed: 116.5 x 80 x 95.3 cm deployed: 116.5 x 158.7 x 95.3 cm
Mass:	177 kg
Power:	220 W
Data Rate:	1.27 Mbps
Spectral Range:	IR: 3.74 - 15.4 μm Vis/NIR: 0.4 - 1.0 μm
Channels:	IR: 2378 Vis/NIR: 4
Aperture:	10 cm
Instrument Field of View:	IR: 1.1° (= 13.5 km @ nadir) Vis/NIR: 0.2° (= 2.3 km @ nadir)
Swath Width:	99° (= 1650 km)
Scan Sampling:	IR: 90 x 1.1°
Pointing Accuracy:	IR: 0.1°
Thermal Control:	IR detectors: active cooler @ 60 K Passive radiator @ 150 K Electronics @ ambient
Prime Contractor:	British Aerospace Systems (formerly Lockheed-Martin)
Responsible Organization:	Jet Propulsion Laboratory

Функциональная схема анализа данных AIRS для получения оценок общего содержания тропосферного диоксида углерода

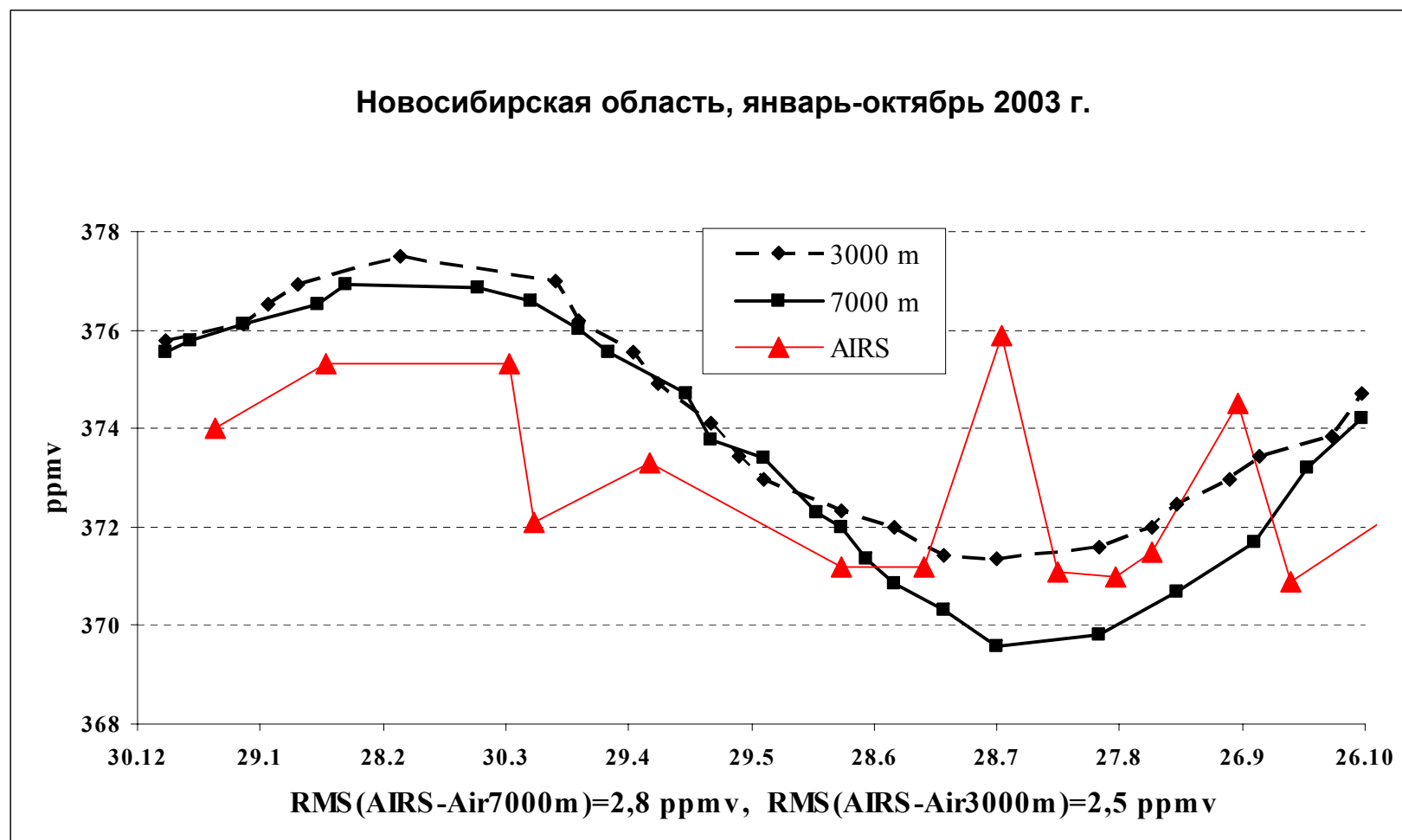


* Профили T(p) по данным AMSU-A используются для разделения эффектов вариации T(p) и CO₂

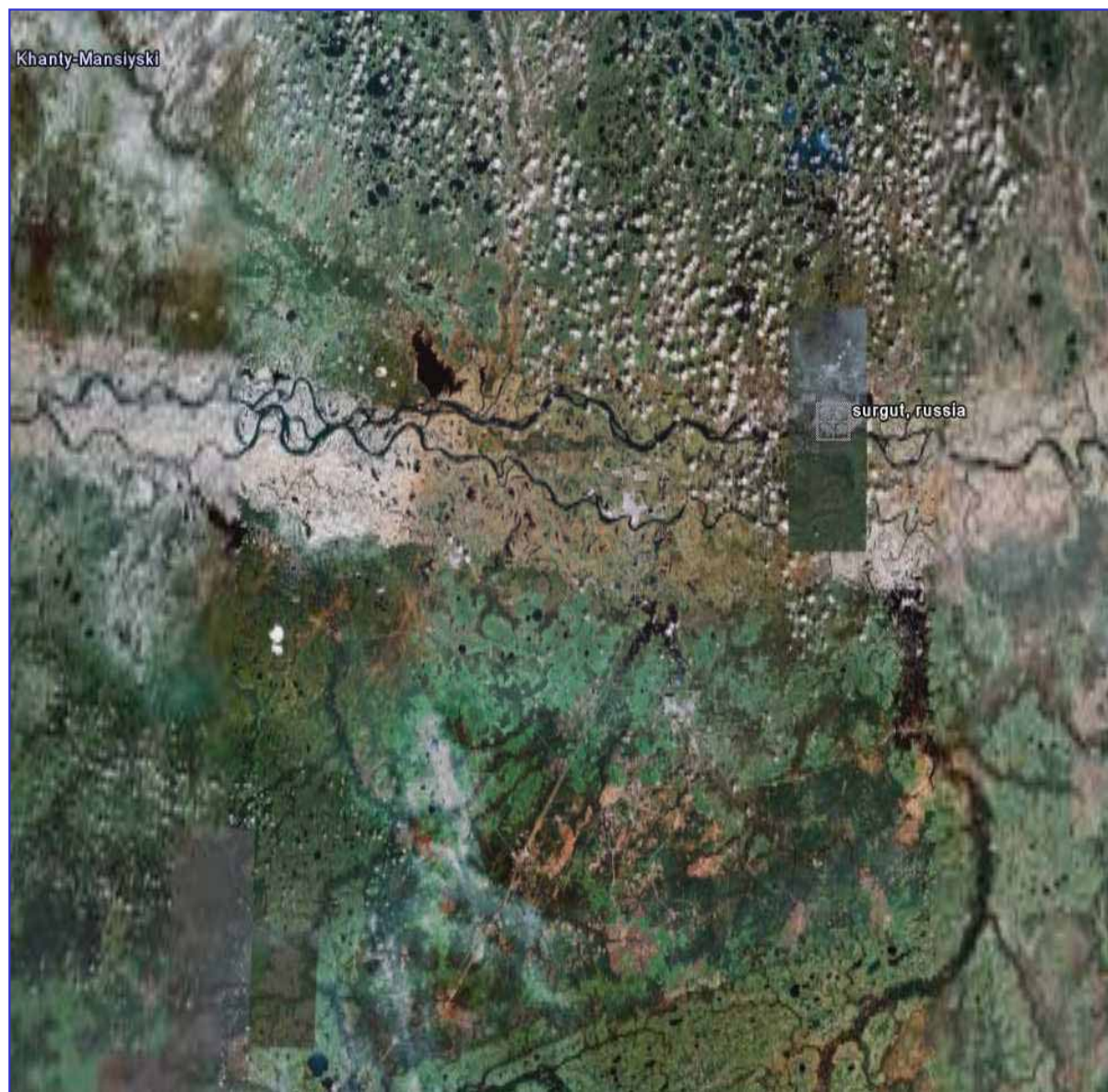
Район зондирования над бореальными лесами (Новосибирская область)



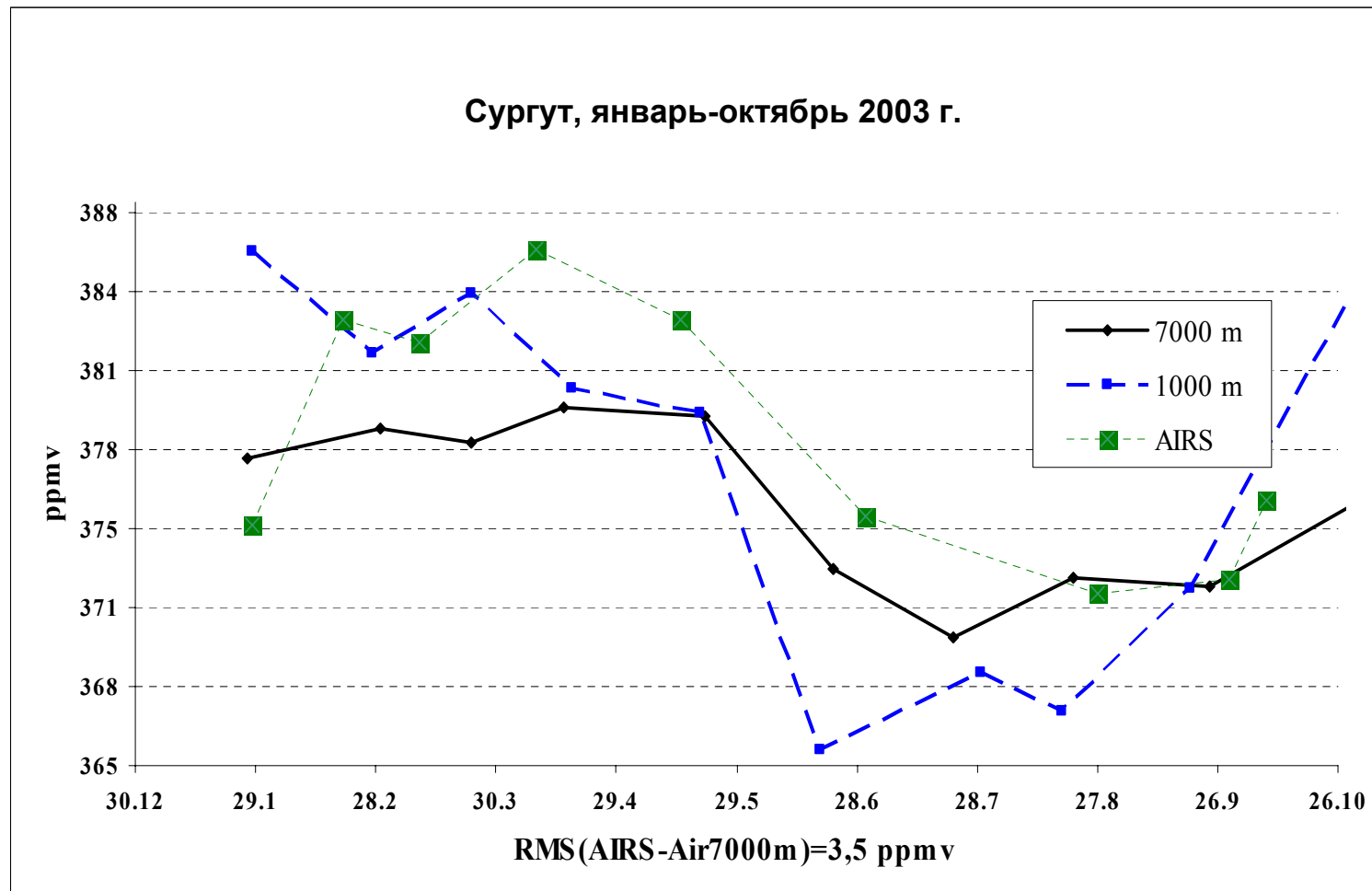
Сравнение спутниковых оценок ОС(CO₂) с данными самолетных наблюдений



Район зондирования - Сургут



Сравнение спутниковых оценок ОС(CO₂) с данными самолетных наблюдений



Наблюдения за тропическими циклонами

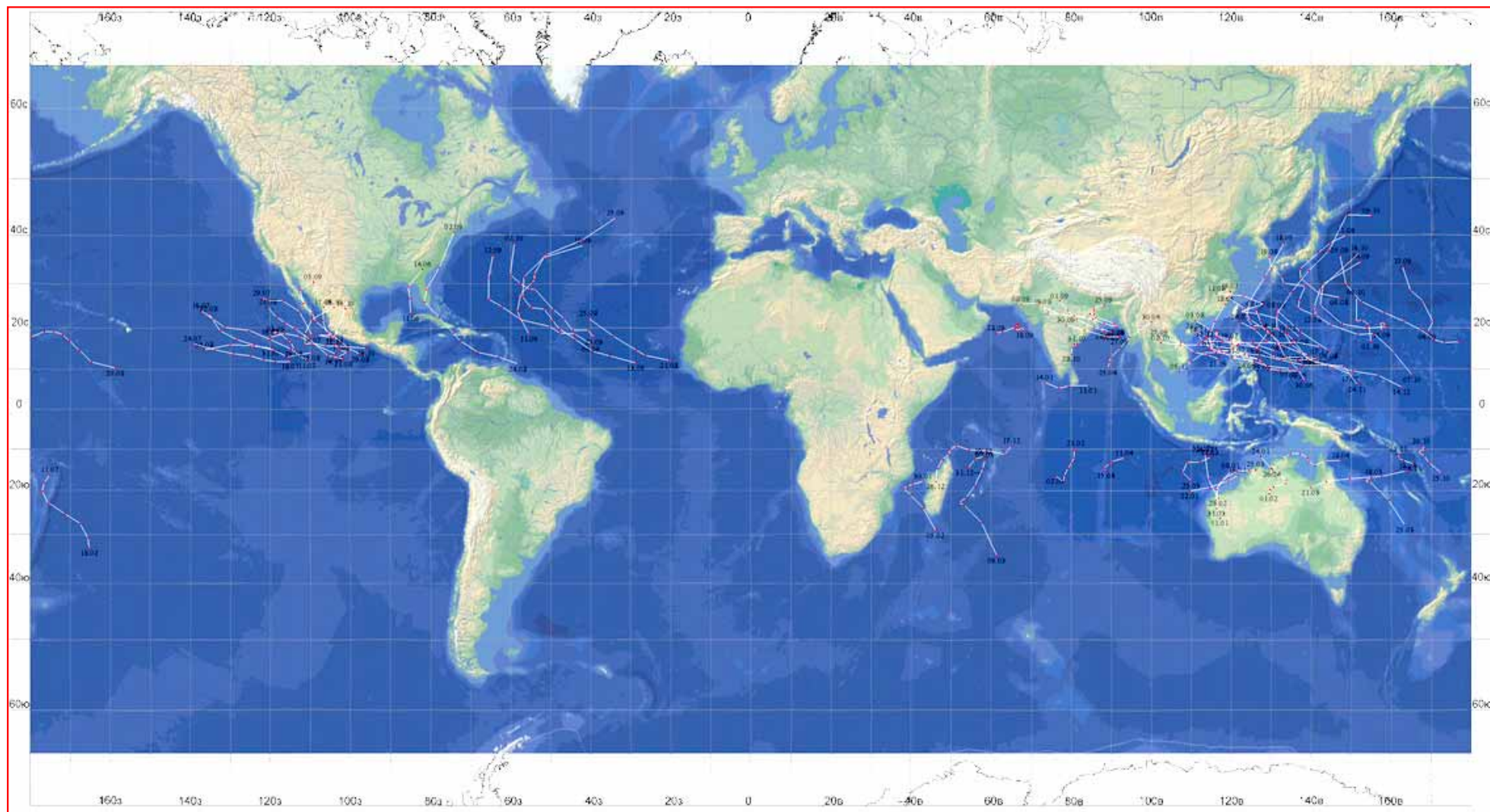


ИСЗ GOES-E канал 10.7 мкм 19-22.08.2007
Траектория движения тайфуна DEAN

© ГУ «НИЦ «Планета»

Мониторинг тропических циклонов

(скорость движения, время существования, пройденный путь, широта зарождения и разрушения циклонов)



01.01.2006 – 31.12.2006

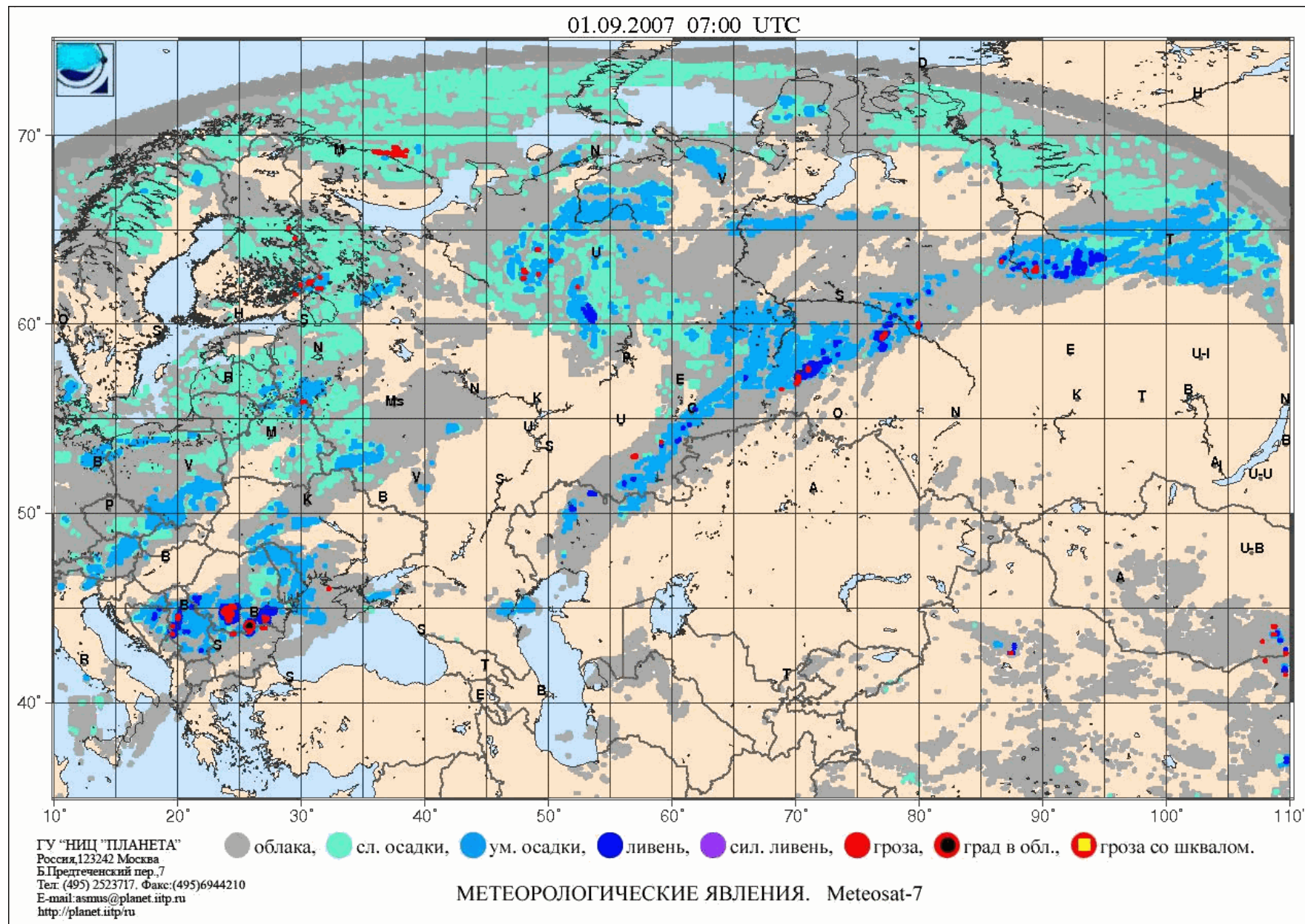
© ГУ «НИЦ «Планета»

ОСАДКИ



Мониторинг атмосферных явлений

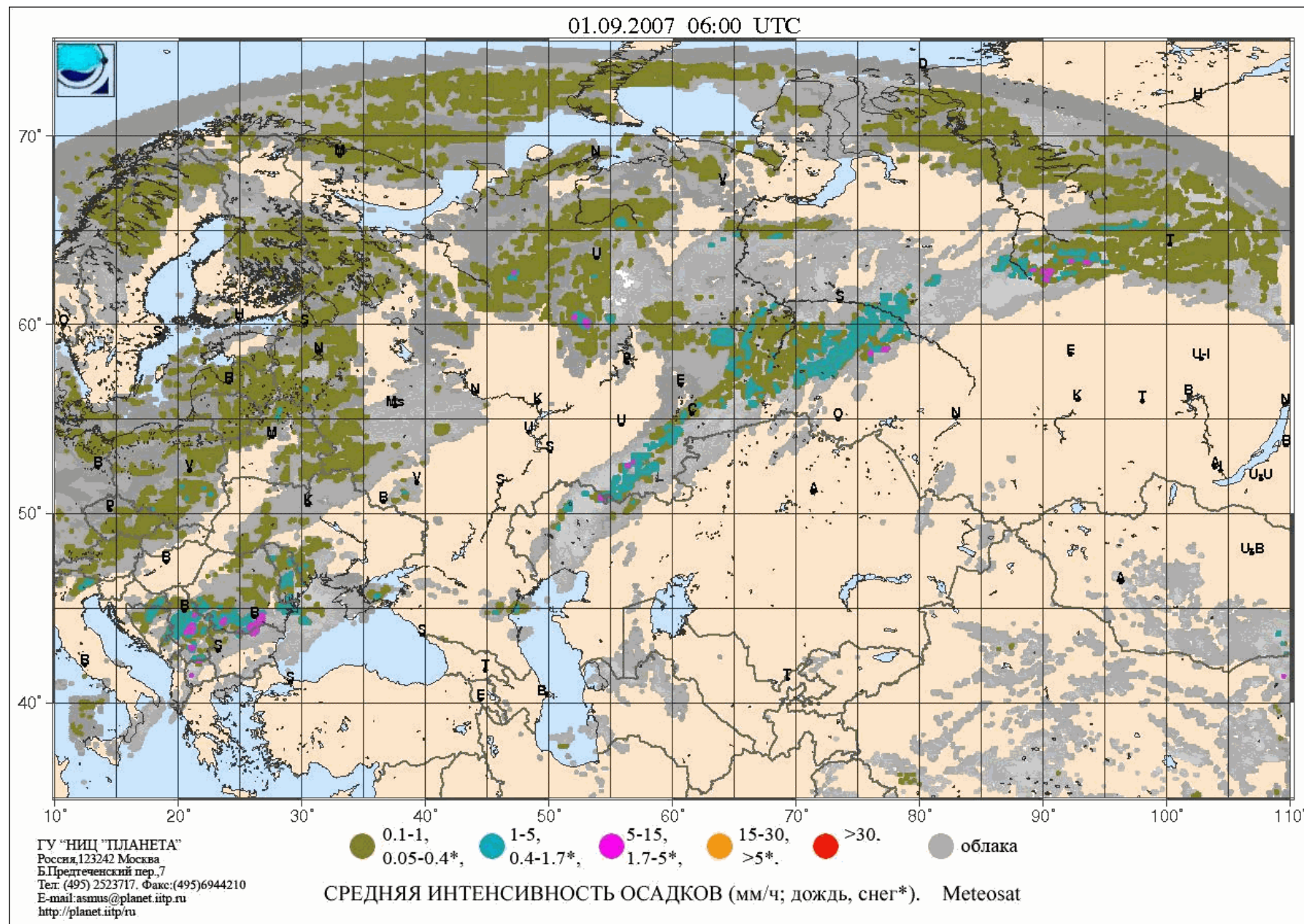
(METEOSAT-7, 29 августа 2007 г.)



© ГУ «НИЦ «Планета»

Мониторинг интенсивности осадков

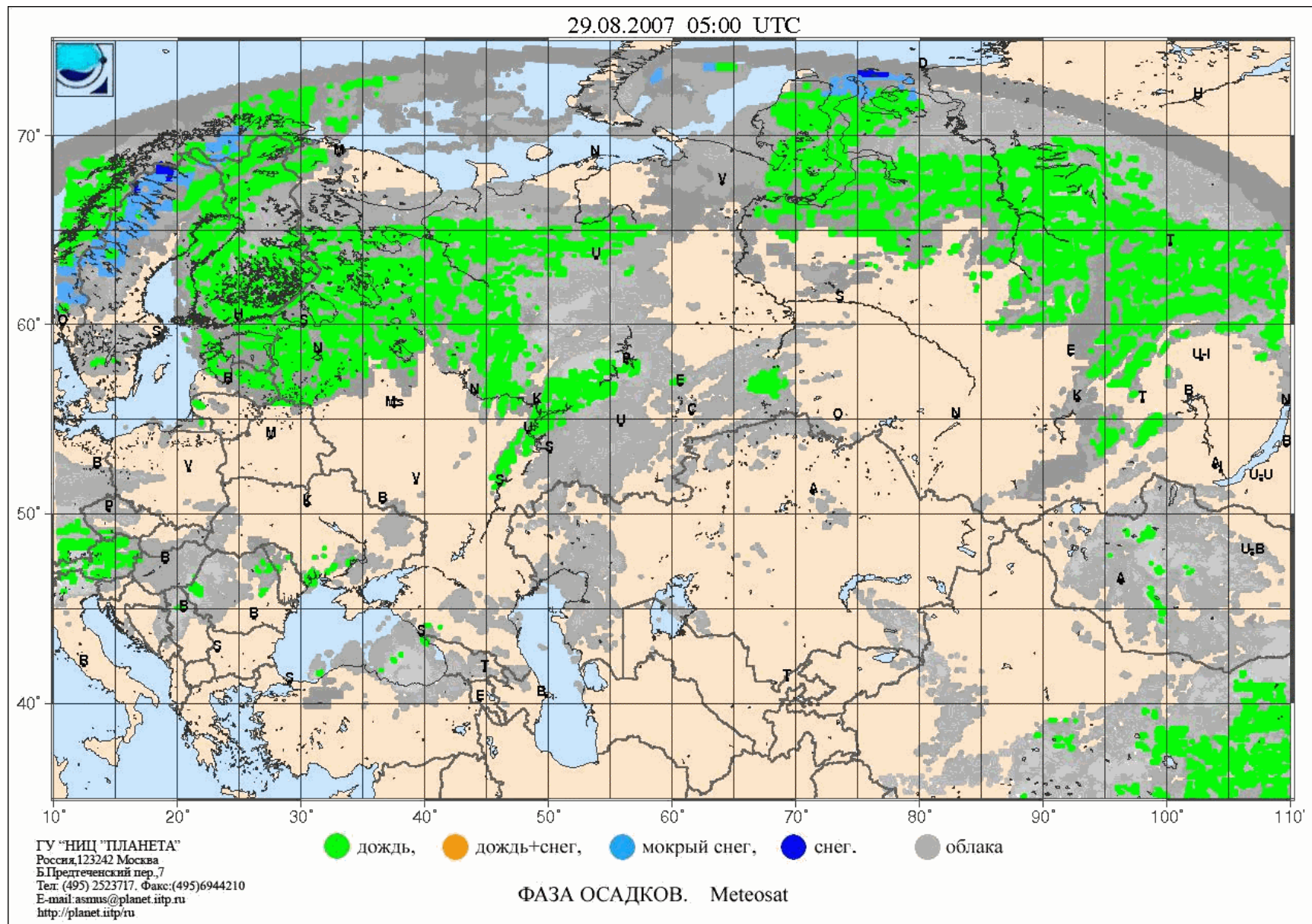
(METEOSAT-7, 29 августа 2007 г.)



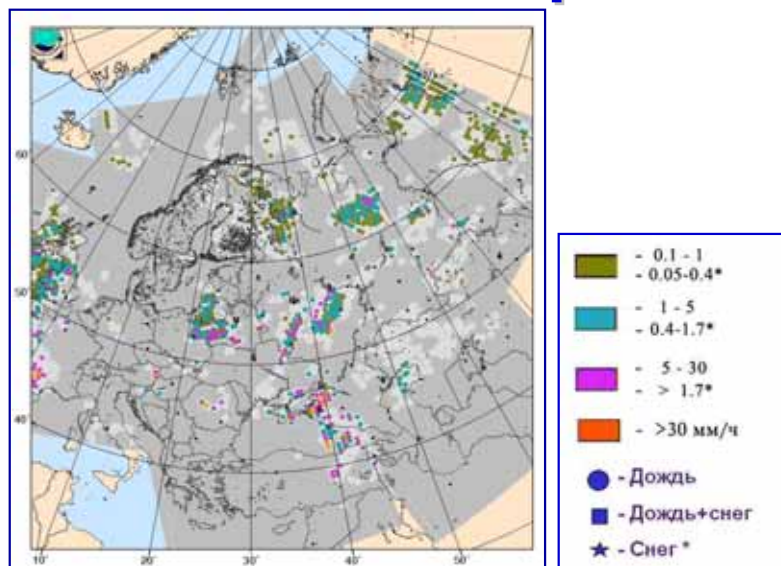
© ГУ «НИЦ «Планета»

Мониторинг фазы осадков

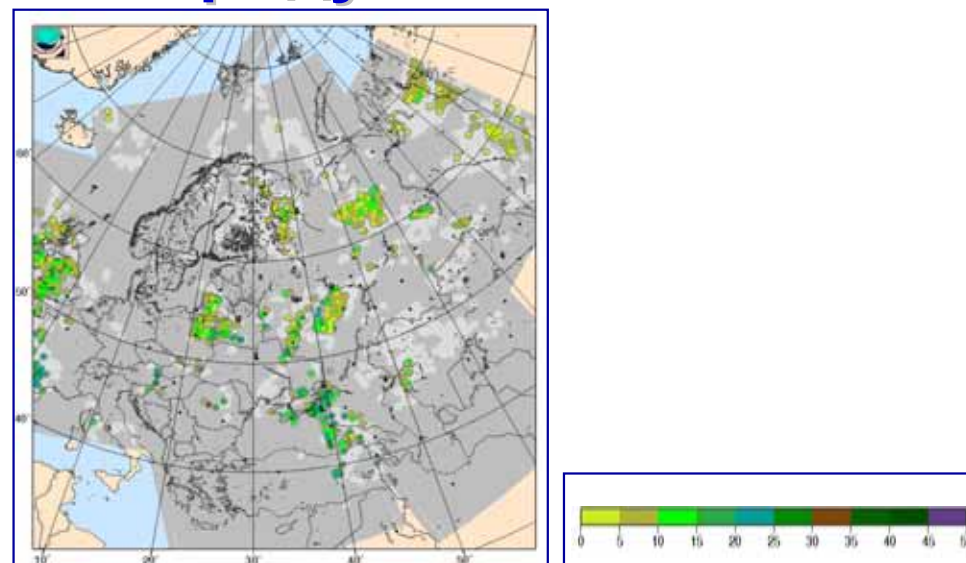
(METEOSAT-7, 29 августа 2007 г.)



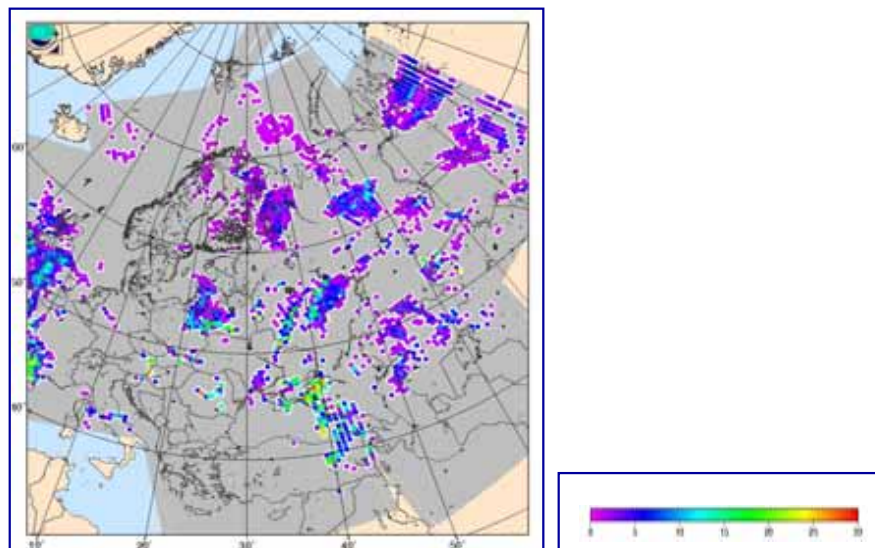
Картирование параметров облачности и осадков: экспериментальные продукты



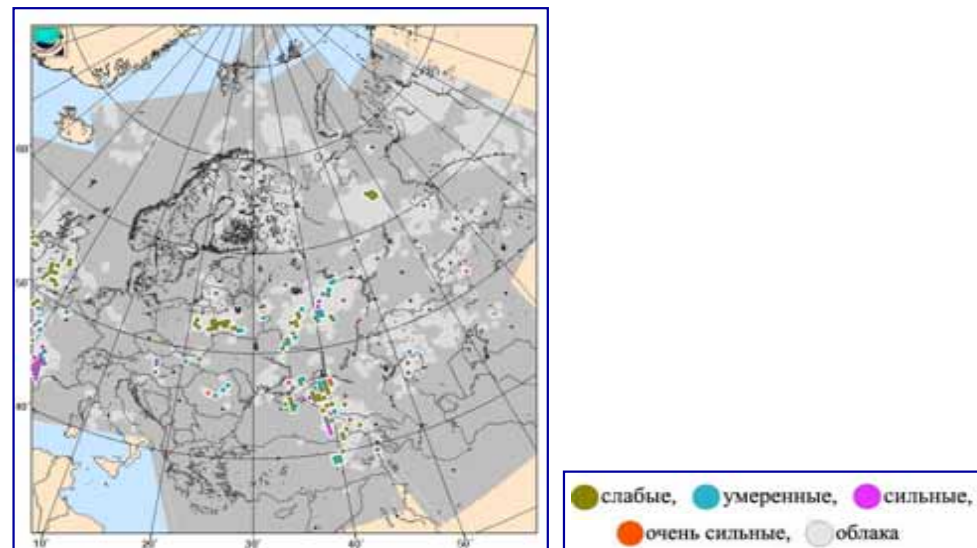
AMSU+AVHRR NOAA-16 19.06.2007 07:40...12:43 UTC
Средняя интенсивность и тип осадков



AMSU+AVHRR NOAA-18 19.06.2006 07:40...12:43 UTC
Максимальная интенсивность осадков (мм/ч)



AMSU+AVHRR NOAA-18 19.06.2007 07:40 ...12:43 UTC
Максимальная скорость восходящих движений
(м/с)

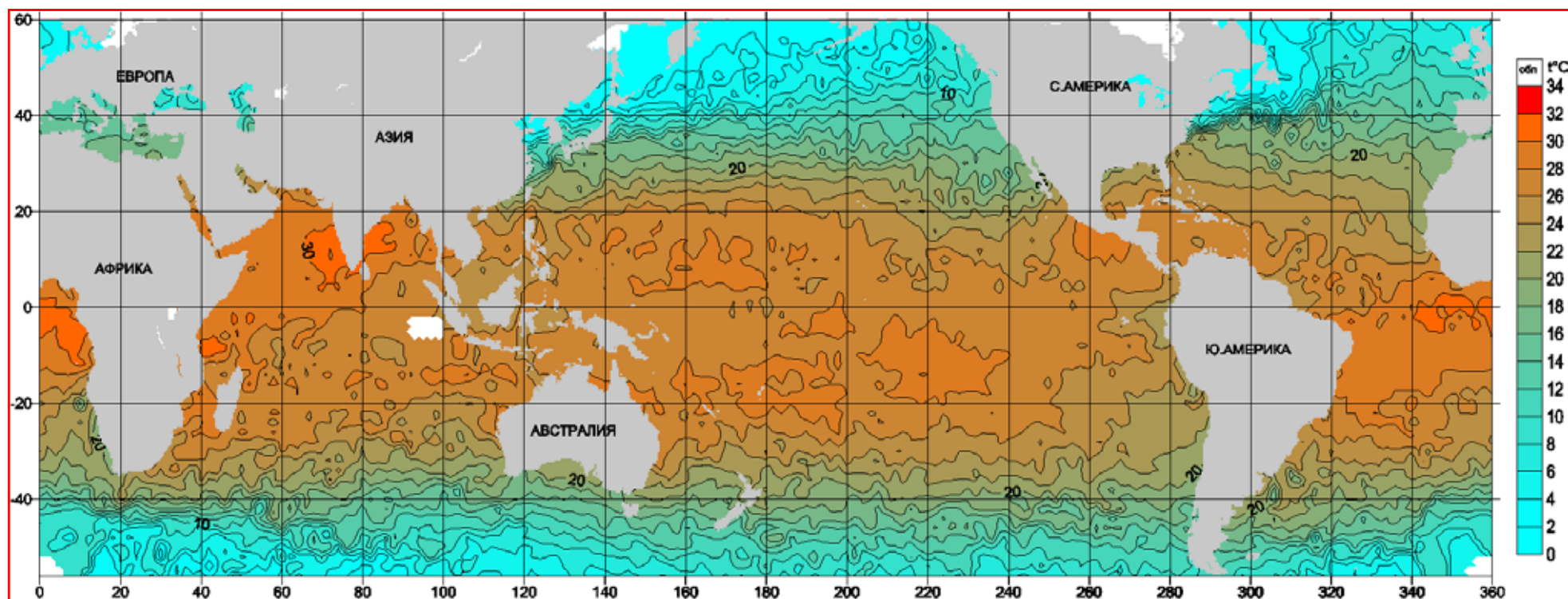


AMSU+AVHRR NOAA-18 19.06.2007 07:40 ...12:43 UTC
Интенсивность гроз



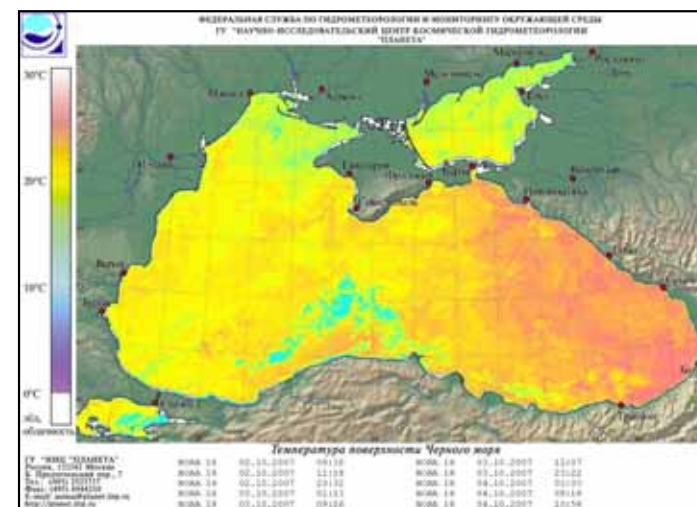
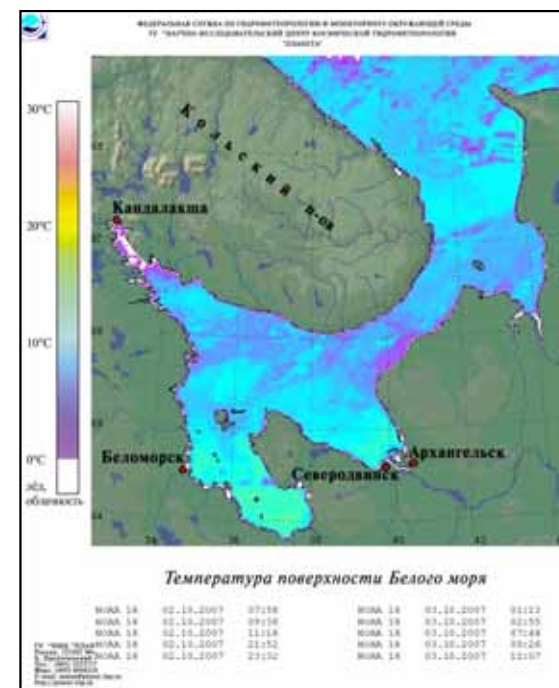
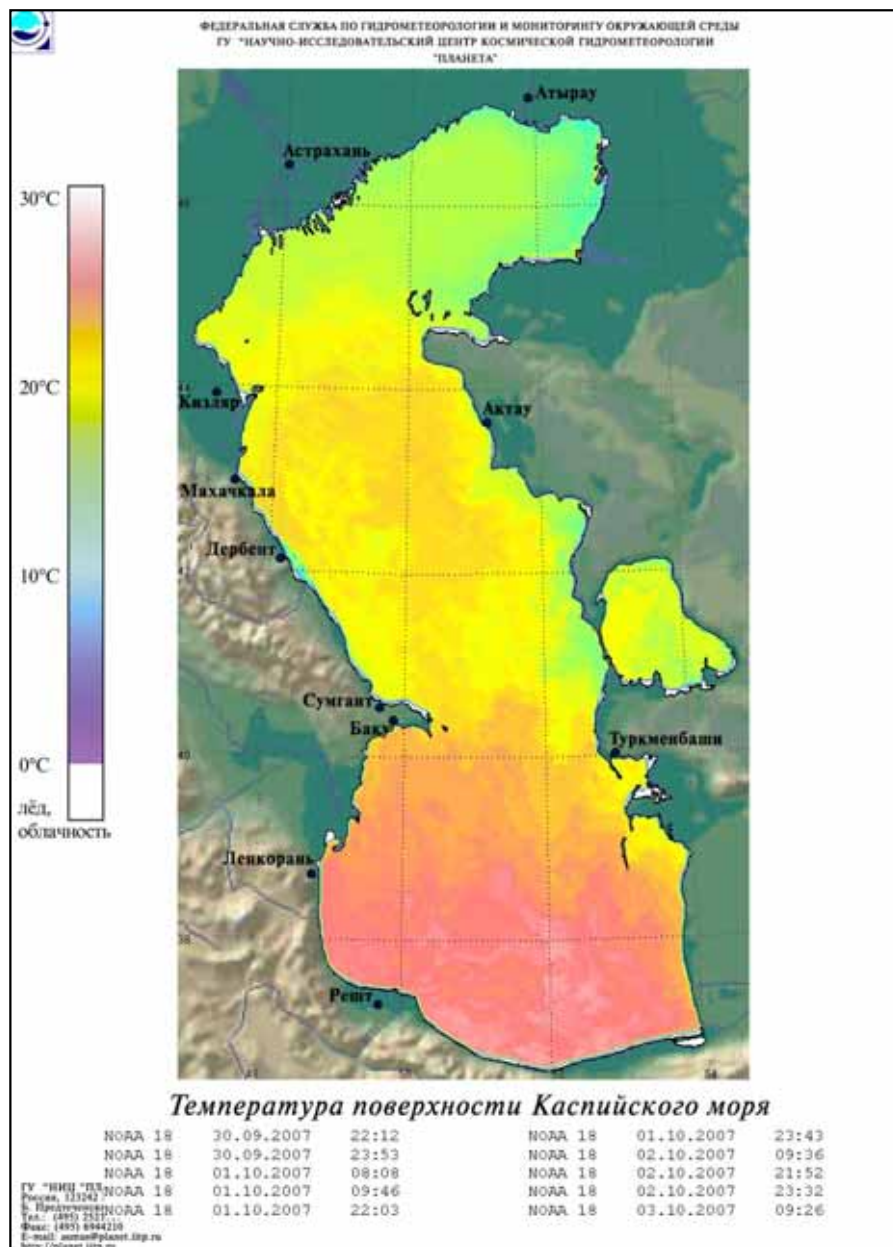
ТЕМПЕРАТУРА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Композиционная карта температуры Мирового океана



01.09 – 10.09 2007 г.

Температура поверхности Каспийского, Белого и Черного морей (по данным AVHRR)

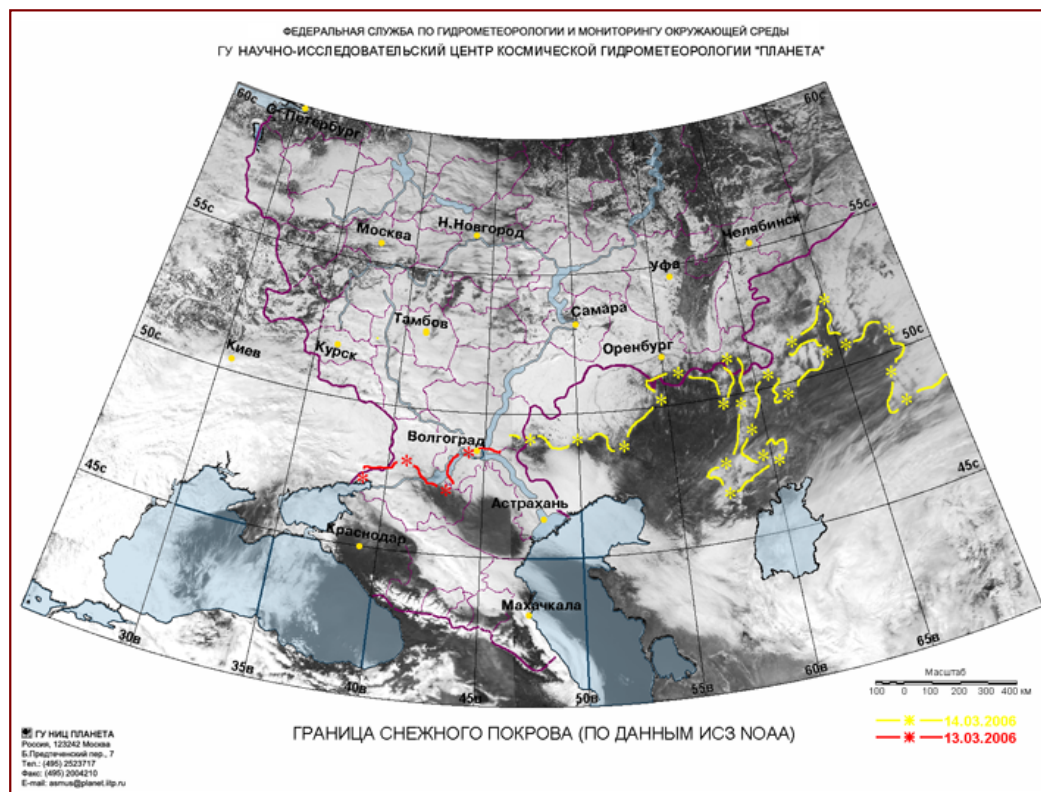


© ГУ «НИЦ «Планета»

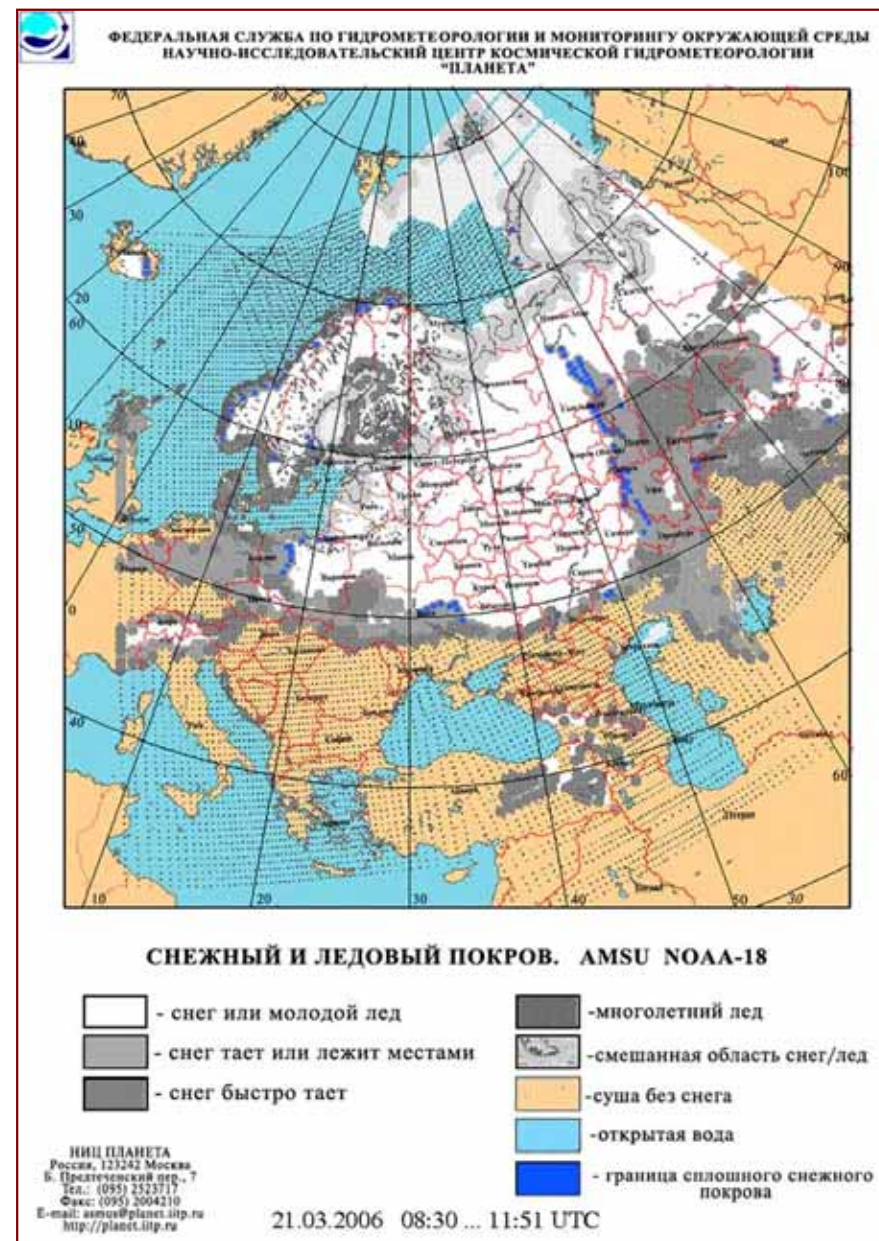
СНЕЖНЫЙ И ЛЕДОВЫЙ ПОКРОВЫ



Карты снежного покрова



ИСЗ NOAA 13-14.03.2006
Граница снежного покрова

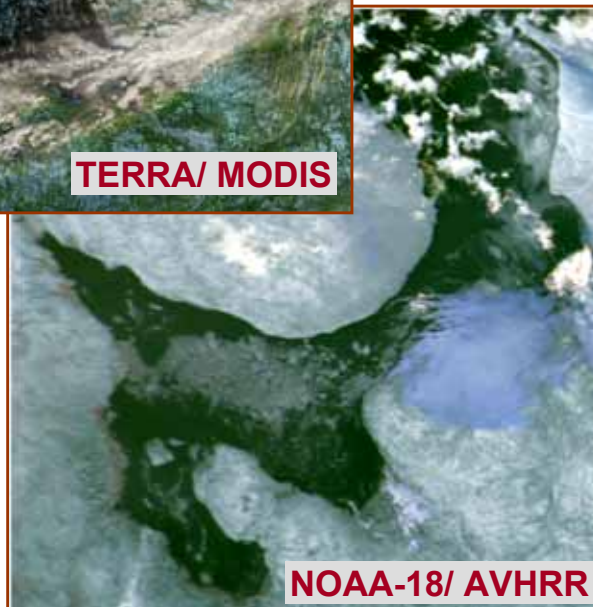


ИСЗ NOAA AMSU 21.03.2006
Граница снежного покрова

КАРТА ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ: БЕЛОЕ МОРЕ



TERRA/ MODIS



NOAA-18/ AVHRR

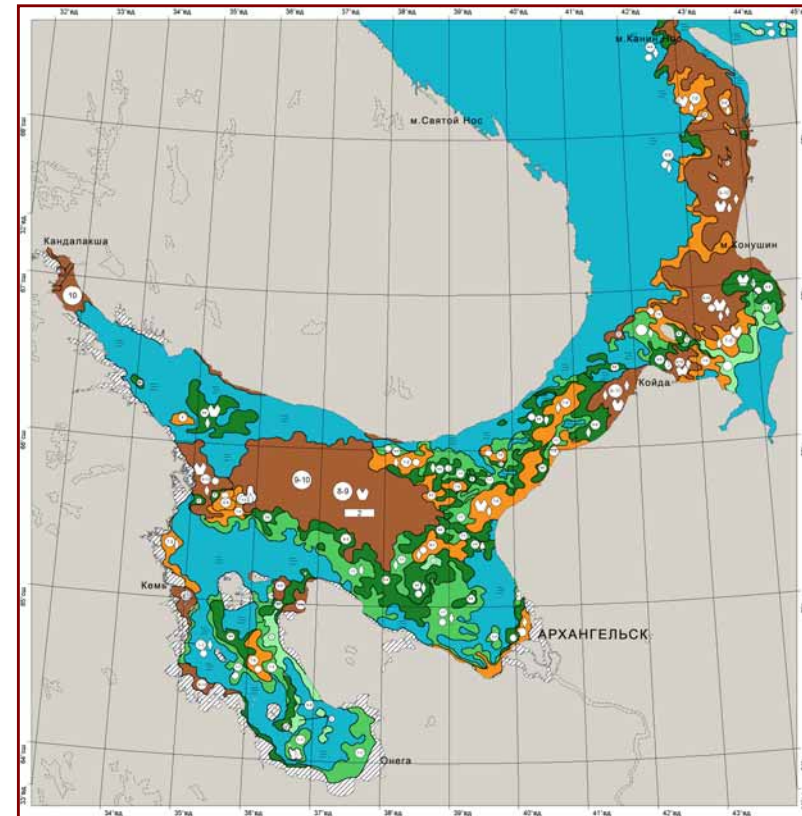
Цветосинтезированные изображения

TERRA/MODIS и NOAA-18 (AVHRR)

04.04.2007 г.

© ГУ «НИЦ «Планета»

«ДЗЗ из космоса»



Карта-схема ледовой обстановки в Белом море
составлена по данным ИСЗ NOAA-18 (AVHRR) и TERRA (MODIS)
04.04.2007 г.

Сплоченность дрейфующего льда по 10-бал шкале:

- чистая вода
- отдельные льдины (<1)
- редкий лед (1-3)
- разреженный лед (4-6)
- сплошной лед (7-8)
- сплошной и очень сплоченный дрейфующий лед (9-10)
- 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 (500-2000 м)
- обширные ледяные поля (2 - 10 км)

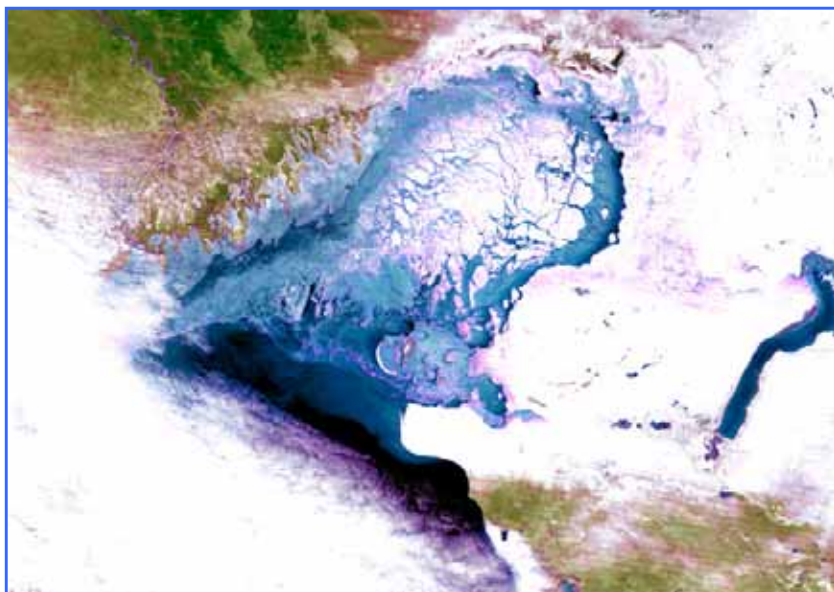
Обобщенные характеристики льда:

- 1-3 - сплоченность льда в баллах
- 3-4 - разрушенность льда (от 0 до 5 баллов)
- 40 - толщина припайного льда (см)
- 3 - торосистость льда (от 0 до 5 баллов)

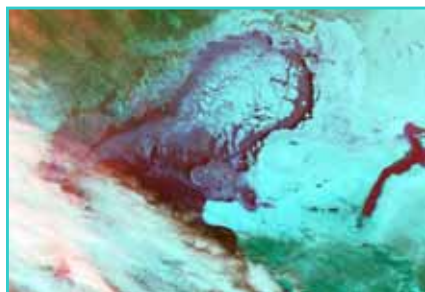
Москва, ИКИ РАН

12-16 ноября 2007 г.

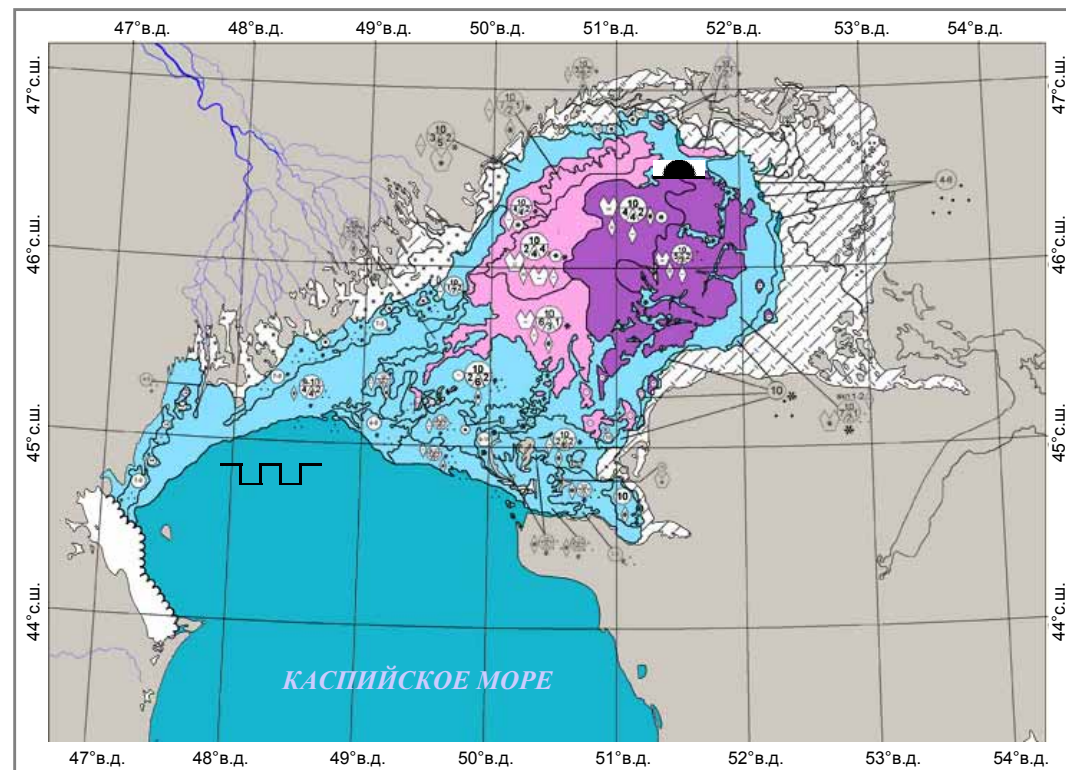
КАРТА ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ: КАСПИЙСКОЕ МОРЕ



ИСЗ TERRA (MODIS), разрешение 250 м, 28 февраля 2007г.,
Цветосинтезированное изображение ледовой обстановки
(оптический диапазон: 1-2-4 каналы)



ИСЗ NOAA -18 (AVHRR), разрешение 1 км, 28 февраля 2007г.
Цветосинтезированные изображения ледовой обстановки
(слева оптический диапазон: 1-2-3 каналы, справа
инфракрасный диапазон: 3-4-5 каналы)



Карта-схема ледовой обстановки в Каспийском море
составлена по данным ИСЗ TERRA (MODIS), NOAA-18 (AVHRR)
28 февраля 2007г.

Возрастные характеристики
(толщина) дрейфующего льда в см:

- чистая вода
- нилас, склянка (до 10)
- серый лед (10-15)
- серо-белый лед (15-30)
- тонкий однолетний (белый) лед (30-70)

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)

Формы плавучего льда:

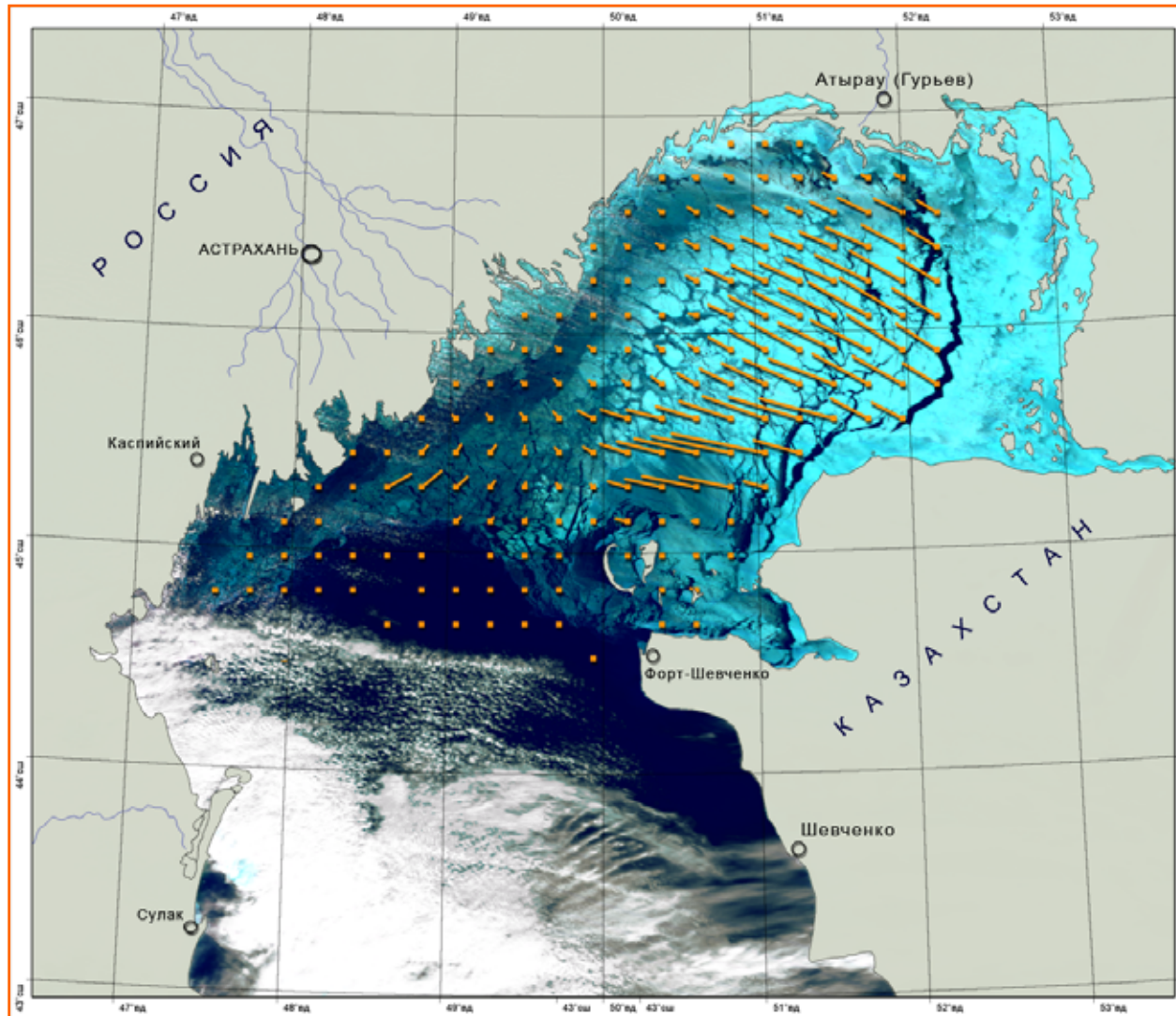
- начальные виды льдов
- блинчатый лед (0,3-3 м)
- мелкобитый лед (2-20 м)
- крупнобитый лед (20-100 м)
- обломки ледяных полей (100-500 м)
- большие поля (0,5-2 км)

Обобщенные характеристики льда:

- сплоченность льда в баллах
- возрастной состав дрейфующих льдов:
10 – общая сплоченность
6 – количество более старого
4 – количество более молодого
- заснеженность льда (от 1 до 3 баллов)
- стамуха
- наслоенность льда

КАРТА ДРЕЙФА МОРСКОГО ЛЬДА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

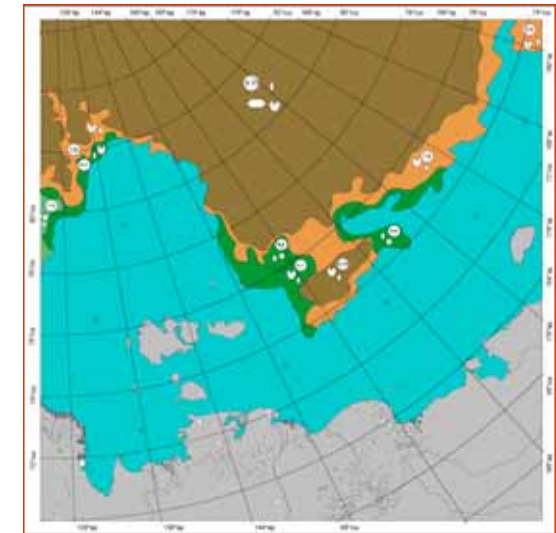
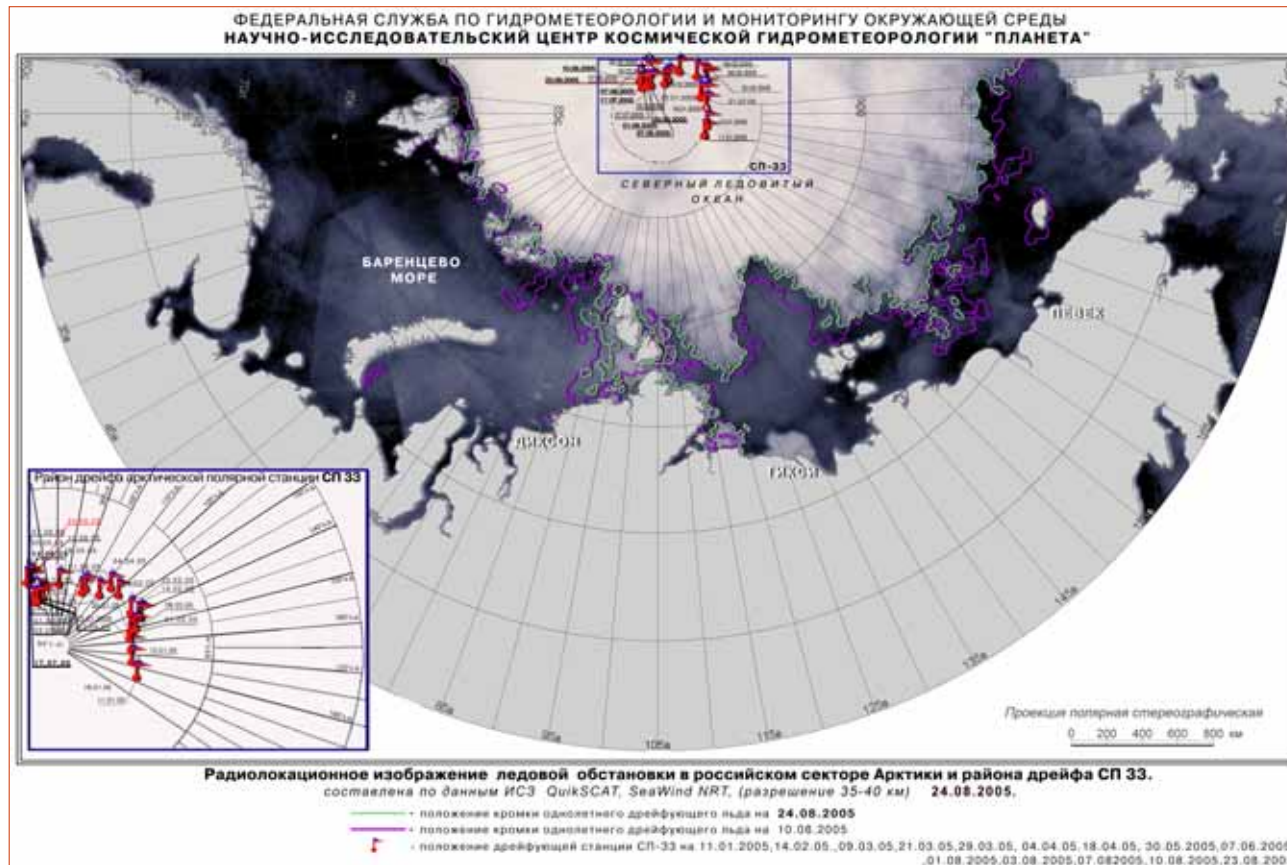
(по данным ИСЗ Terra/Modis, разрешение 250 м, 28 февраля – 3 марта 2007 г.)



Карты дрейфа используются для оценки подвижности ледовых полей, а также для определения зон разрежения и сжатия. Такие карты можно применять для прогноза скорости и направления дрейфа морского льда (в том числе и опасных ледовых образований).

 - вектор скорости и направления перемещения льда

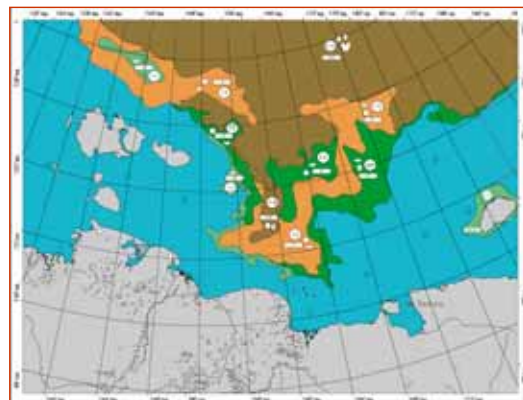
Картирование ледовой обстановки: обеспечение передислокации полярной станции СП-33



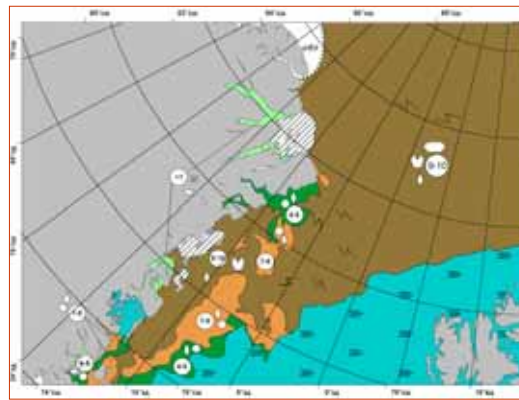
Карта-схема ледовой обстановки в Восточно-Сибирском море
Составлена по данным ИСЗ NOAA-16 AVHRR, 11.08.2005



В период с 6-19 августа 2005г. была успешно осуществлена операция по снятию и переносу на новое место полярной станции «СП-33» с участием НЭС «Академик Федоров», а/л «Арктика», а также различных подразделений Росгидромета и других министерств и ведомств

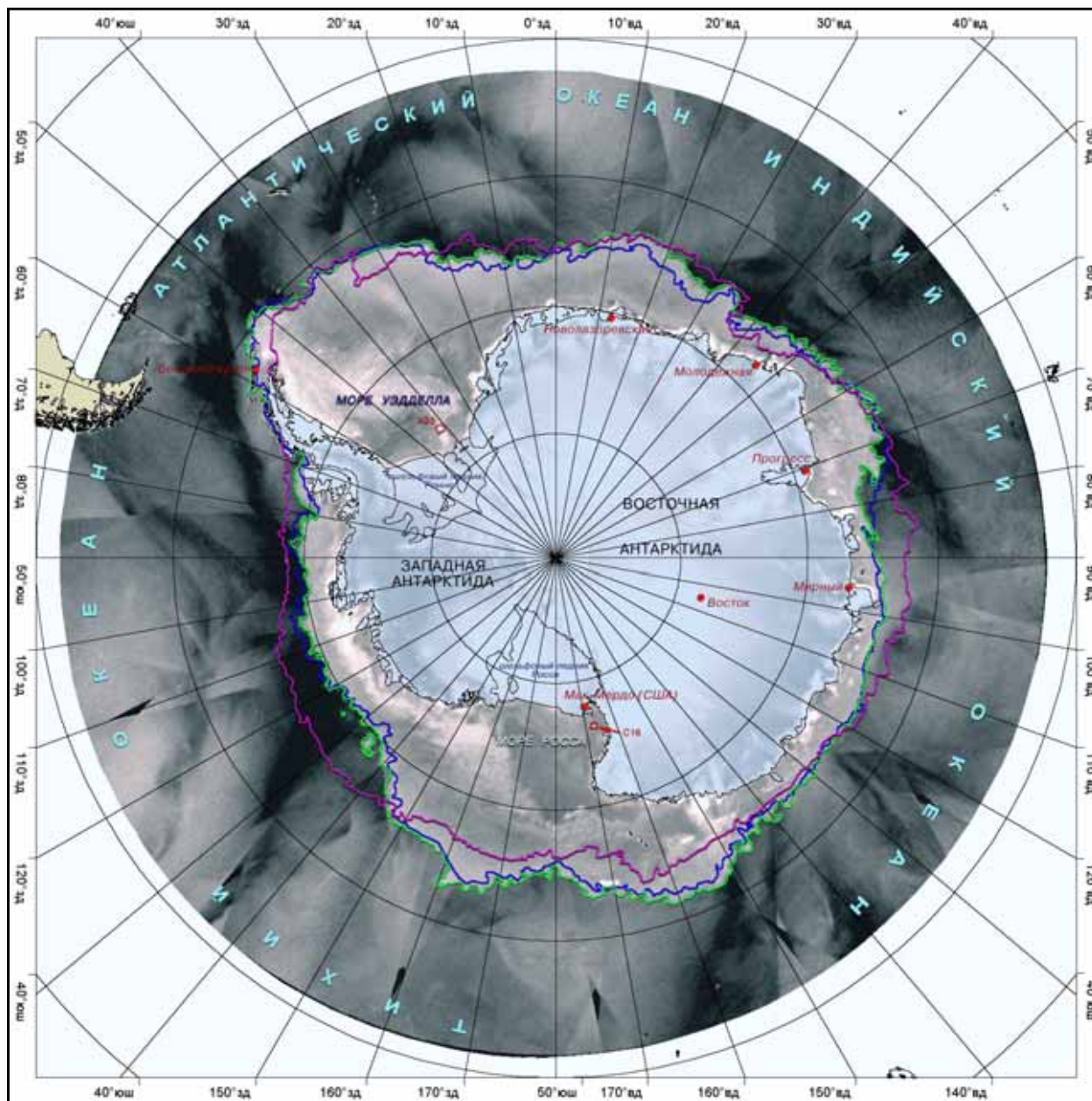


Карта-схема ледовой обстановки в Восточно-Сибирском море
составлена по данным ИСЗ NOAA-16 AVHRR, 17.08.2005



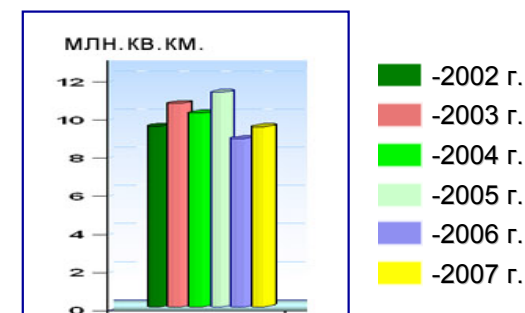
Карта-схема ледовой обстановки в Гренландском море
составлена по данным ИСЗ NOAA-16 AVHRR 15.08.2005

ЛЕДОВАЯ ОБСТАНОВКА В АНТАРКТИКЕ



ИСЗ QuikSCAT NRT, разрешение 35-40 км, 21.05.2007

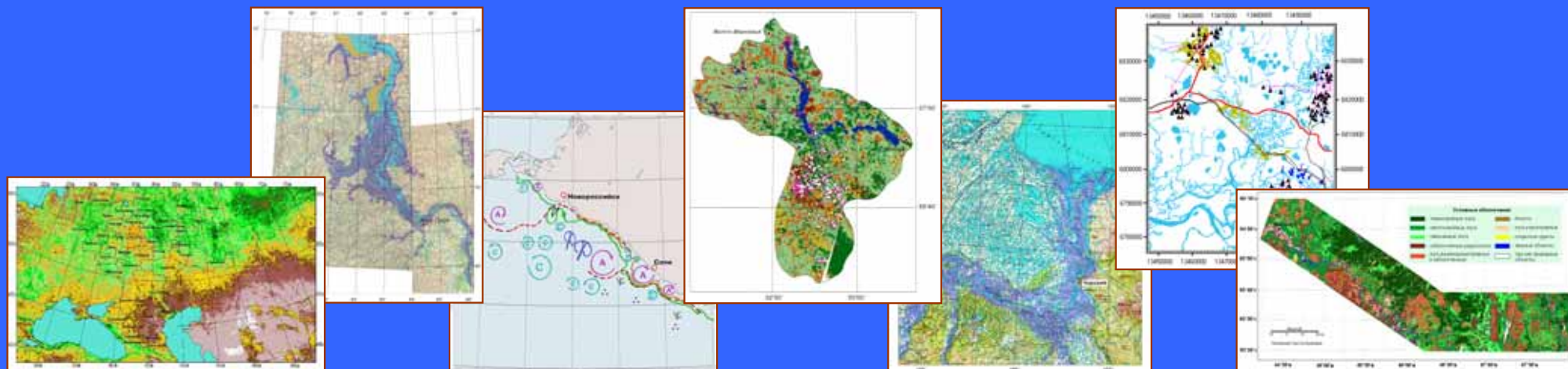
Радиолокационная карта Антарктики



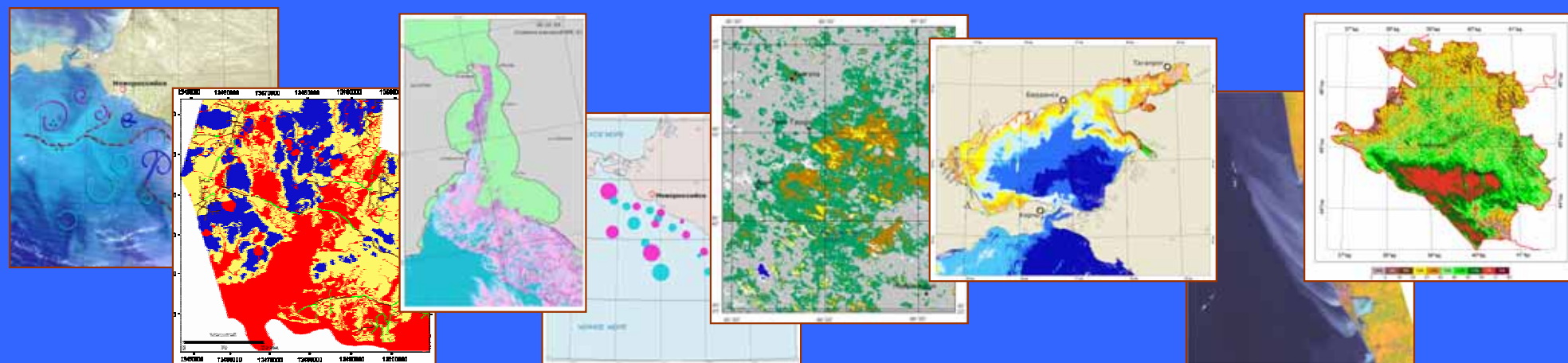
Изменение площади морского льда в Антарктике в мае 2002-2007г.г.

По сравнению с 2006 годом, сохраняется более низкий темп процесса ледообразования на 3-ю декаду мая 2007г. В тихоокеанском и индийском (море Содружества) секторах Антарктики. В море Росса – ледообразование превышает уровень 2006 г. ~ на 15-20%. В целом- соответствует средним значениям за период наблюдения в 2002 – 2007г.г.

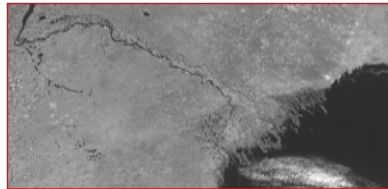
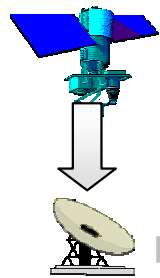
-  - положение кромки дрейфующего льда на 21.05.2007
-  - положение айсбергов A23, C16 на 21.05.2007
-  - положение кромки дрейфующего льда на 14.05.2007
-  - положение кромки дрейфующего льда на 23.05.2006



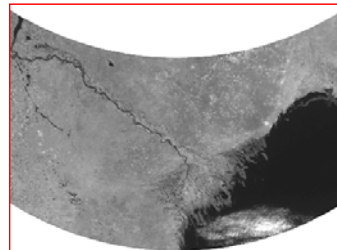
РЕГИОНАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ



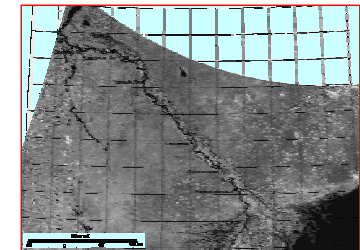
ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА НАВОДНЕНИЙ



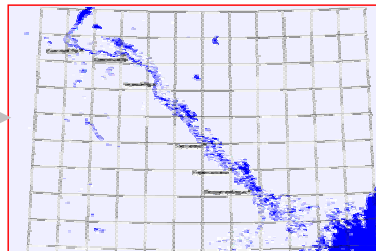
геометрическая
коррекция



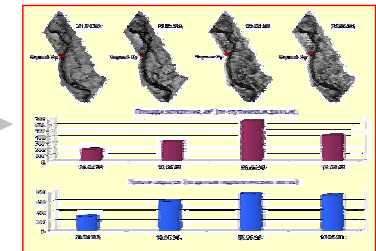
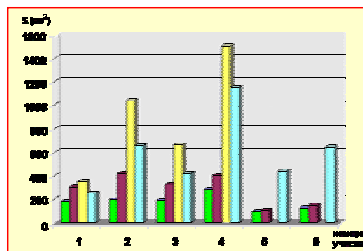
географическая
привязка



выделение
водной
поверхности



определение
площадей
затопления

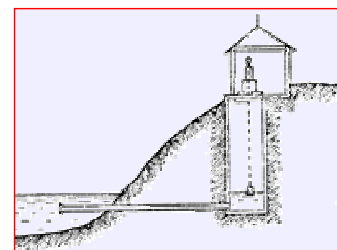


Динамика параметров
затопления

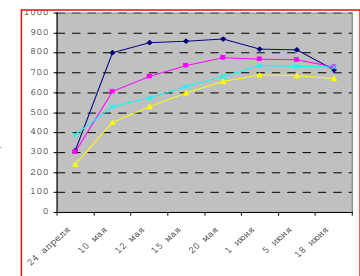


ИСЗ Ресурс-О1, МСУ-Э

Картирование затопления участка поймы р.Оки

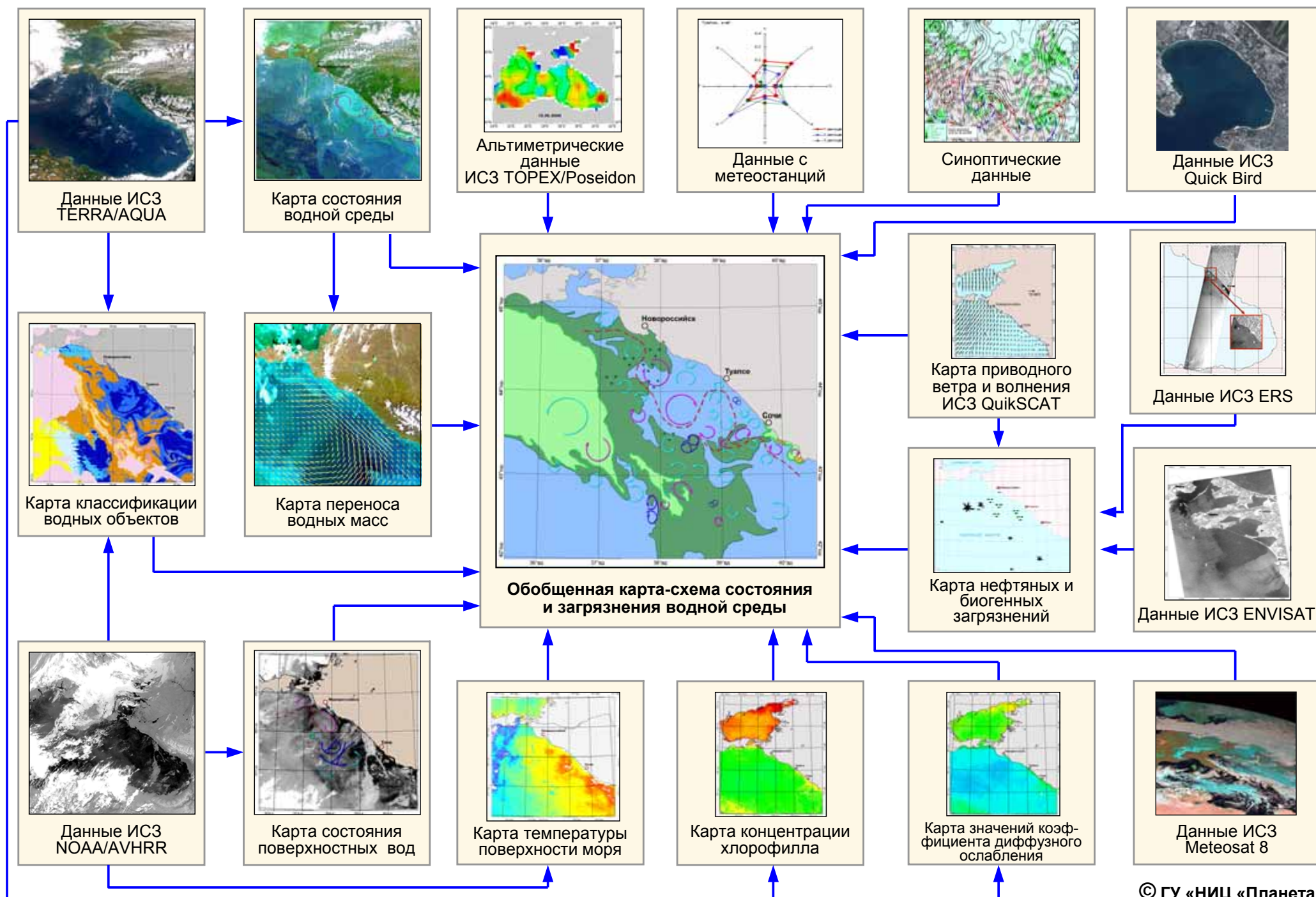


Измерения на
гидрологических
постах



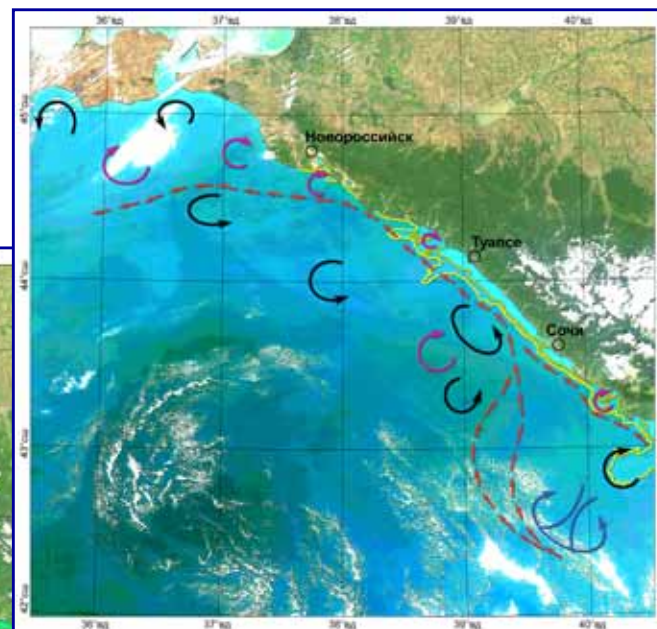
Гидрологические
характеристики
для различных
участков поймы

Технология космического мониторинга состояния водной среды: Черное и Азовское моря

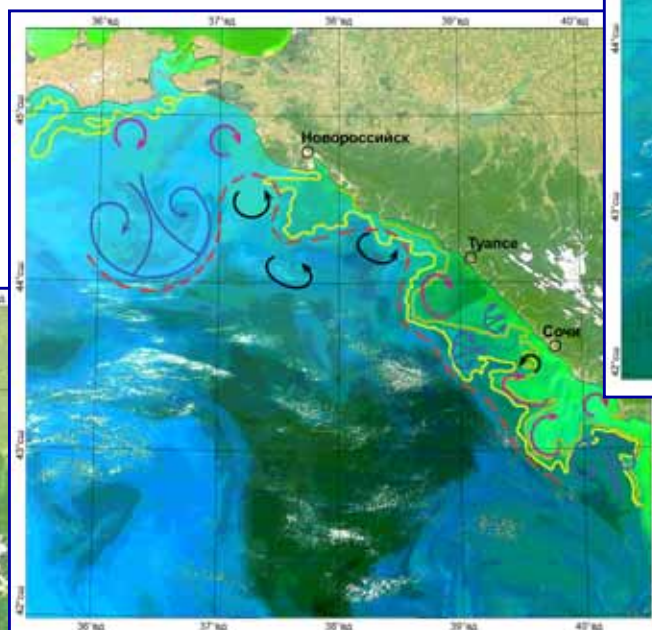


Картирование динамических структур и параметров загрязнения морской среды (TERRA/AQUA)

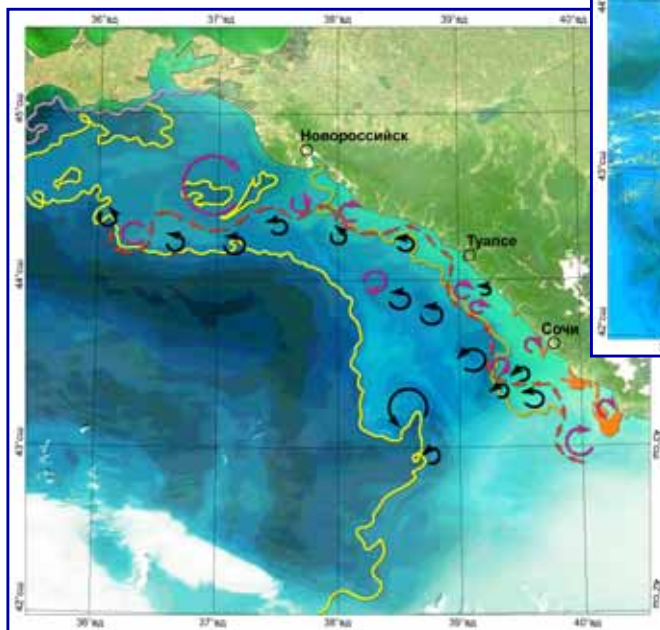
05.08.2007



14.06.2007



26.05.2007



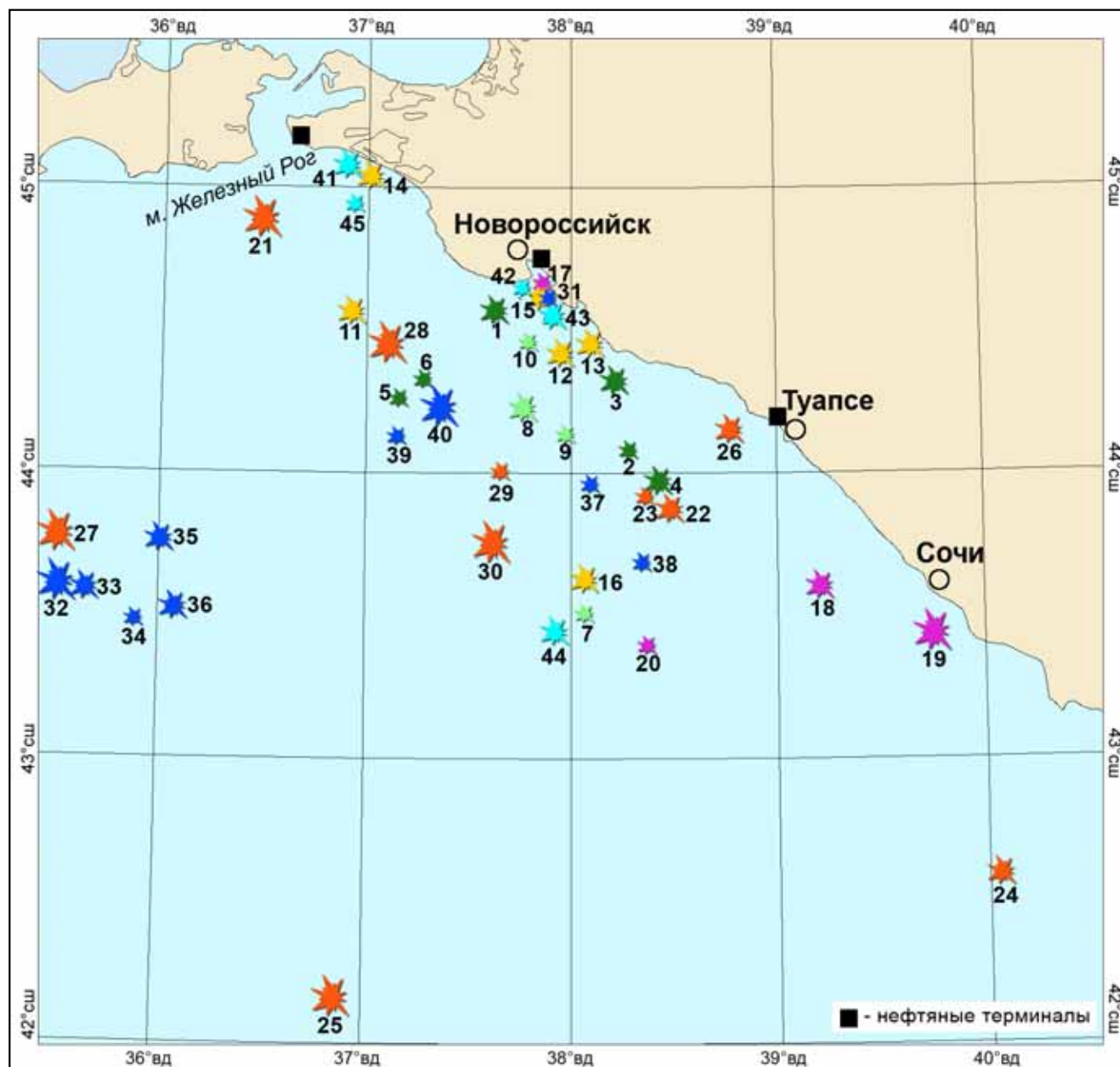
- → - примерное положение основного Черноморского течения (ОЧТ)
- ↻ - прибрежные антициклонические вихри (ПАВ)
- ↻ - циклонические вихри

- - граница азово-черноморских вод
- - зона интенсивно взмученных вод
- - зона слабо взмученных вод
- - зона речного стока
- ↻ - вихревой диполь

Обобщенная карта-схема нефтяных загрязнений

по данным ИСЗ ERS-2/SAR и ENVISAT/ASAR

(апрель – октябрь 2006 г.)



Даты нефтяных разливов - с указанием их площади (в км²):

Апрель

- ★ 1 - 07.04.06 - 2,0
- ★ 2 - 07.04.06 - 1,0
- ★ 3 - 13.04.06 - 2,0
- ★ 4 - 17.04.06 - 2,3
- ★ 5 - 23.04.06 - 0,1
- ★ 6 - 23.04.06 - 0,2

Май

- ★ 7 - 09.05.06 - 0,6
- ★ 8 - 12.05.06 - 1,3
- ★ 9 - 25.05.06 - 1,0
- ★ 10 - 31.05.06 - 1,0

Июнь

- ★ 11 - 03.06.06 - 3,3
- ★ 12 - 07.06.06 - 1,5
- ★ 13 - 16.06.06 - 1,2
- ★ 14 - 19.06.06 - 2,8
- ★ 15 - 19.06.06 - 1,4
- ★ 16 - 29.06.06 - 1,4

Июль

- ★ 17 - 02.07.06 - 0,2
- ★ 18 - 11.07.06 - 4,0
- ★ 19 - 11.07.06 - 9,0
- ★ 20 - 14.07.06 - 0,1

Август

- ★ 21 - 02.08.06 - 9,0
- ★ 22 - 03.08.06 - 2,0
- ★ 23 - 03.08.06 - 0,5
- ★ 24 - 03.08.06 - 2,8
- ★ 25 - 06.08.06 - 13,0
- ★ 26 - 09.08.06 - 4,4
- ★ 27 - 12.08.06 - 5,2
- ★ 28 - 22.08.06 - 12,0
- ★ 29 - 22.08.06 - 1,0
- ★ 30 - 28.08.06 - 6,4

Сентябрь

- ★ 31 - 04.09.06 - 0,8
- ★ 32 - 16.09.06 - 6,5
- ★ 33 - 19.09.06 - 1,6
- ★ 34 - 19.09.06 - 0,5
- ★ 35 - 19.09.06 - 1,2
- ★ 36 - 19.09.06 - 3,5
- ★ 37 - 19.09.06 - 0,7
- ★ 38 - 19.09.06 - 0,8
- ★ 39 - 19.09.06 - 0,2
- ★ 40 - 19.09.06 - 9,2

Октябрь

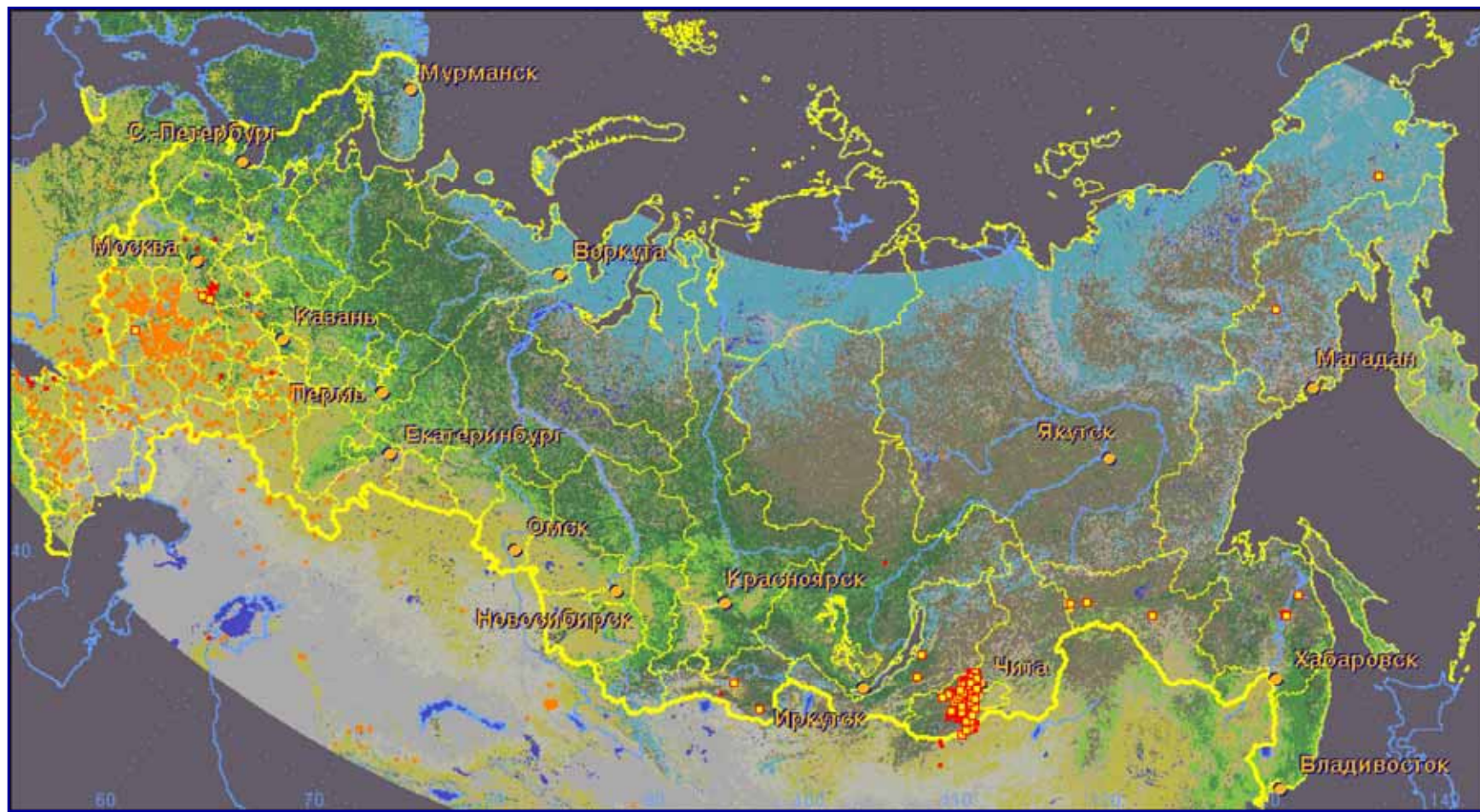
- ★ 41 - 02.10.06 - 2,7
- ★ 42 - 09.10.06 - 0,1
- ★ 43 - 09.10.06 - 2,7
- ★ 44 - 09.10.06 - 2,9
- ★ 45 - 30.10.06 - 1,0

© ГУ «НИЦ «Планета»

ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ



ОБЗОРНАЯ КАРТА ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ



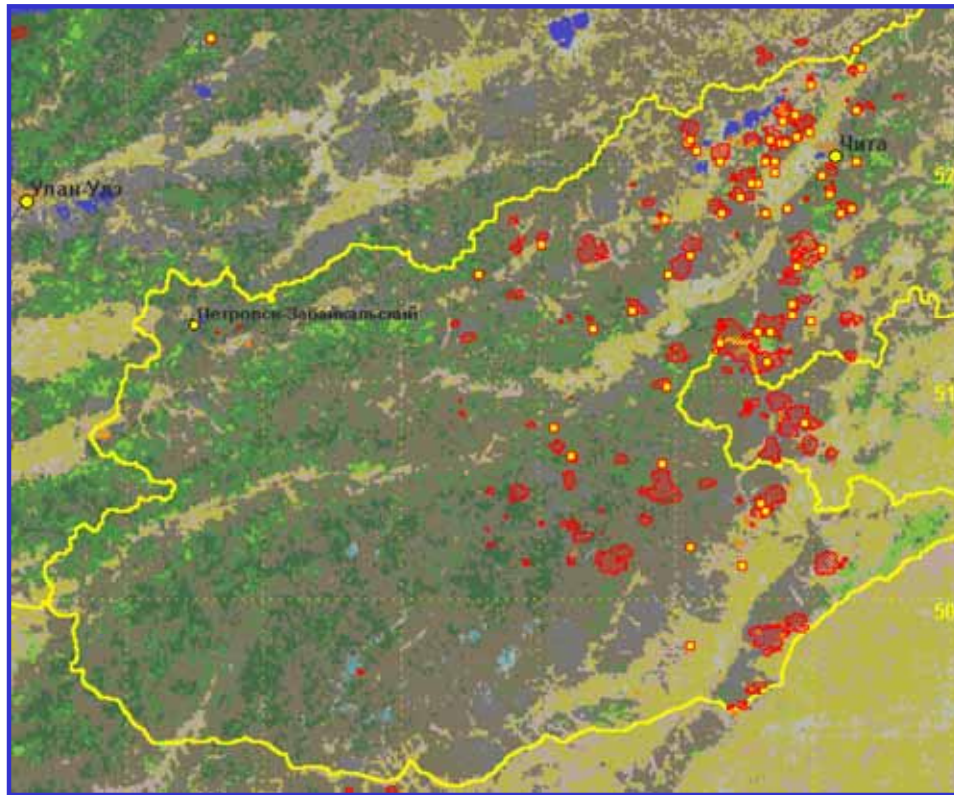
ИСЗ NOAA, TERRA, AQUA, 14.08.2007

Евразия

- -горячие пятна, детектированные по спутниковым данным (лесные территории)
- -горячие пятна, детектированные по спутниковым данным (нелесные территории)
- -области горения, детектированные по спутниковым данным
- -крупные пожары по данным Службы Авиалесохраны
- -границы регионов

© ГУ «НИЦ «Планета»

Региональные обзорные карты пожарной обстановки

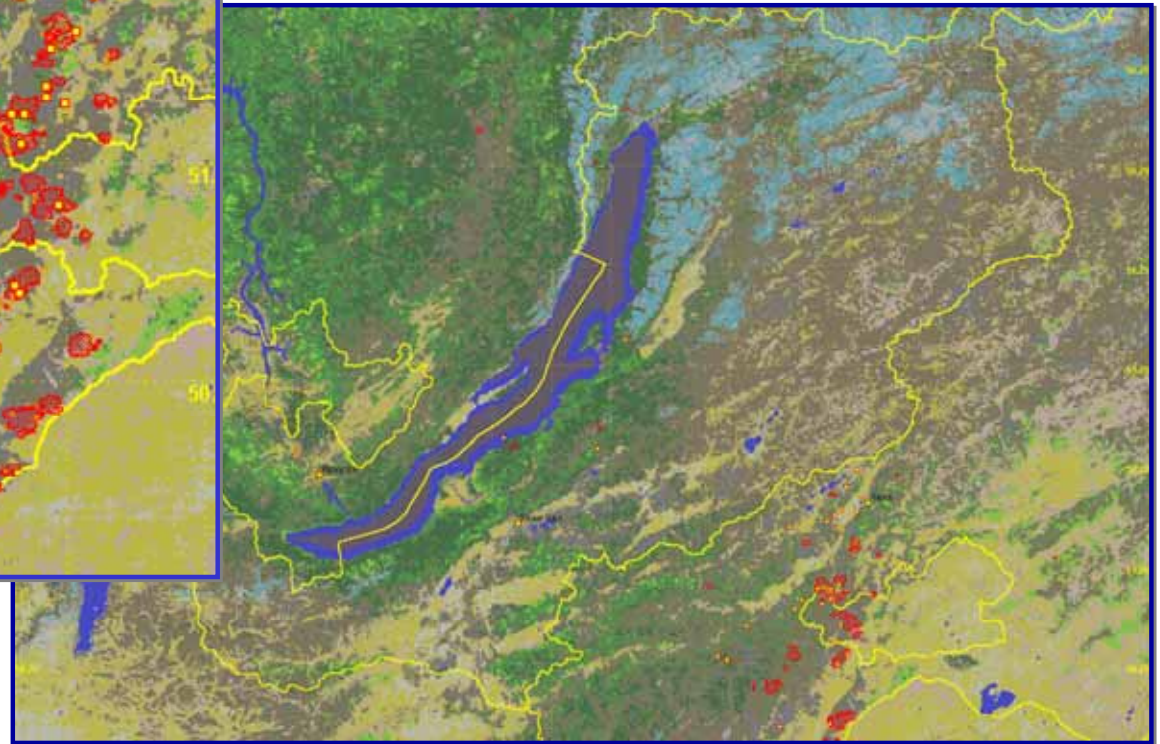


ИСЗ NOAA, 14.08.2007

Читинская область

ИСЗ NOAA, 20.08.2007

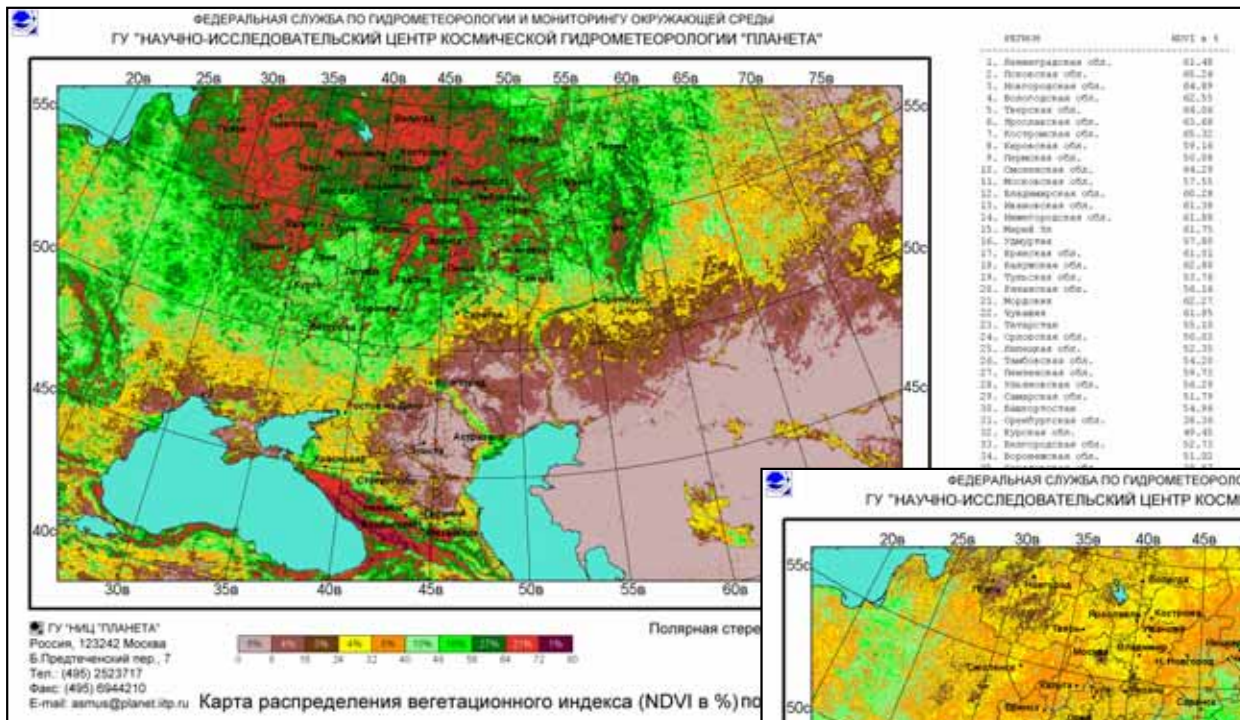
Республика Бурятия



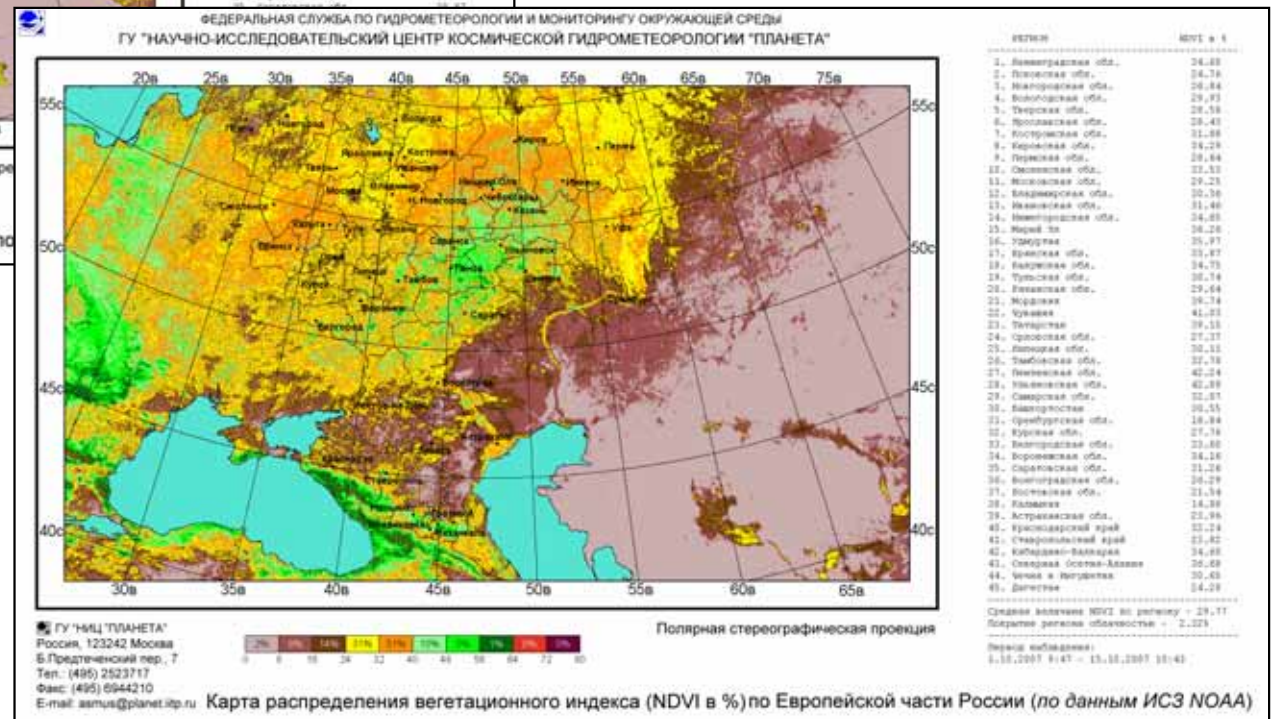
- -горячие пятна, детектированные по спутниковым данным (лесные территории)
- -горячие пятна, детектированные по спутниковым данным (нелесные территории)
- ☁ -области горения, детектированные по спутниковым данным
- -крупные пожары по данным Службы Авиалесохраны
- -границы регионов

© ГУ «НИЦ «Планета»

Карты распределения вегетационного индекса (NDVI) (Европейская часть России)



Период наблюдения: 01.08-15.08.2007



Период наблюдения: 01.10-15.10.2007

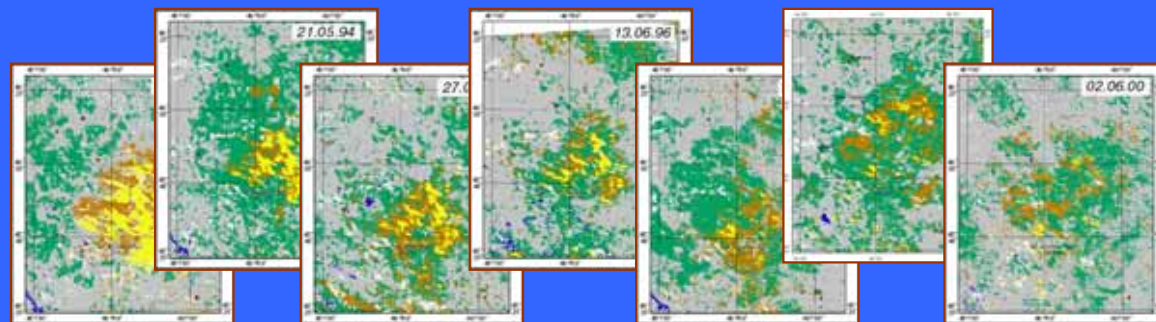
Контроль городской застройки (по данным ИСЗ SPOT XS)



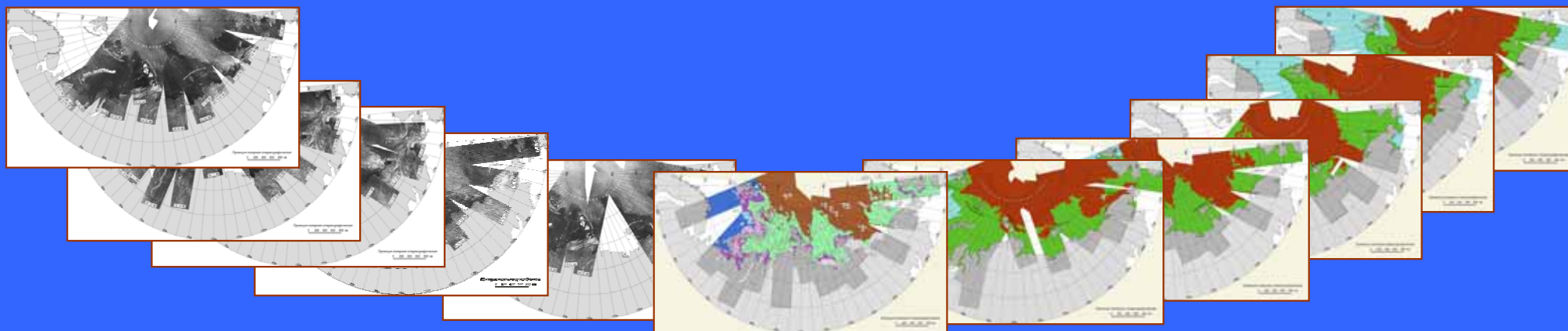
← Москва. Бутово. 1996 г.



Москва. Бутово. 2007 г. →

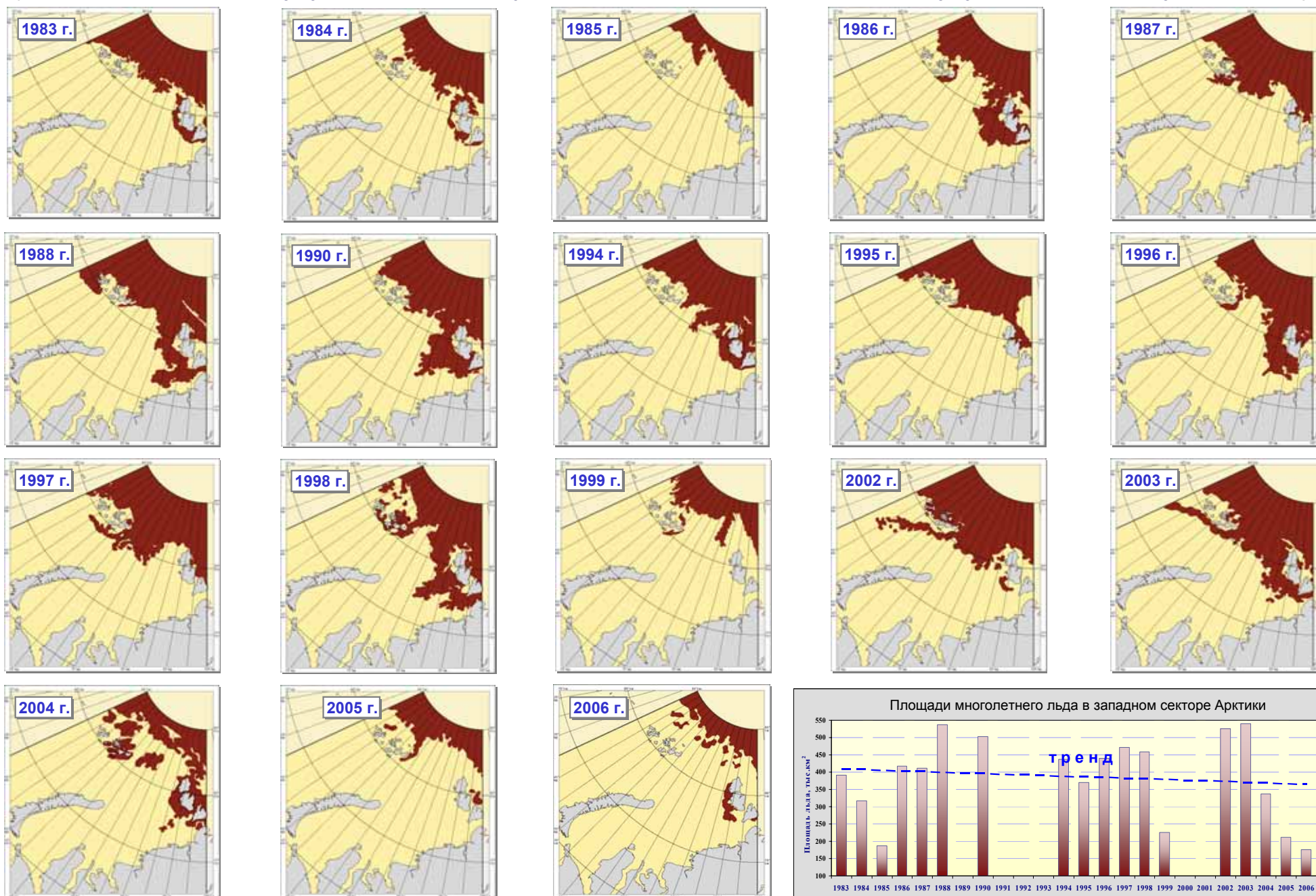


ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ



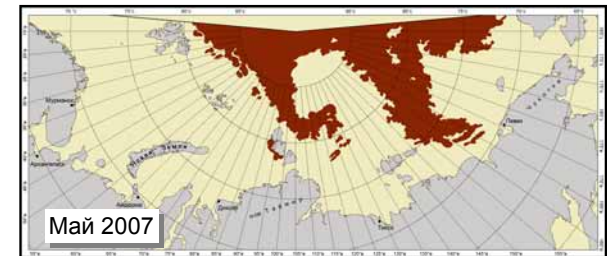
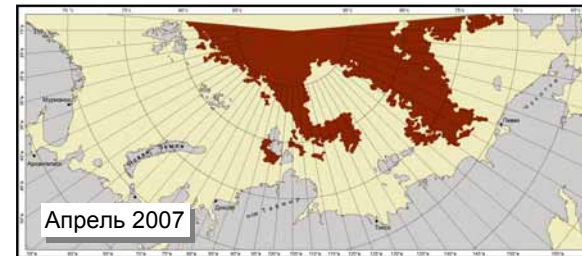
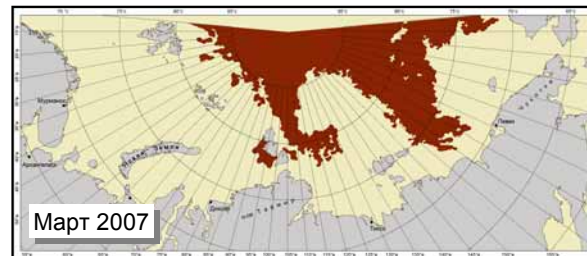
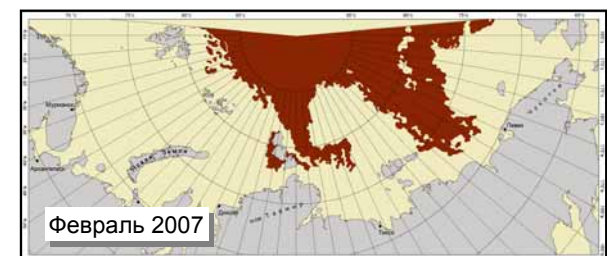
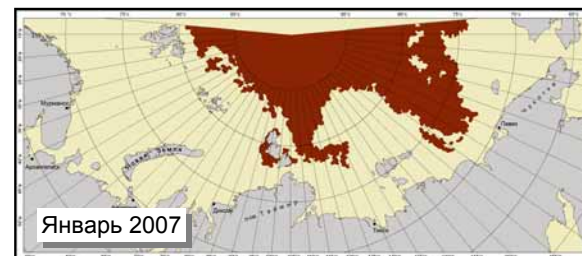
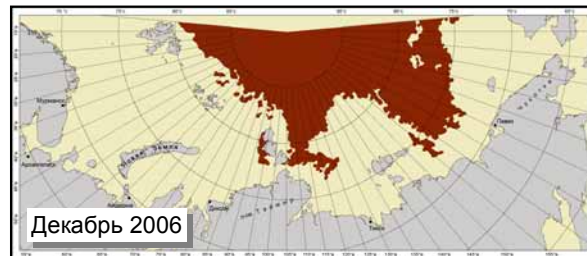
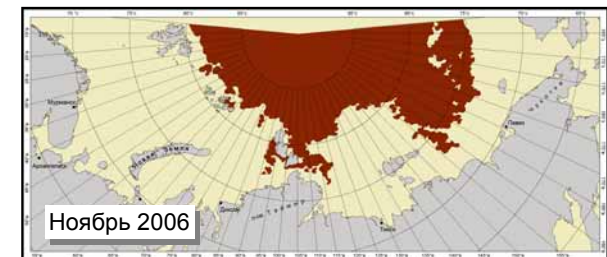
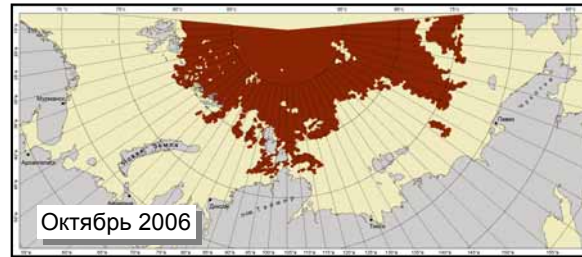
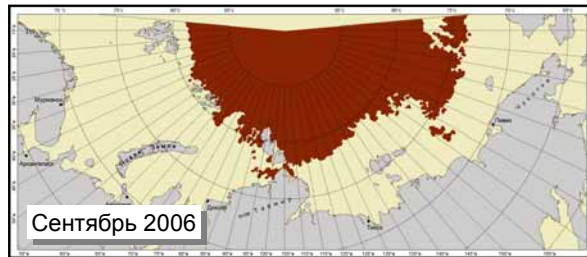
МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЬДА В ЗАПАДНОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ

(по данным ИСЗ ОКЕАН, РЛС БО, разрешение 1,5 – 2 км, декабрь 1983 г. –1999 г. и ИСЗ QuikSCAT, Sea Wind NRT, разрешение 35–40 км, декабрь 2002 г.–2006 г.)

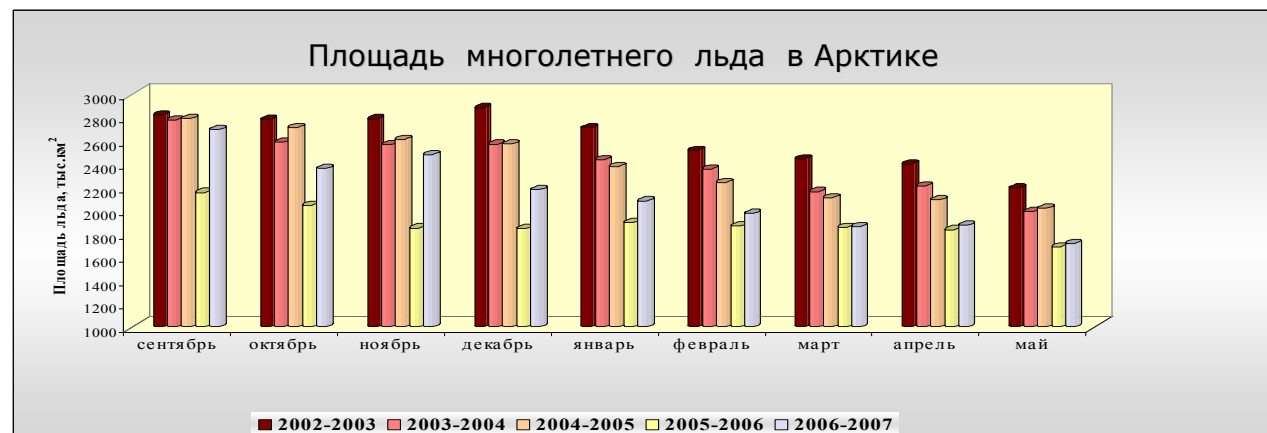


ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЬДА В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ

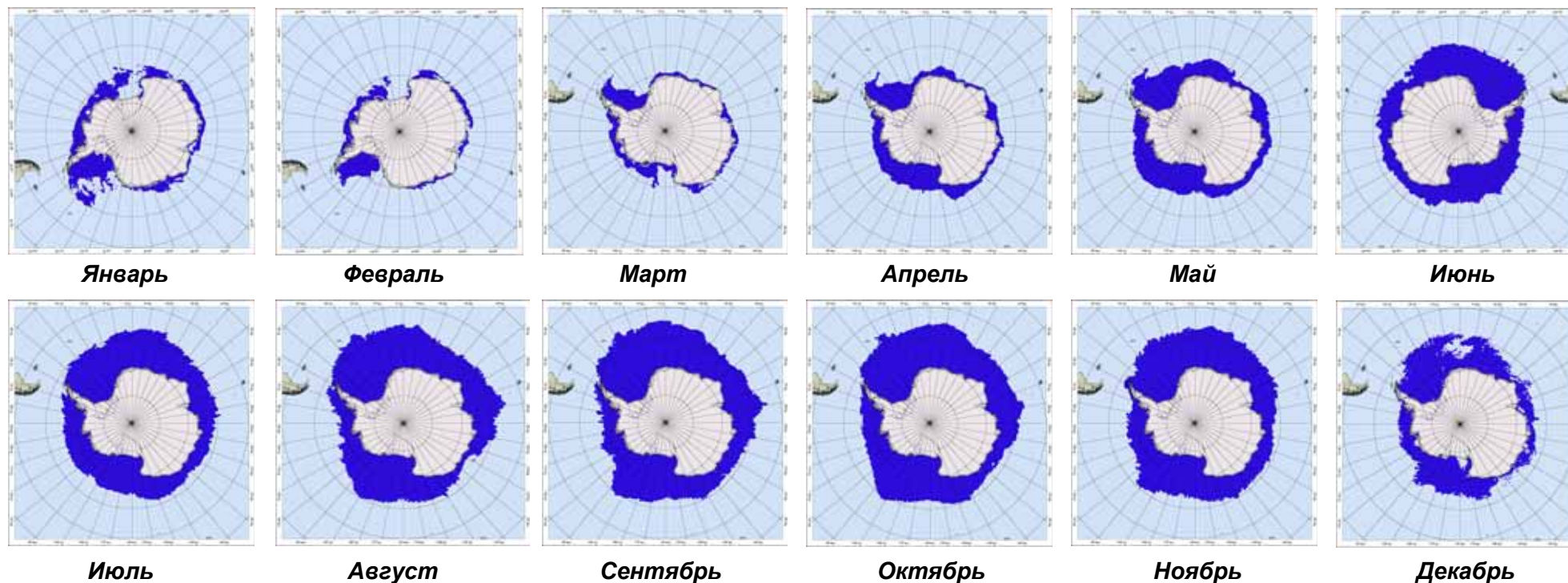
(по данным ИСЗ QuikSCAT, Sea Wind NRT, разрешение 35–40 км, сентябрь 2006г.–май 2007г.)



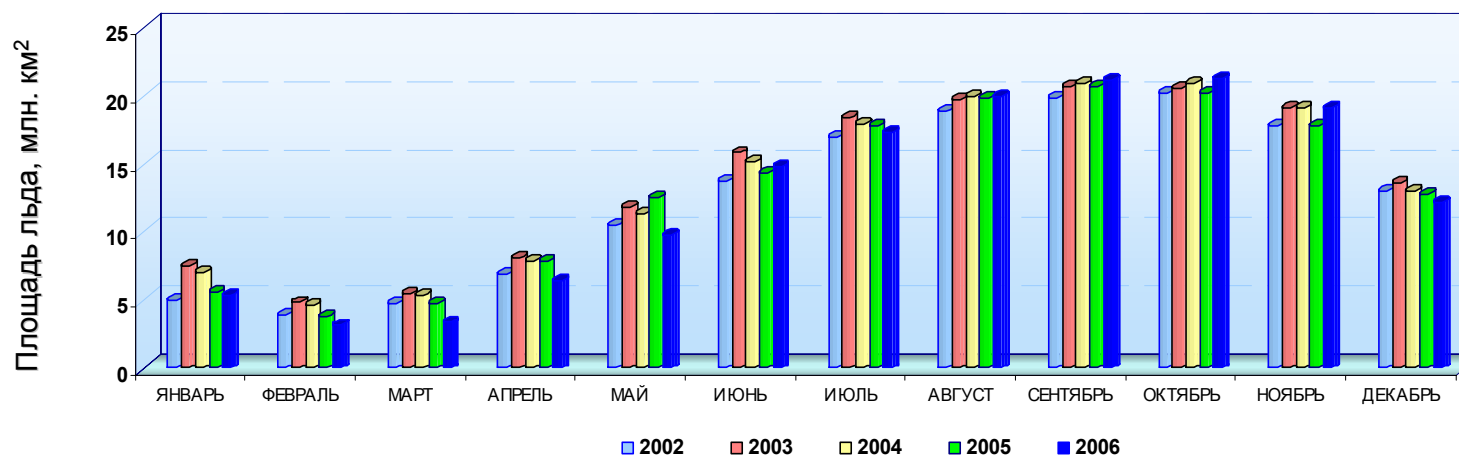
■ - многолетний лед



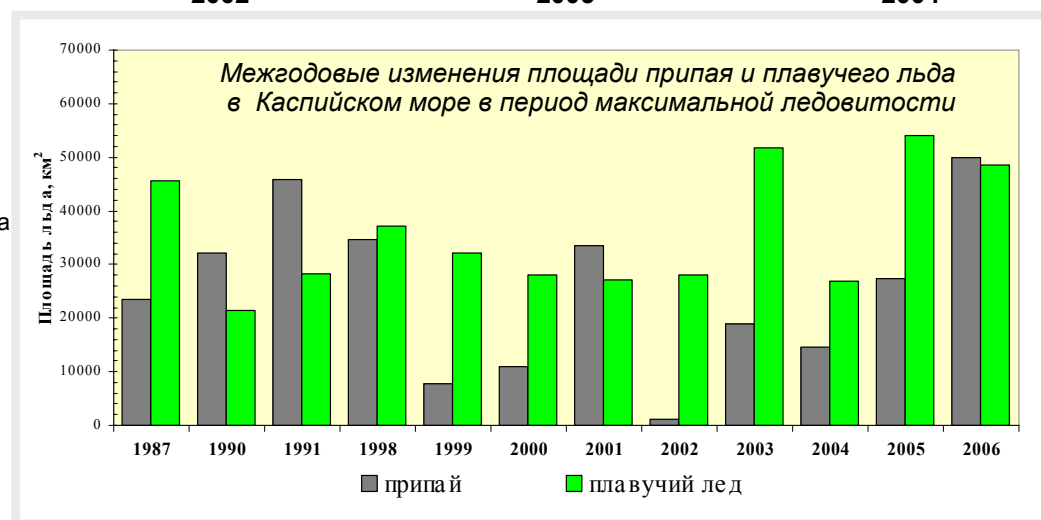
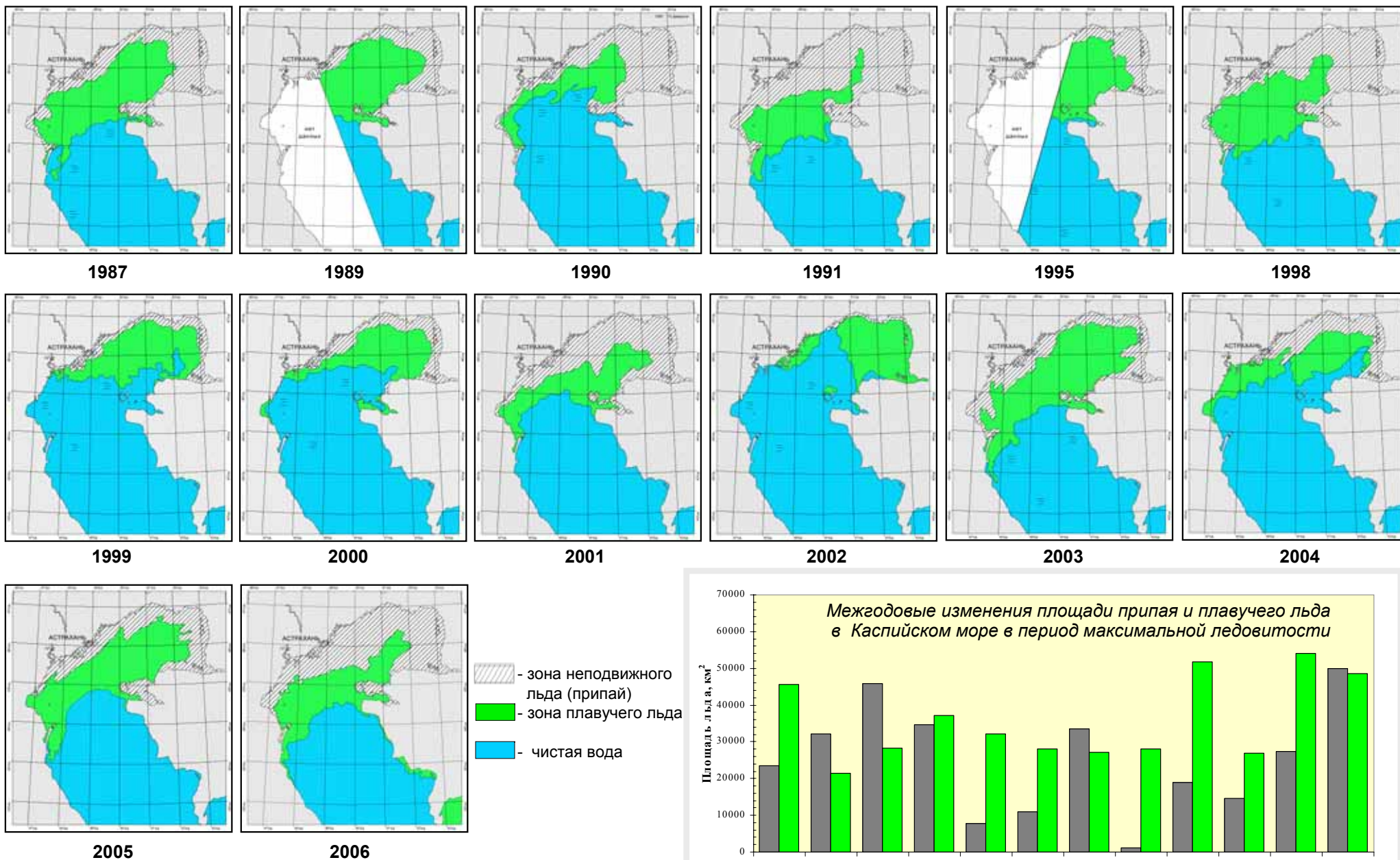
ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ МОРСКОГО ЛЬДА В АНТАРКТИКЕ В 2006 г. (по данным ИСЗ QuikSCAT/SeaWind NRT)



Сезонные изменения площади морского льда в Антарктике в 2002-2006 гг.



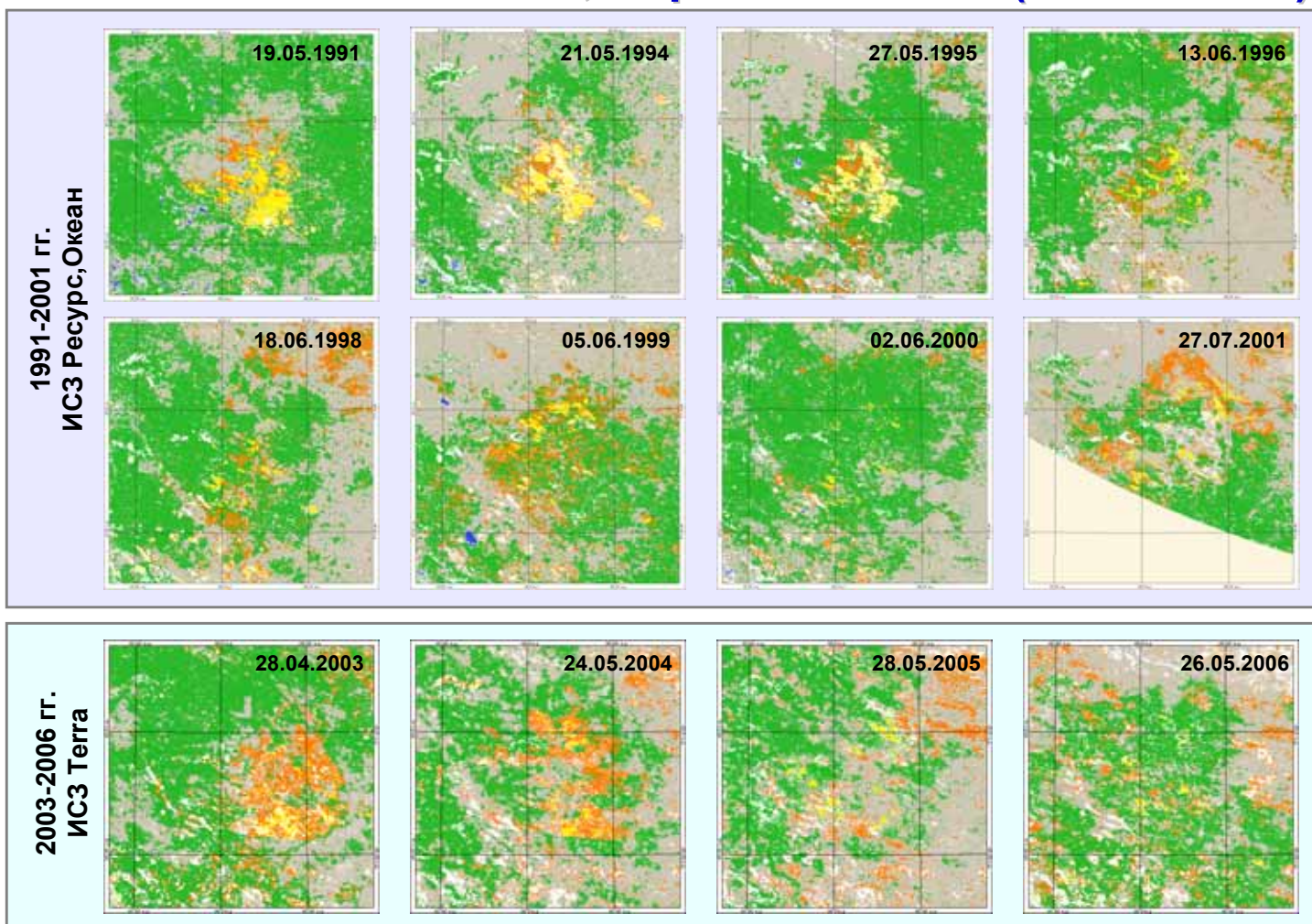
МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ, 1987-2006



МОНИТОРИНГ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Калмыкия, Черные земли (1991 – 2006)

Изменение состояния почвенно-растительного покрова по спутниковым данным



© ГУ «НИЦ «Планета»

Спасибо за внимание!