



Создание унифицированных технологий глобального спутникового мониторинга растительности

Барталев С.А., Исаев А.С., Лупян Е.А.

Институт космических исследований РАН
Центр экологии и продуктивности лесов РАН

Предварительные замечания и определения

- ❑ Под **глобальным** мониторингом понимается система, обеспечивающая сбор информации по **всей территории планеты** или ее **отдельных природных зон** (тропической, бореальной и т.д.);
- ❑ Под **технологиями** мониторинга в настоящем контексте понимается совокупность методов и программно-технических средств, позволяющих **преобразовывать данные** дистанционных спутниковых измерений в **информационные продукты**, характеризующие состояние и динамику растительности;
- ❑ Под **унификацией** технологий мониторинга понимается процесс приведения их элементов к единообразию с целью **типового применения в нескольких системах мониторинга** растительности.

Потребность в глобальных данных о растительности

- ✓ Подготовка и реализация международных соглашений
- ✓ Выработка стратегий устойчивого управления национальными ресурсами с учетом внешних факторов
- ✓ Выявление опасных явлений и природных катастроф
- ✓ Моделирование и прогноз динамики биосферы и климата

Глобальное картографирование земного покрова по спутниковым данным

AVHRR, 1°, 1994

AVHRR, 8 km, 1998

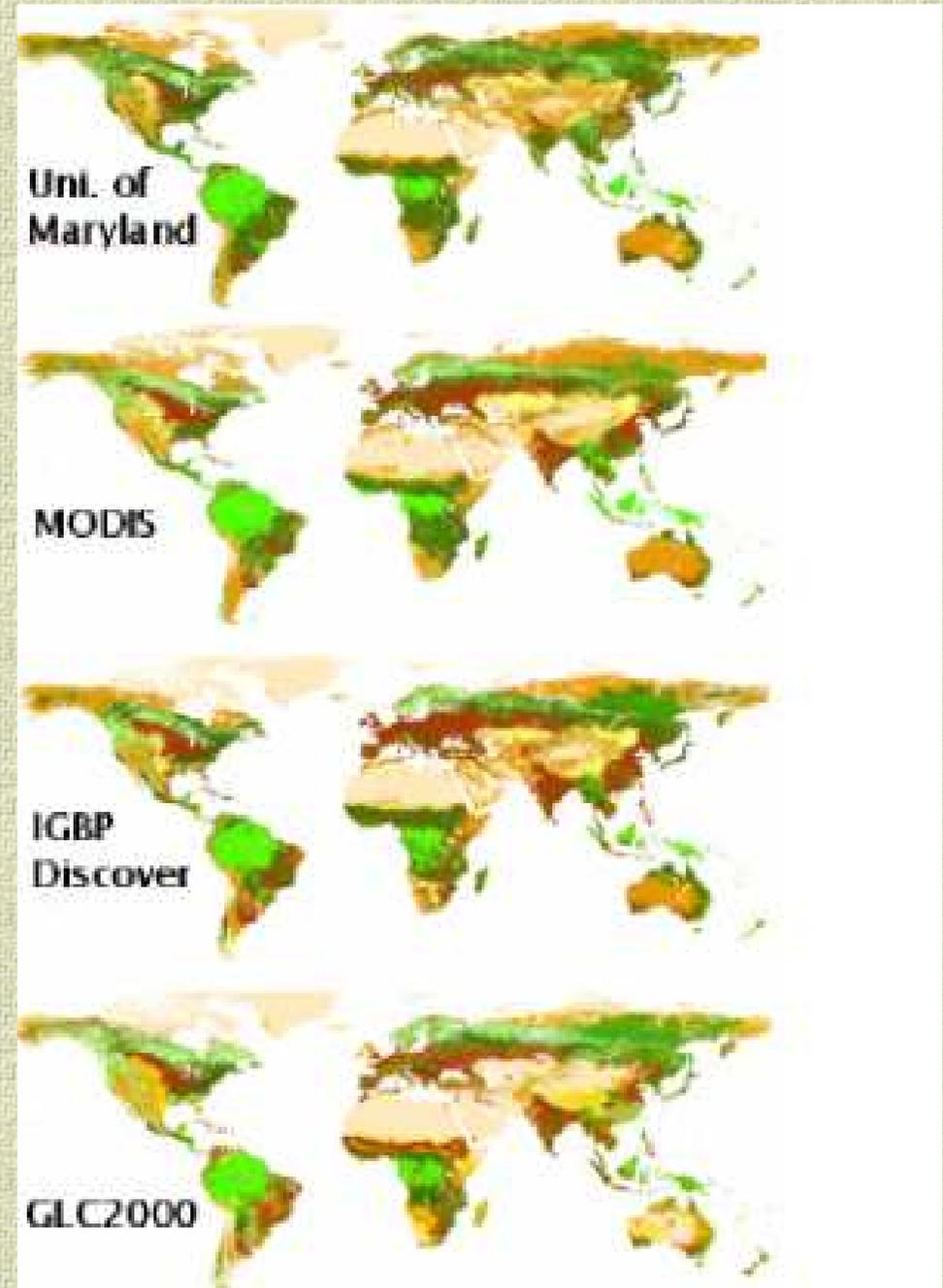
IGBP-DIS, AVHRR, 1 km, 1998

GLC-2000, VEGETATION, 1 km, 2002

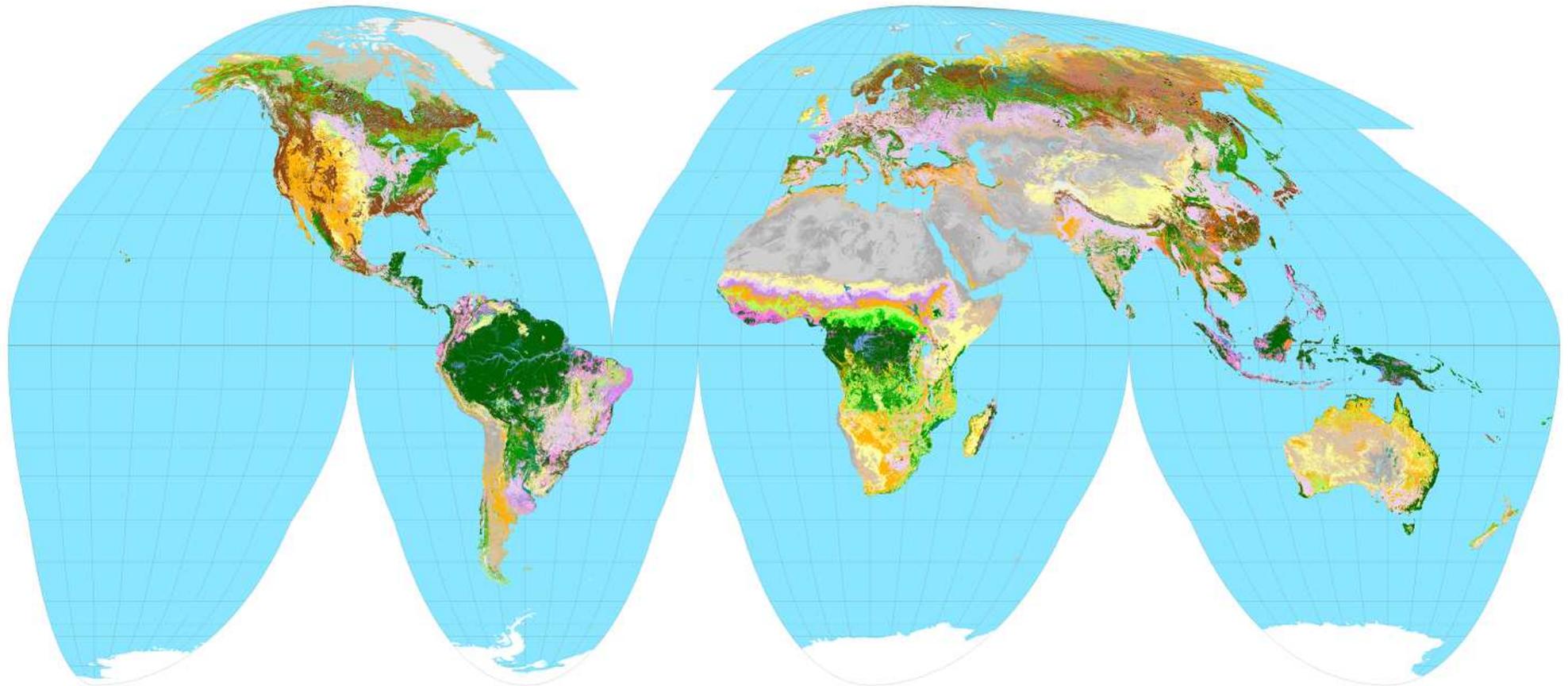
MODIS, 1 km, 2002

VCF, MODIS, 500 m, 2003

Globcover: MERIS, 300 m, 2007



Global Land Cover 2000



Леса

	Лиственные вечнозеленые леса
	Лиственные листопадные леса: сомкнутые
	Лиственные листопадные леса: разреженные
	Хвойные вечнозеленые леса
	Хвойные листопадные леса
	Смешанные леса
	Леса в комплексе с другой естественной растительностью
	Поврежденные пожарами леса

Снега и льды

	Снега и льды
--	--------------

Сельскохозяйственные угодья

	Сельскохозяйственные угодья
	Сельскохозяйственные угодья в комплексе с лесами и другой естественной растительностью
	Сельскохозяйственные угодья в комплексе с травянистой и кустарниковой растительностью

Пустыни

	Песчаные
	Галечные
	Каменистые

Другое

	Водные объекты
	Нет данных

Увлажненные земли

	Леса, регулярно затопляемые пресной или солоноватой водой
	Леса, регулярно затопляемые соленой водой
	Регулярно затопляемая травянистая или кустарниковая растительность

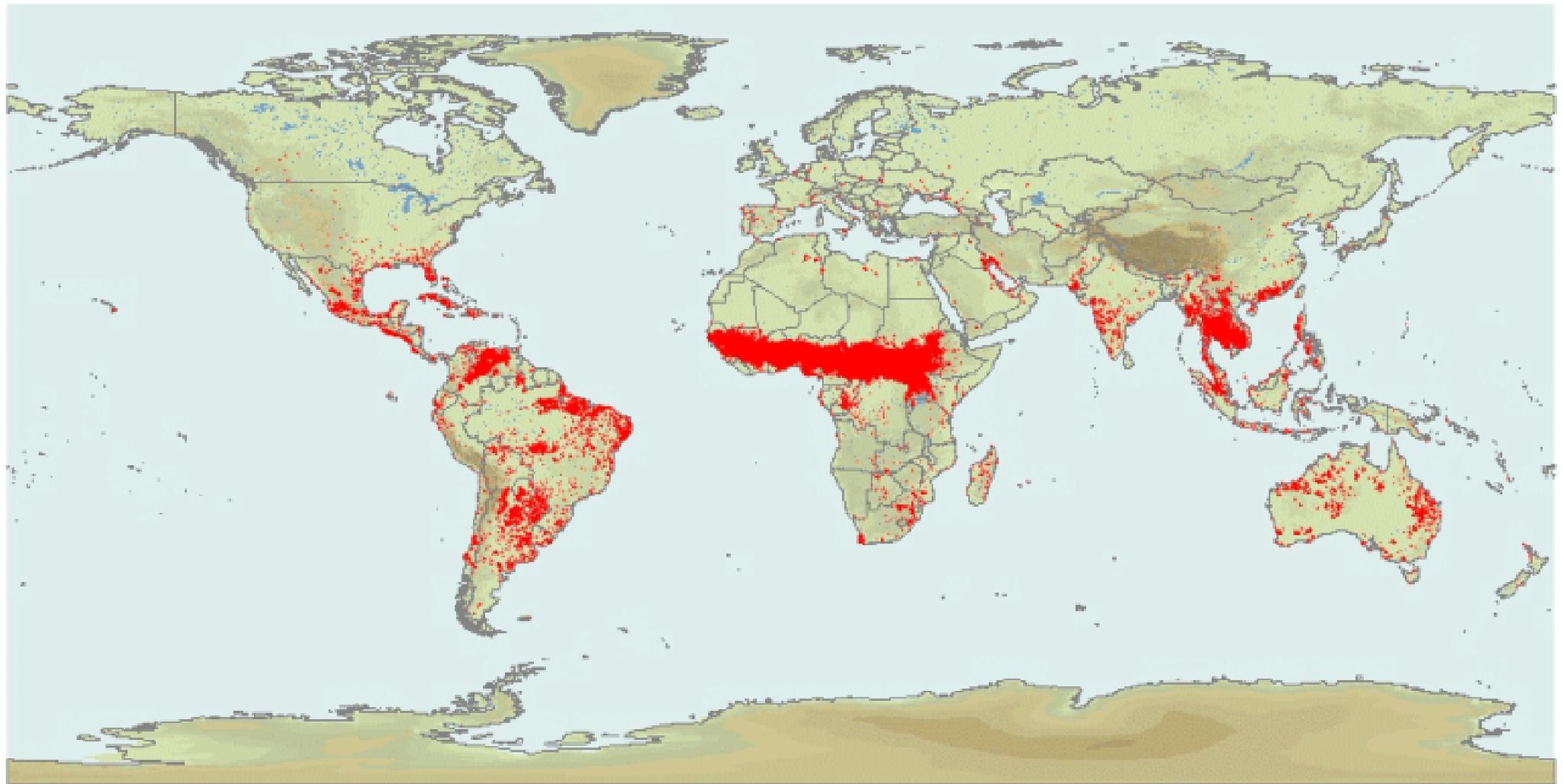
Травянистая и кустарниковая растительность

	Вечнозеленые кустарники
	Листопадные кустарники
	Травянистая растительность
	Разреженная травянистая или кустарниковая растительность

Урбанизированные территории

	Антропогенные объекты
--	-----------------------

MODIS Rapid Response Fire Detections for 2005



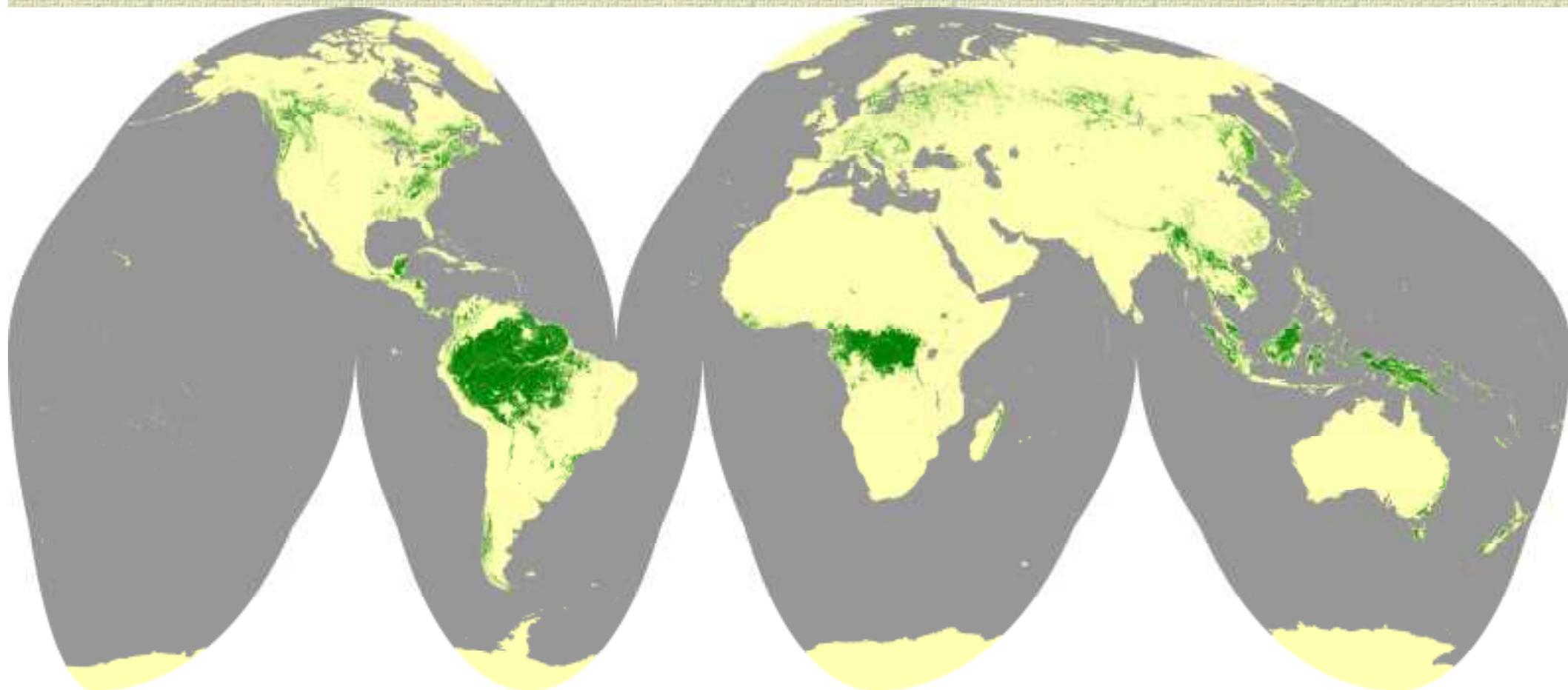
JANUARY FEBRUARY MARCH APRIL MAY JUNE JULY AUGUST SEPTEMBER OCTOBER NOVEMBER DECEMBER



- MODIS Active Fire Detections
- World Countries

Active fires are detected using MODIS data from the Terra satellite.
Source: MODIS Rapid Response <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>
Web Fire Mapper <http://maps.geog.umd.edu>

Доля покрытой кронами деревьев площади по данным MODIS



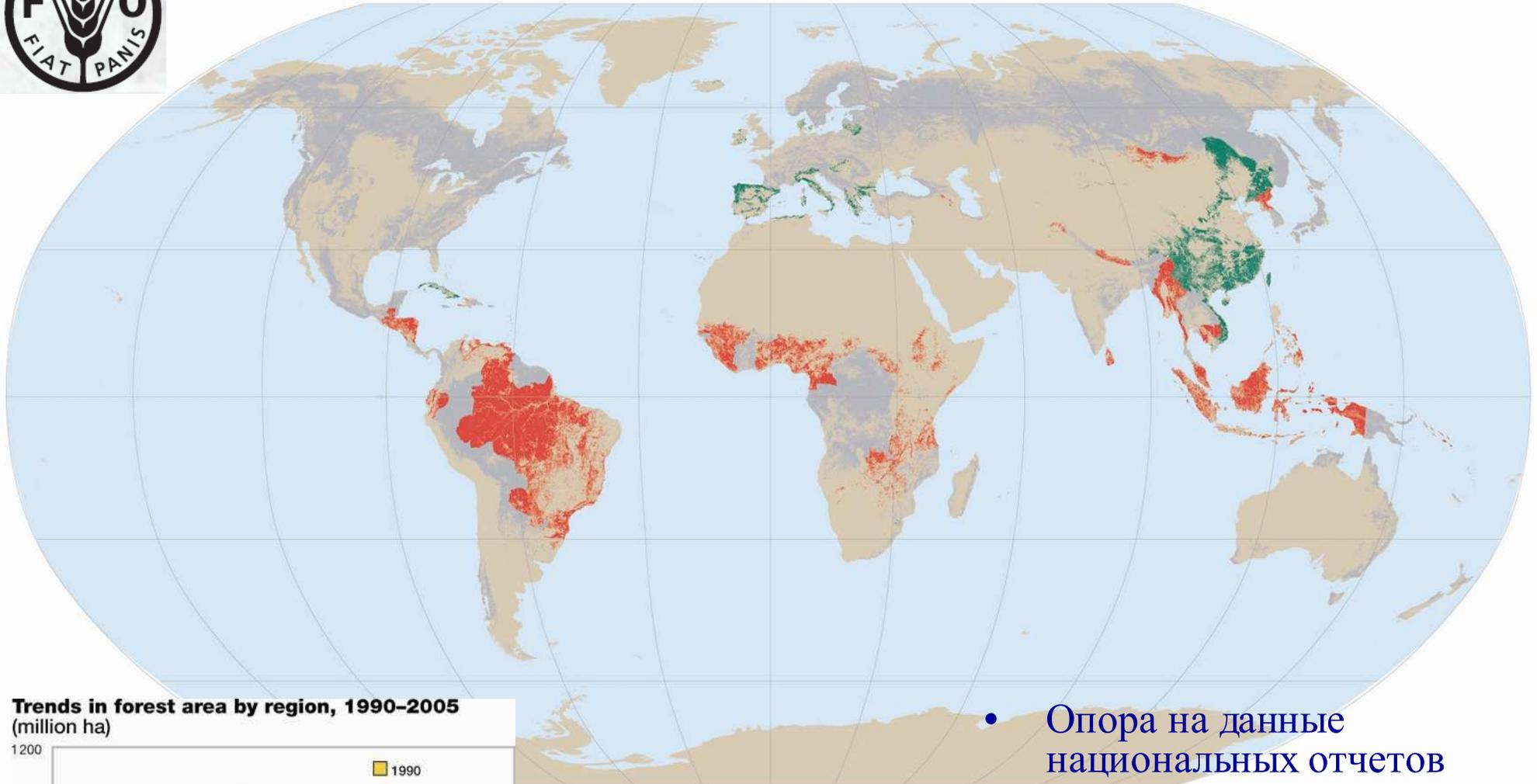
0%

100%

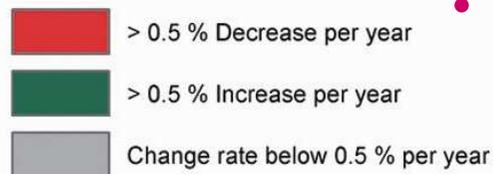
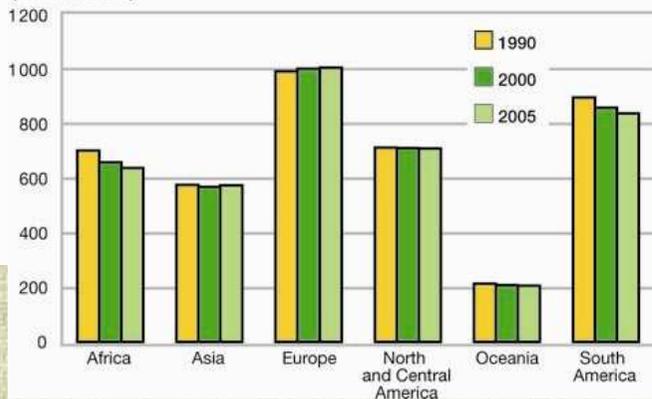




Глобальная оценка лесных ресурсов

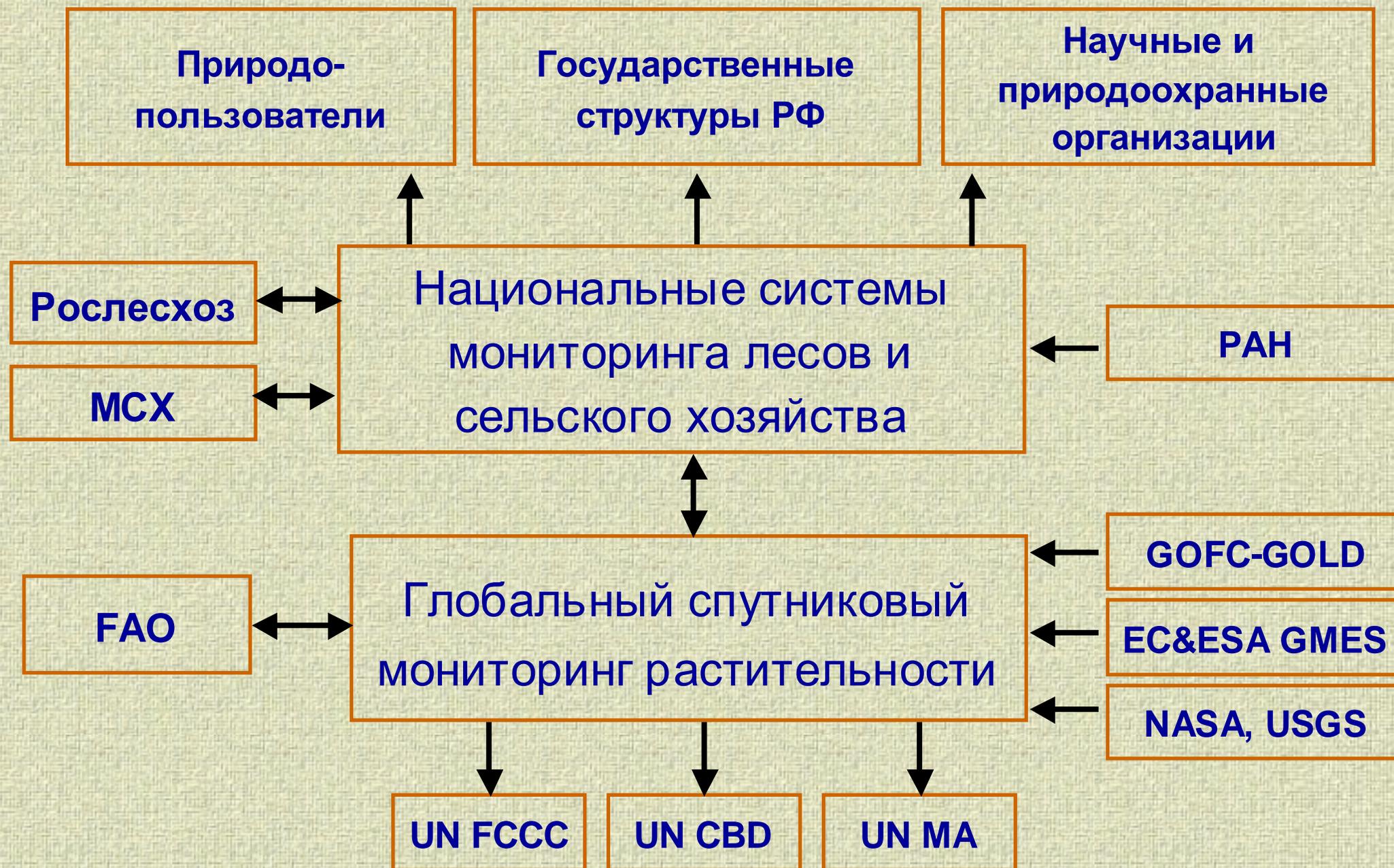


Trends in forest area by region, 1990–2005
(million ha)



- Опора на данные национальных отчетов
- Для 2010 года – подключение глобального дистанционного зондирования (регулярная выборка $1^\circ \times 1^\circ$)

Глобальный мониторинг растительности в контексте национальных и международных программ



Архив данных приборов VEGETATION и MODIS в ИКИ РАН

SPOT-VEGETATION :

S10 standard products

(десятидневные композитные изображения)

Географический охват: Северное полушарие (выше 40° С.Ш.)

Период наблюдений: 1998 – 2007

Временное разрешение: 10 дней

Спектральные каналы:

i.430 – 470 nm

ii.610 – 680 nm

iii.780 – 890 nm

iv.1580 – 1750 nm

Пространственное разрешение: 1.15 км

Доступ к данным: <http://free.vgt.vito.be>

Terra-MODIS :

Surface Reflectance Product

(MOD09GHK, MOD09GQK, MODMGGAD, MOD09GST)

Географический охват : Северная Евразия

Период наблюдений : 2002 – 2007

Временное разрешение : Ежедневно

Используемые спектральные каналы :

i.440 – 480 nm

ii.620 – 670 nm

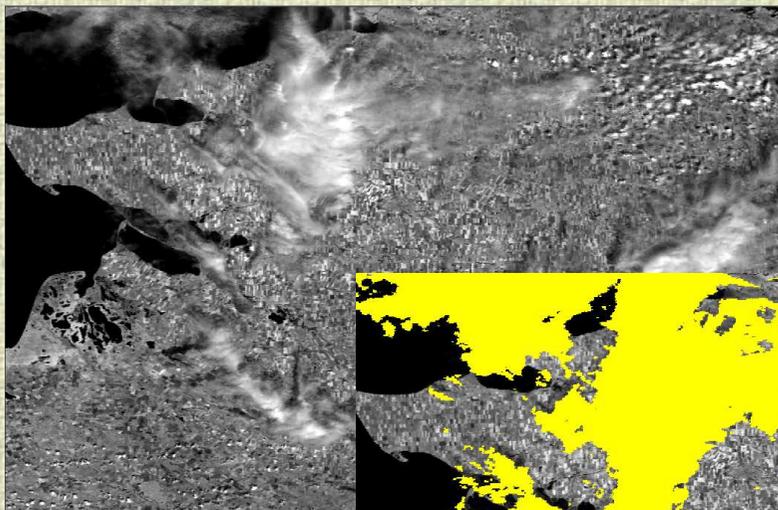
iii.841 – 976 nm

iv.1630 – 1650 nm

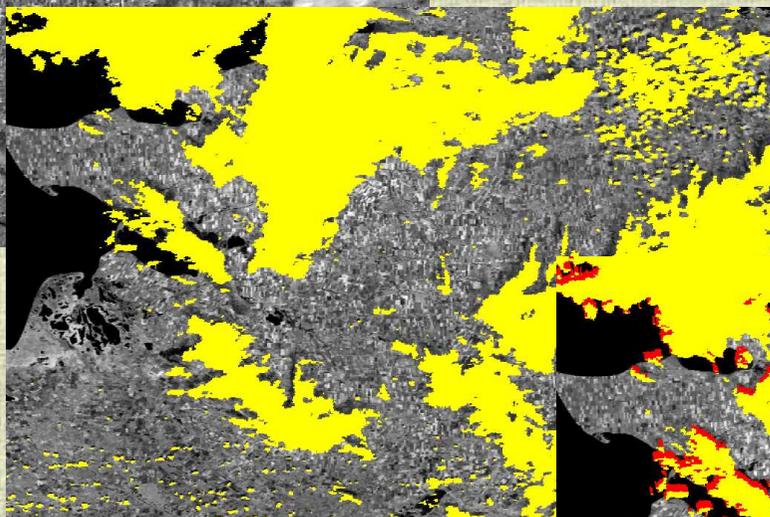
Пространственное разрешение : 250&500 м

Доступ к данным : <http://modis.gsfc.nasa.gov>

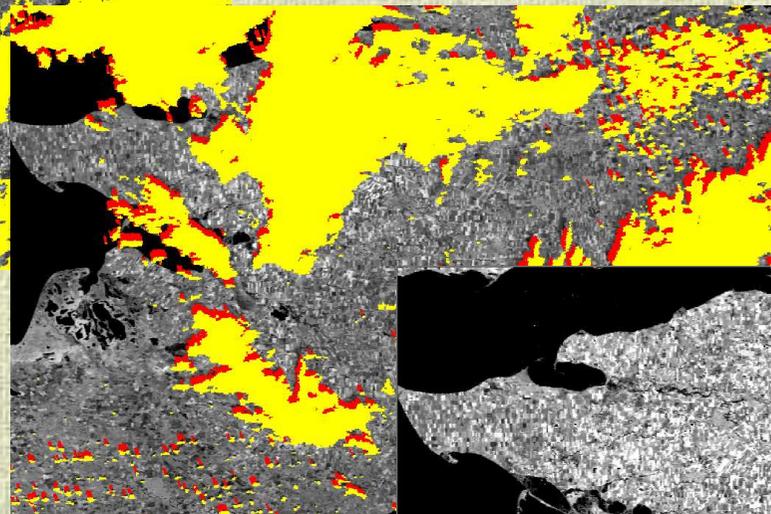
Технология предварительной обработки спутниковых данных MODIS



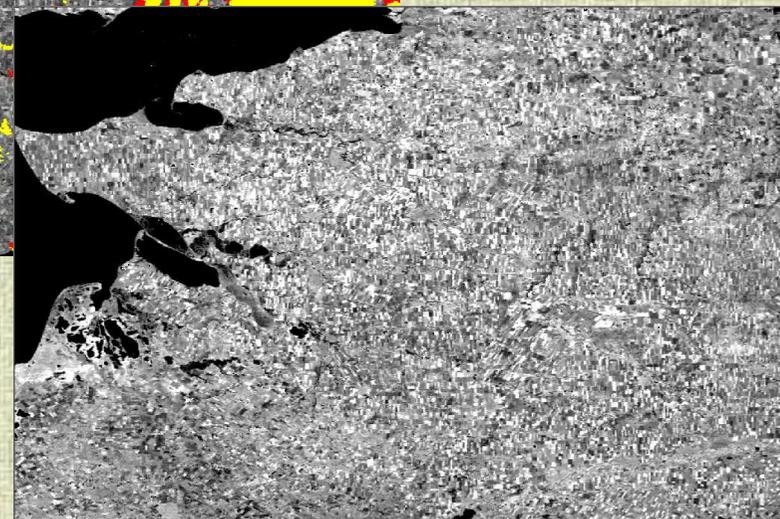
Данные ежедневных наблюдений



Маскирование снежного и облачного покрова

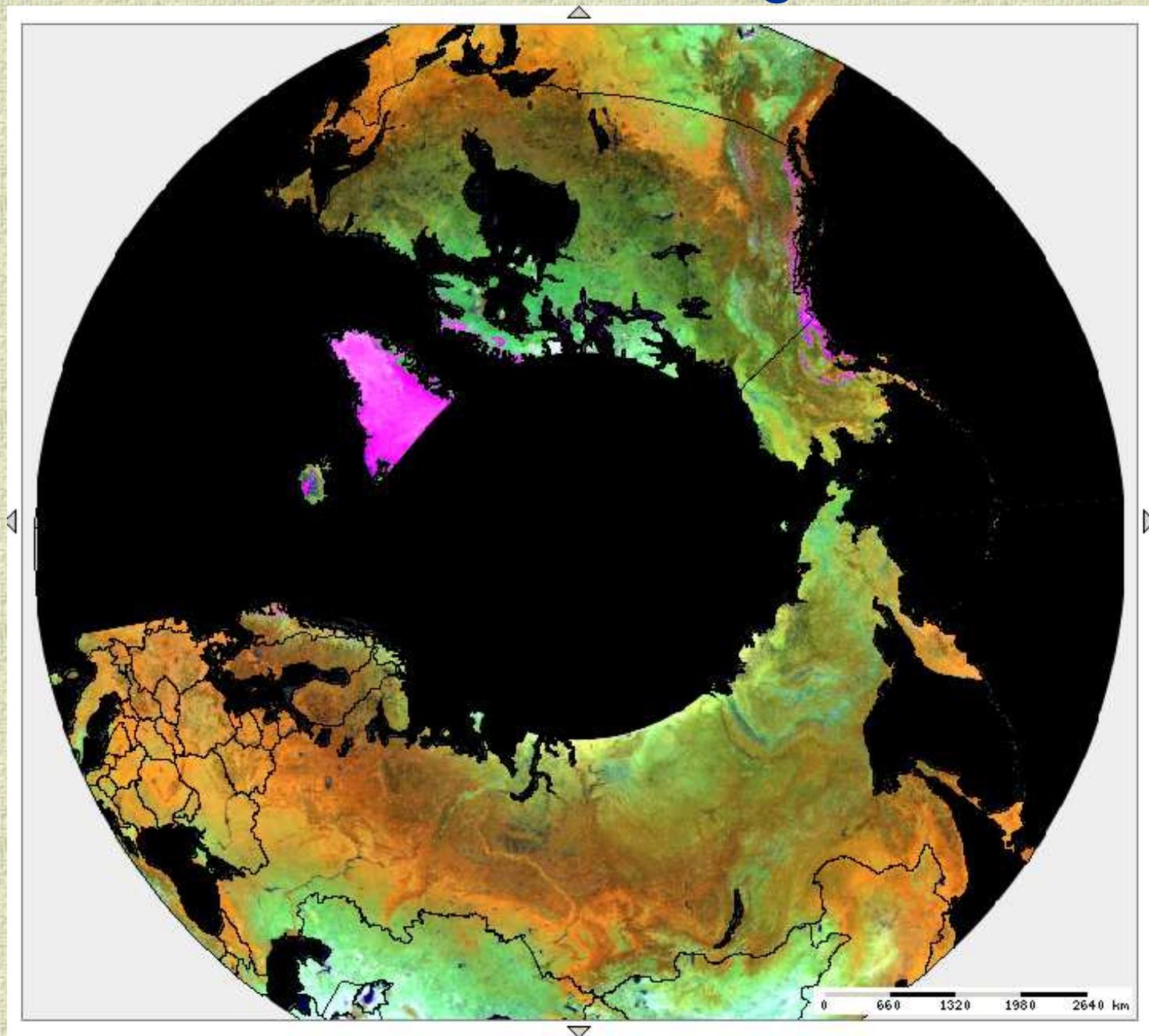


Маскирование теней



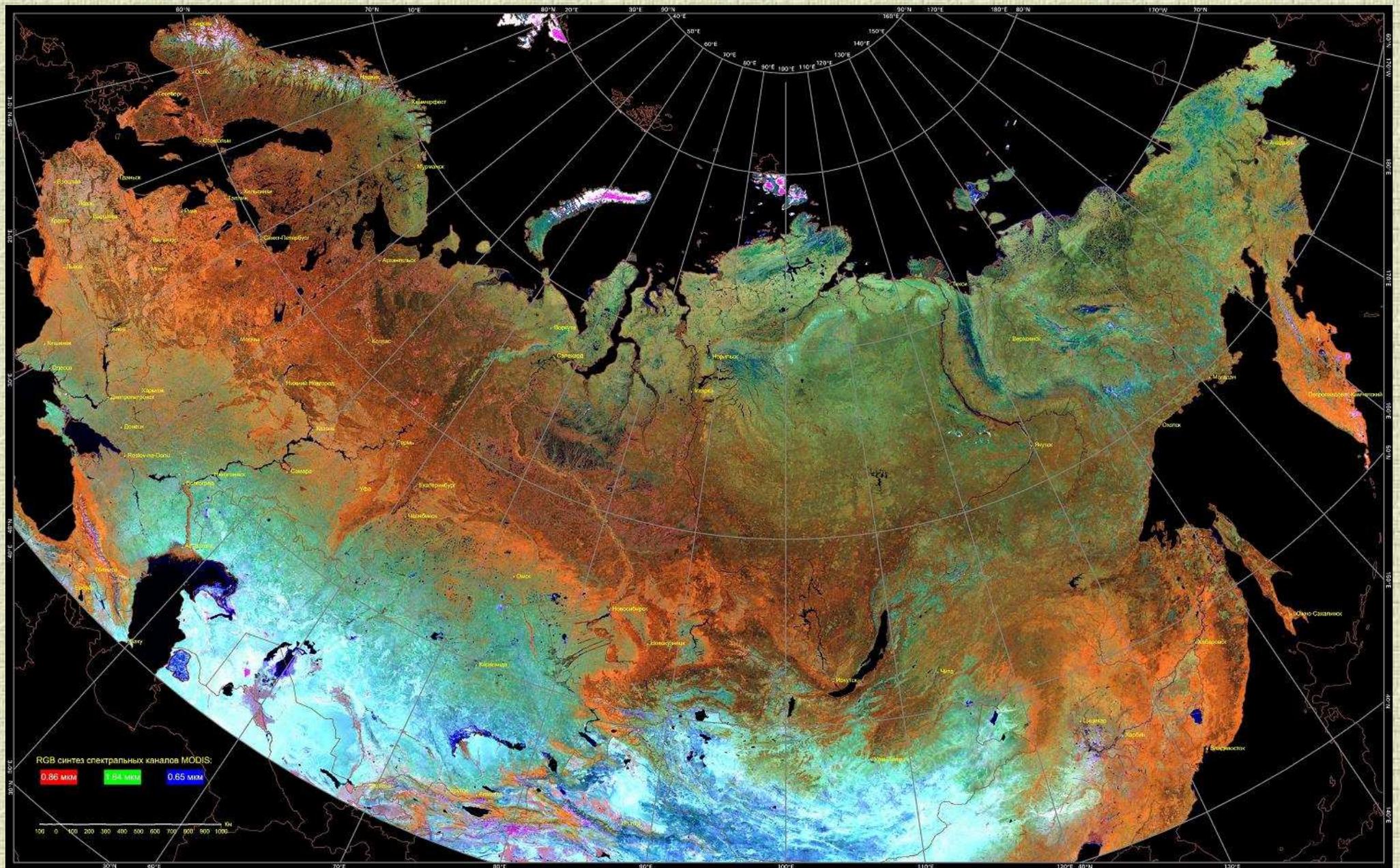
Выбор наилучшего разрешения и построение композитных изображений

Композитное изображение бореального пояса по данным SPOT-Vegetation



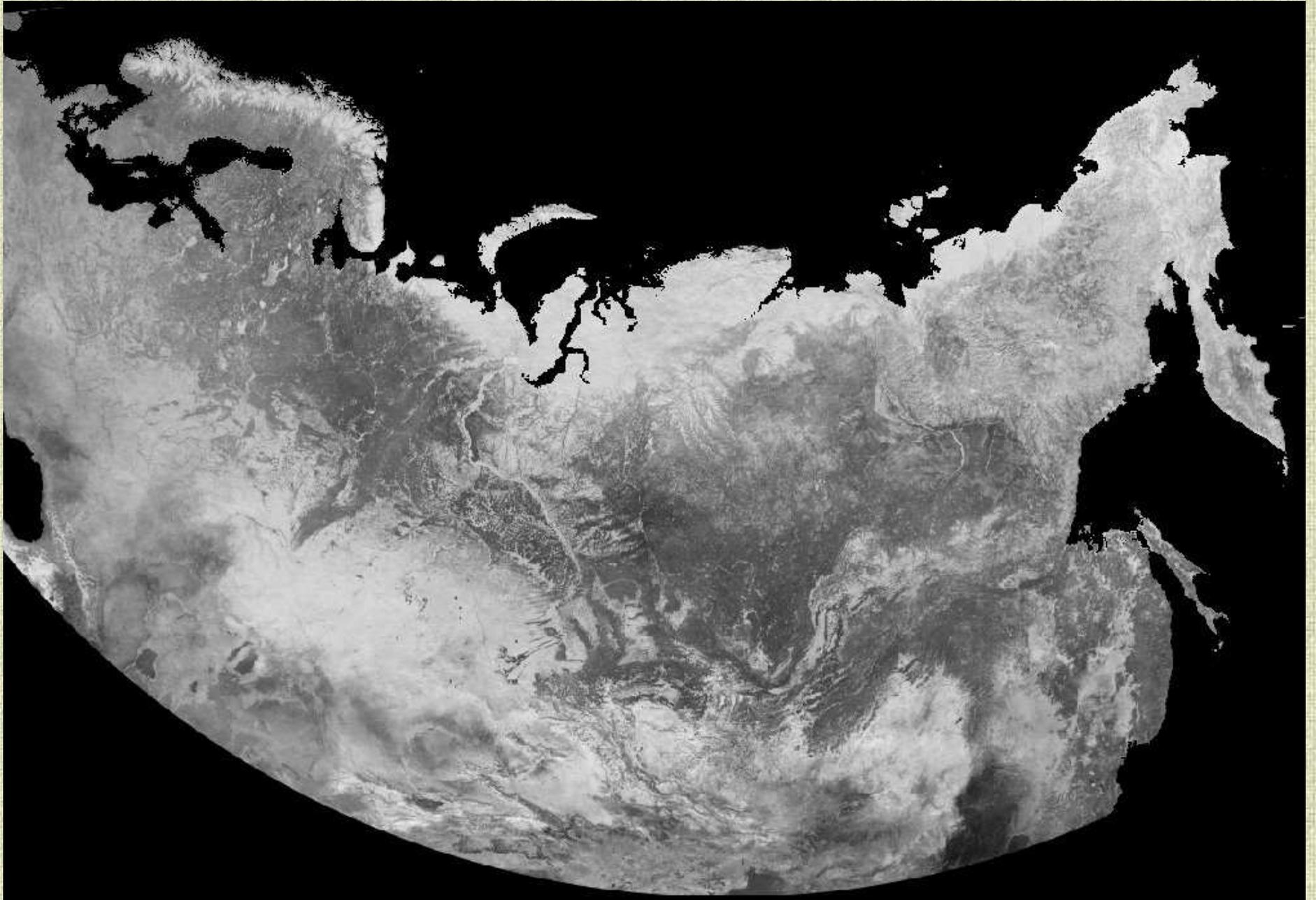
Пространственное разрешение – 1,15 км; июнь-август 2005 г

Композитное изображение Северной Евразии по данным MODIS



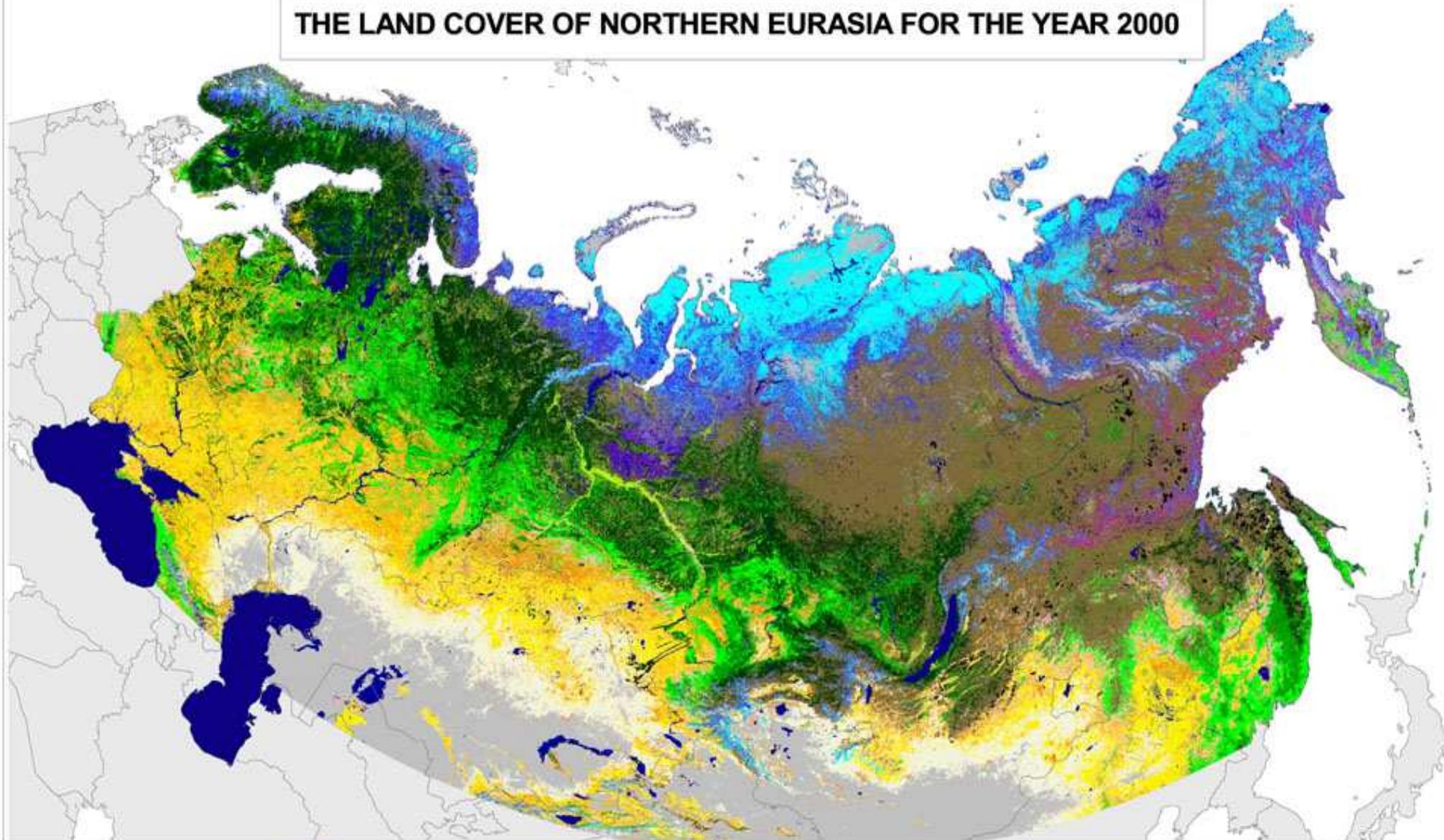
Пространственное разрешение – 250 м; июнь-август 2005 г

Композитное изображение Северной Евразии по данным MODIS



Пространственное разрешение – 250 м; декабрь 2005-февраль 2006 г

THE LAND COVER OF NORTHERN EURASIA FOR THE YEAR 2000



LEGEND / РЕГИОНА

<p>FORESTS / ЛЕСА</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ European Broadleaf Forest 	<p>WATER BODIES / ВОДНЫЕ ТЕЛА</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Broadleaf European Water 	<p>AGRICULTURE / СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕРРИТОРИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Broadleaf European Water 	<p>URBAN / ГОРОДА</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Broadleaf European Water 	<p>OTHER VEGETATION TYPES AND COMPLEXES / ДРУГИЕ ВИДЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КОМПЛЕКСЫ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Broadleaf European Water 	<p>NON-VEGETATED LAND COVER TYPES / НЕРАСТИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ ПОКРЫТИЯ ПОверхНОСТИ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Broadleaf European Water
---	---	--	---	--	--

MAP INFORMATION

Scale: 0 200 400 km

Projection: Albers Equal-Area Conic, Spheroid: WGS84, Central Meridian: 87° E, Reference Latitude: 57° N, Standard Parallels: 1, 50° N, Standard Parallel 2: 50° N

This map of Northern Eurasia's land cover has been created at European Commission's Joint Research Centre in partnership with Russian Academy of Sciences' Centre for Forest Ecology and Productivity. The mapping has been performed as part of Global Land Cover 2000 project with use of data obtained by the VEGETATION sensor on board the Earth Observation satellite SPOT-4. Land cover classes have been identified with series of advanced data products, derived from VEGETATION data. In order to characterize phenology of vegetation, water content of surface, directional reflectance properties and snow duration.

CONTACT DETAILS

Dr. Sergey A. Barstov
The Russian Academy of Sciences
Space Research Institute
64/31 Profsoyuznaya Str.
117987 Moscow, Russia
Fax: 007 099 913 30 40
barstov@ictp.rssi.ru

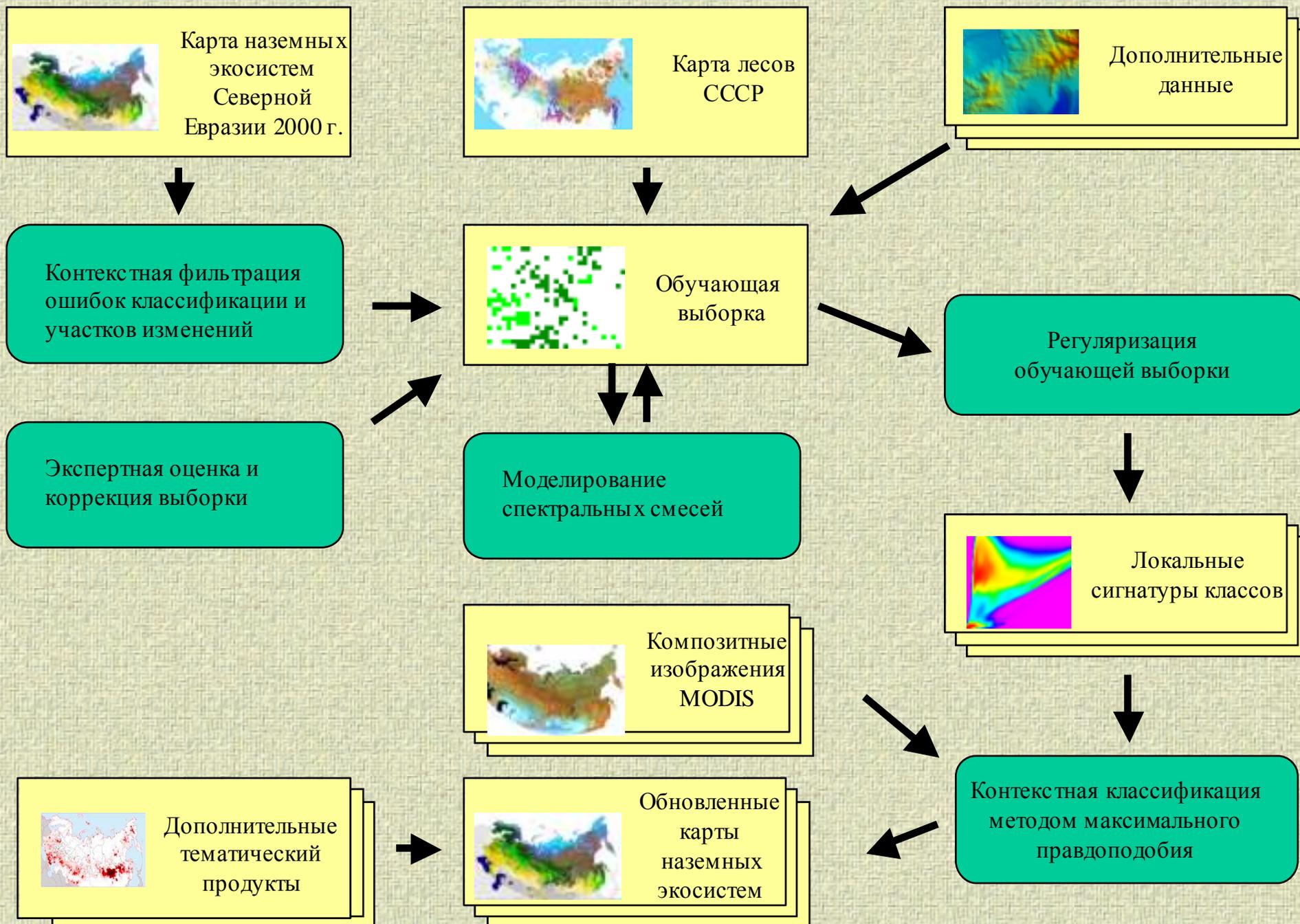
Acad. Alexander S. Isakov, Dr. Dmitry V. Yaroshov
The Russian Academy of Sciences
Center for Forest Ecology and Productivity
64/31 Profsoyuznaya Str.
117987 Moscow, Russia
Fax: 007 099 332 25 17
isakov@ictp.rssi.ru, yaroshov@ictp.rssi.ru

Dr. Alan S. Belward
The European Commission
Joint Research Centre
Institute for Environment and Sustainability
Global Vegetation Monitoring Unit
02010 Ispra (VA), Italy
Fax: +39 0332 789873
alan.belward@ec.europa.eu

Russian Academy of Sciences

European Commission

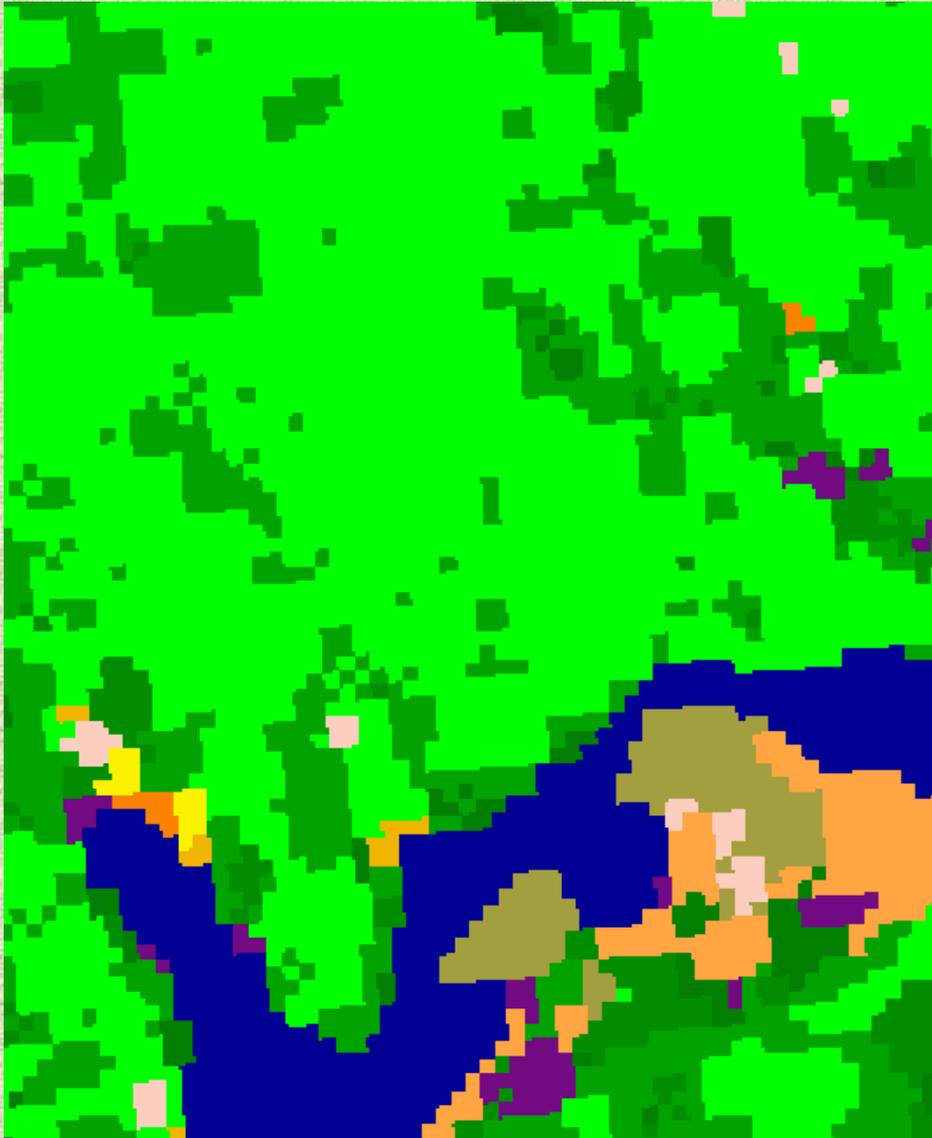
Блок-схема алгоритма динамического картографирования растительности



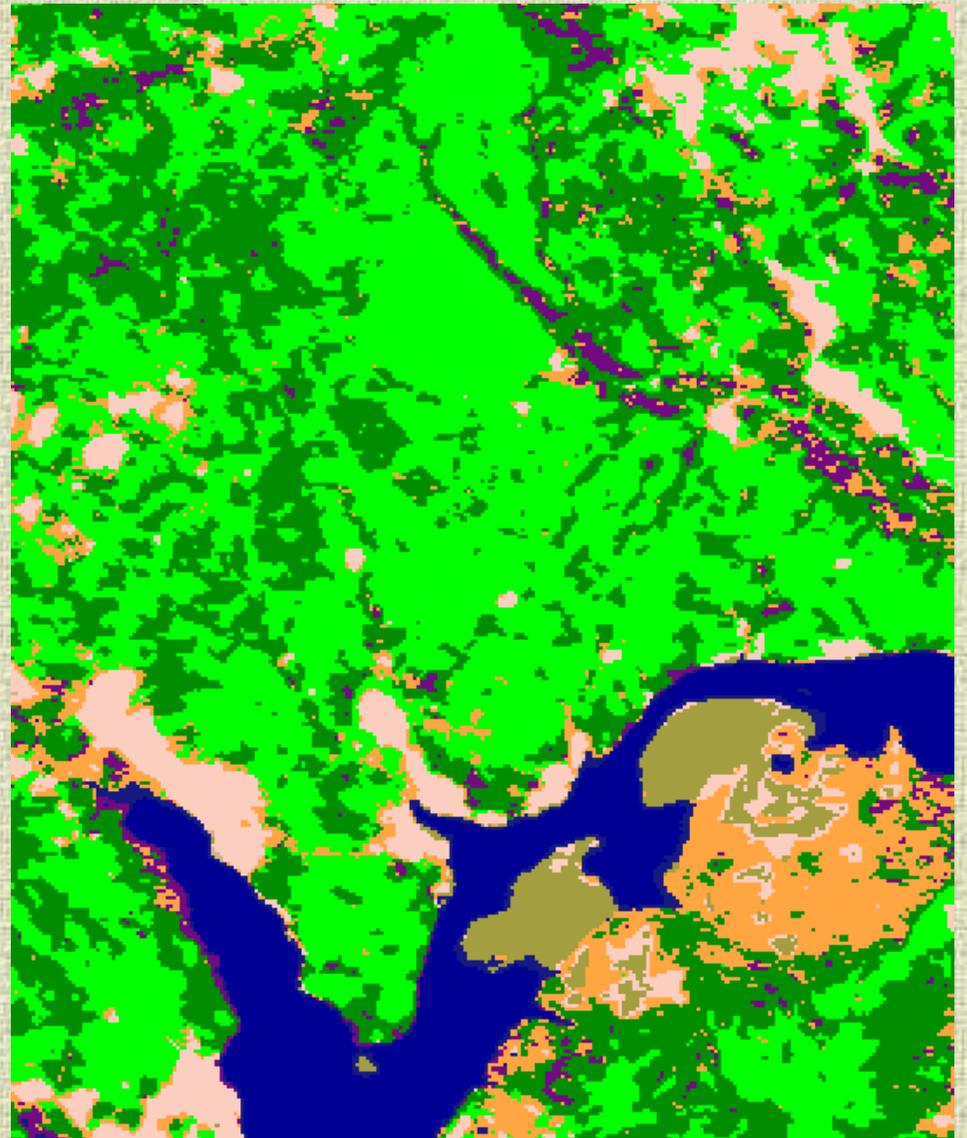
Предварительная версия карты наземных экосистем по данным MODIS (250 м, 2005 год)



Сравнение GLC2000 и результатов классификации данных MODIS

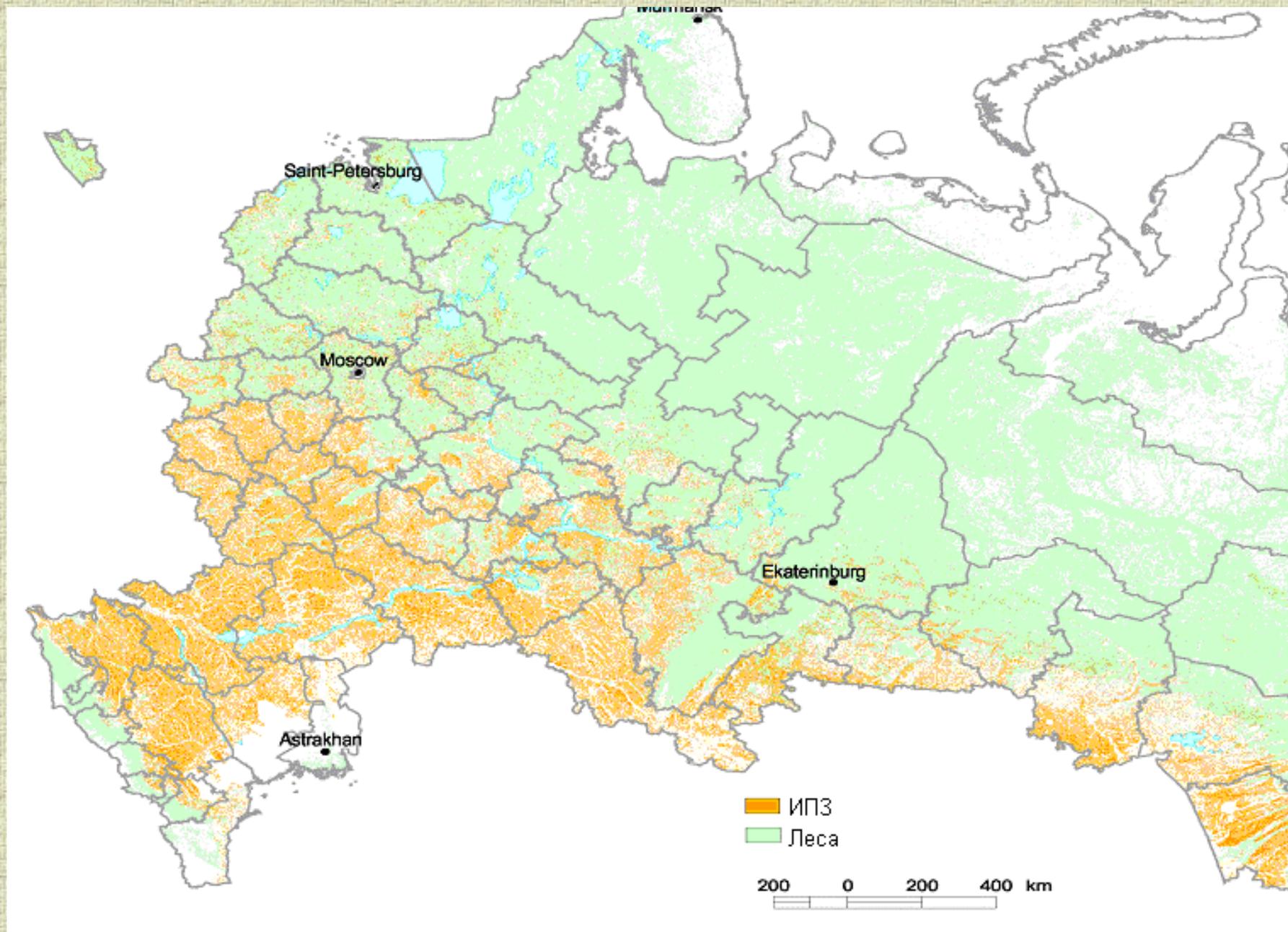


GLC2000



MODIS

Используемые пахотные земли по данным MODIS



Прогноз урожайности по динамике NDVI: сравнение с годом-аналогом

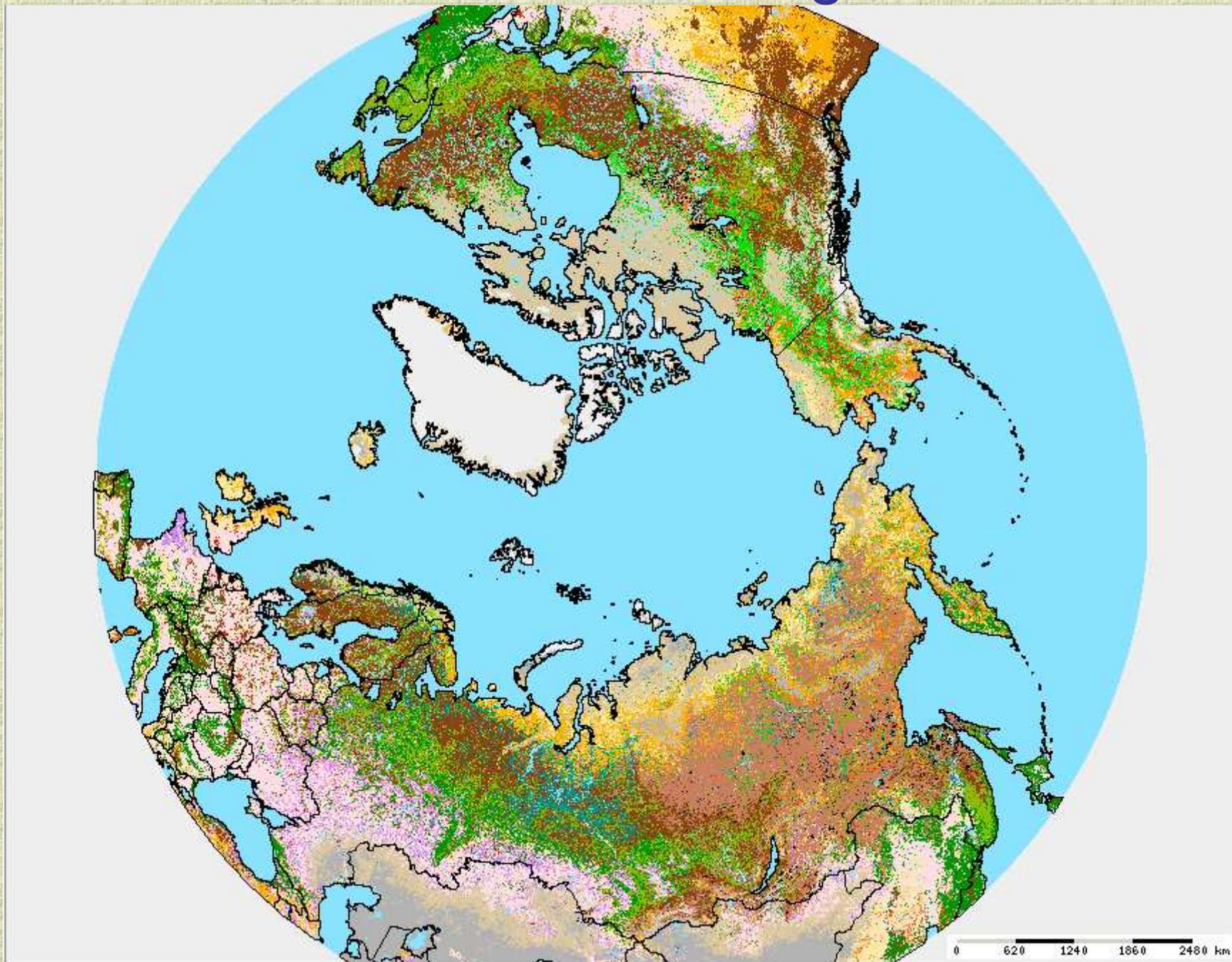


Пахотные земли 2002 2003 2004 2005 2006
Непахотные земли 2002 2003 2004 2005 2006

Обновить

Дата установки года аналога: 13.09 (289) Год аналог: 2005 [Гистограмма](#)

Циркумполярная карта наземных экосистем по данным SPOT-Vegetation



Базовые технологии оценки состояния и динамики растительности

- ❑ **технология предварительной обработки данных дистанционных наблюдений** и формирования продуктов для анализа временных рядов наблюдений (безоблачные композитные изображения, карты распределения вегетационных индексов, влажностные, температурные и другие характеристики)
- ❑ **технология динамического картографирования растительного покрова** по временным сериям данных дистанционных наблюдений на различных уровнях пространственной дифференциации
- ❑ **технология выявления и оценки изменений состояния растительного покрова** по временным сериям данных дистанционных наблюдений под воздействием деструктивных факторов
- ❑ **технология оценки биометрических и продукционных характеристик растительности** по данным дистанционных наблюдений (включая плотность проективного покрытия, долю поглощенной ФАР, чистую первичную продукцию)

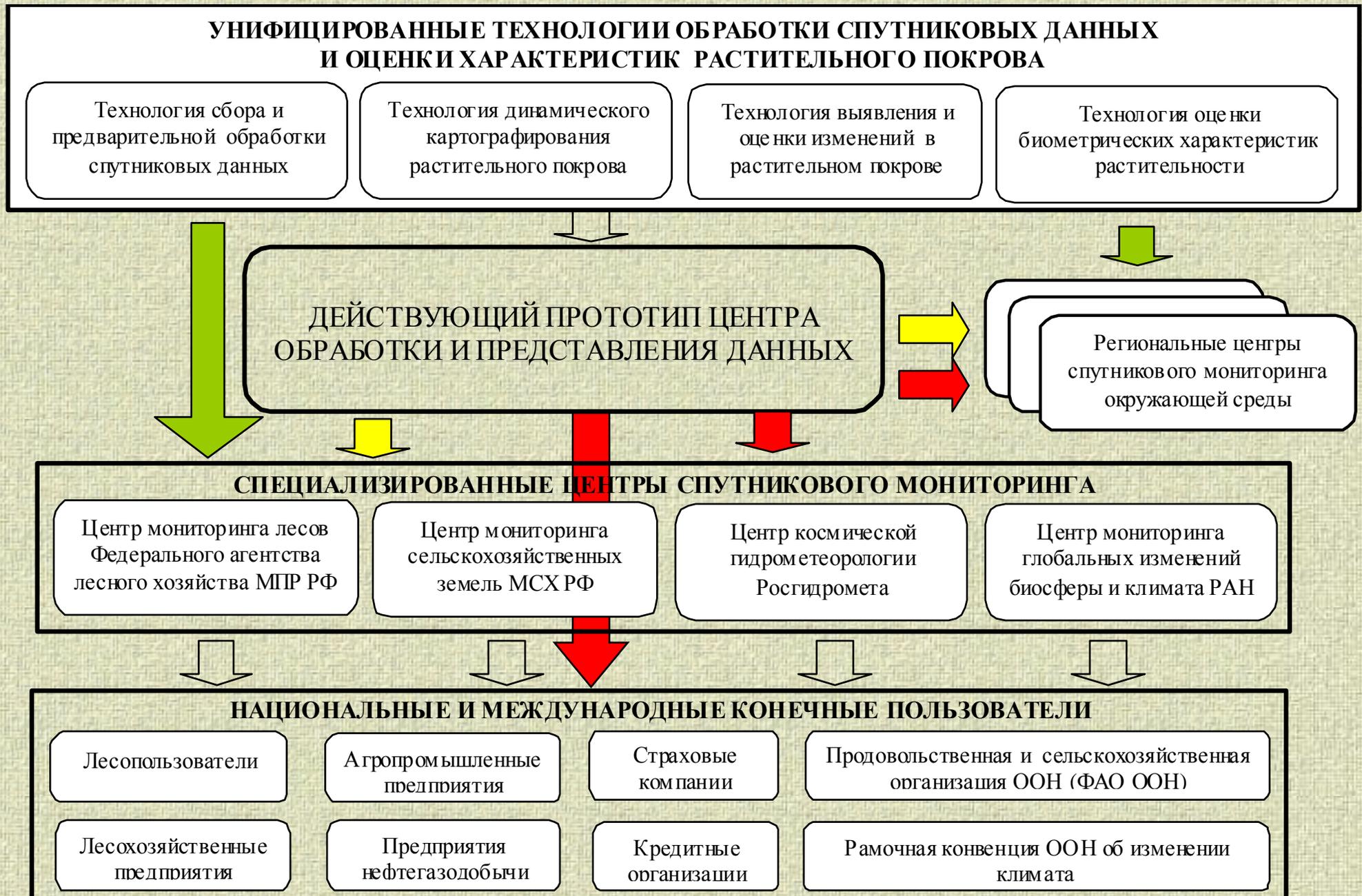
Основные требования к созданию технологий мониторинга растительности

- ❑ возможность получения объективных автоматизированных оценок состояния растительности на локальном, региональном, национальном и глобальном уровнях;
- ❑ возможность работы с различными спутниковыми системами наблюдений, включая существующие и перспективные средства и методы дистанционного зондирования;
- ❑ возможность регулярного и оперативного получения оценок состояния и динамики растительных ресурсов (от нескольких дней до года) и представления информации пользователям;
- ❑ наличие механизмов валидации и внедрения новых типов оценок для обеспечения постоянного развития технологии;
- ❑ возможность проведения унифицированных долговременных наблюдений на субконтинентальном (Северная Евразия) и глобальном уровнях;

Некоторые целевые параметры технологий мониторинга растительности

- ❑ Технология предварительной обработки данных должна обеспечивать формирование временных серий композитных изображений с **периодичностью от 7 дней до 3 месяцев**;
- ❑ Технология динамического картографирования наземных экосистем должна обеспечивать **ежегодную автоматическую идентификацию** не менее 15 классов с пространственным разрешением не менее 250 метров;
- ❑ Технология выявления изменений состояния растительного покрова должна обеспечивать **выявление изменений на площади не менее 100 га** на уровнях пространственного охвата от национального до глобального;
- ❑ Оценка **плотности проективного покрытия растительности** должна обеспечиваться со среднеквадратической **ошибкой не выше +/-20%**;
- ❑ Базовое программное обеспечение для сбора и **ведения долговременных архивов** должно быть рассчитано на работу с архивами данных емкостью достигающей 250 Тбт, и скоростью поступления данных дистанционных наблюдений до 500 Гбт в день.

Логическая схема разработки унифицированных технологий мониторинга растительности



Стрелки на схеме: желтые - тиражирование; красные - услуги по поставке информационных продуктов; зеленые - лицензии на использование

Предложения

- ❑ Включить в планы РАН работы по созданию унифицированных технологий глобального спутникового мониторинга растительности;
- ❑ Организовать с международным участием (ФАО ООН, ЕС, GOFCS-GOLD и т.д.) регулярное обсуждение вопросов развития технологий глобального спутникового мониторинга растительности. В том числе, подготовить и провести в 2008 году координационное совещание (возможно в рамках ежегодной конференции в ИКИ РАН);
- ❑ Создать инициативную партнерскую программу развития технологий глобального спутникового мониторинга растительности, имеющей следующие цели:
 - ❑ Неформальная координация исследований и разработок в данном направлении;
 - ❑ Создание «площадки» для обмена опытом, данными, технологическими решениями (включая соответствующий web-сайт);
 - ❑ Совместная подготовка и реализация частных проектов по приоритетным направлениям развития технологий глобального спутникового мониторинга.