

ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «ИКИ-МОНИТОРИНГ» (Текущие возможности, опыт использования и технологии построения)

Институт Космических Исследований РАН

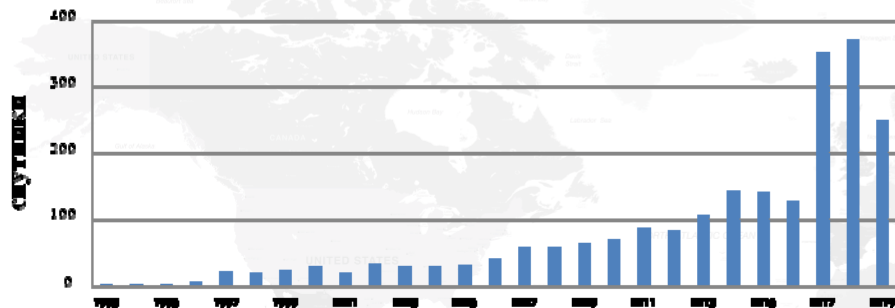
февраль 2020

**Отдел «Технологий
спутникового
Мониторинга»**

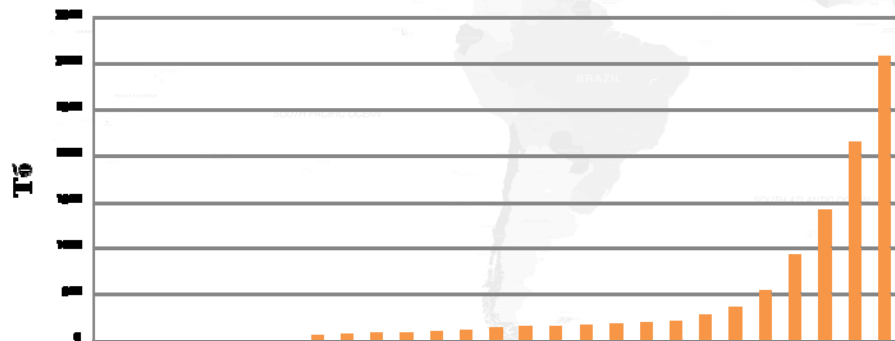


РЕАЛИИ, В КОТОРЫХ МЫ ЖИВЕМ

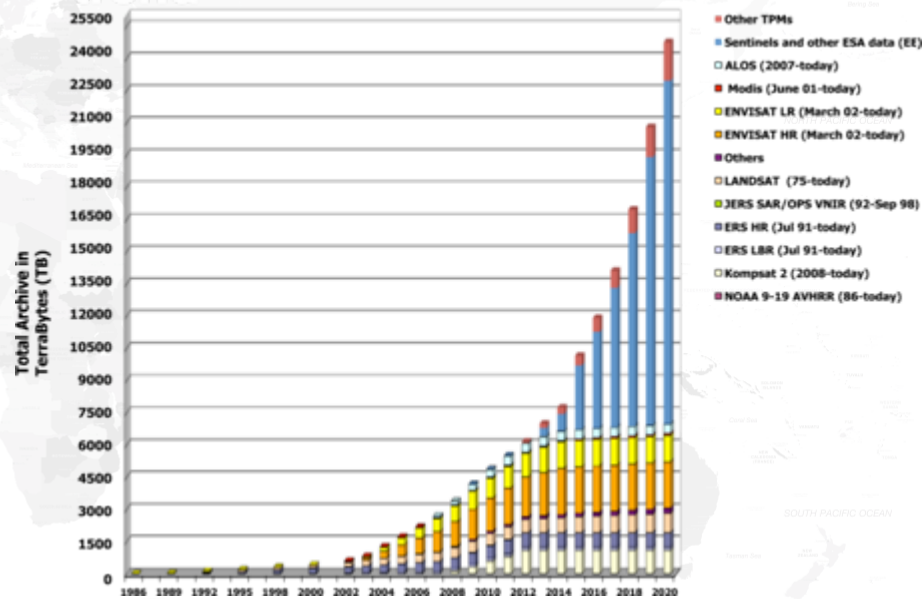
Рост числа аппаратов ДЗЗ и экспоненциальный рост получаемых ими объемов данных



Число запущенных спутников ДЗЗ 1993-2019
(Union for Concerned Scientists database, 2020)



Объемы онлайн архивов данных ИКИ РАН 2000-2019



Объемы архивов ДЗЗ миссий ESA 1986-2020
(Mirko Albani, 2012)

**ВЗРЫВНОЙ РОСТ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
СИСТЕМ ДЗЗ И ОБЪЕМОВ
ПОЛУЧАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ТРЕБУЕТ
ПРИНЦИПИАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ
СХЕМ РАБОТЫ С ДАННЫМИ**

«ТРАДИЦИОННАЯ» схема работы с данными ДЗЗ

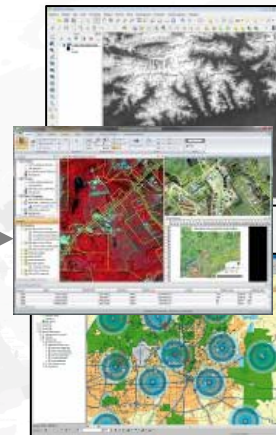
СИСТЕМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ДАННЫХ



ЗАКАЗ И ЗАГРУЗКА
ДАННЫХ ДЗЗ
ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ



СОЗДАНИЕ И ВЕДЕНИЕ
АРХИВОВ ДАННЫХ
НА РЕСУРСАХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

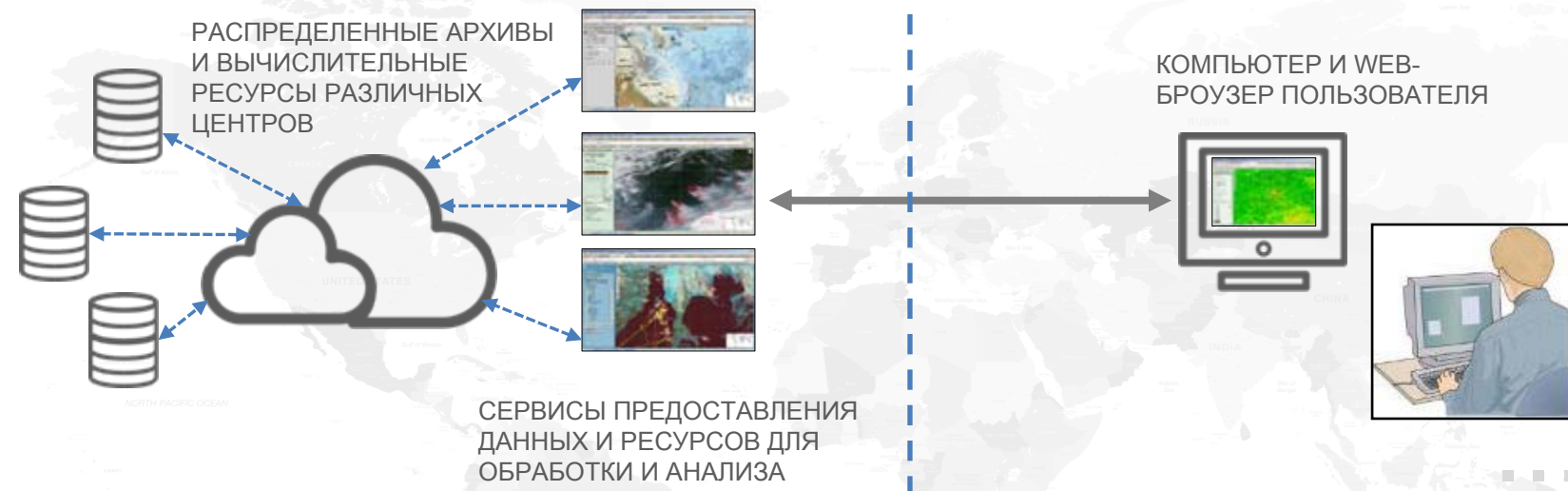


РАБОТА С ДАННЫМИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НАСТОЛЬНЫХ
ПРИЛОЖЕНИЙ
(ERDAS, ENVI, QGIS,
ArcGIS и др.)

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ:

- Необходимость в развертывании дорогостоящей инфраструктуры для хранения и обработки данных
- Затраты на разработку и приобретение специального программного обеспечения
- Необходимость освоения сложных разнородных программ

«СОВРЕМЕННАЯ» схема работы с данными ДЗЗ



ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Коллективное использование централизованных ресурсов для хранения, обработки и анализа данных
- Минимальные требования к вычислительным ресурсам пользователей
- Возможность работы из любой точки (при наличии Интернета)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ПРИКАЗ

25.04.2012

№ 69

В последние годы в ИКИ РАН в результате выполнения различных программ и проектов:

- сформированы уникальные архивы данных спутникового наблюдения Земли и результатов их обработки;
- создана уникальная техническая инфраструктура, позволяющая осуществлять сбор, обработку, архивацию, анализ и распространение спутниковых данных и результатов их обработки для решения различных научных задач исследования и мониторинга окружающей среды;
- разработаны технологии и созданы комплексы, обеспечивающие представление спутниковых данных и средств их обработки и анализа широкому кругу научных специалистов и организаций.

Созданные аппаратно-программные комплексы, архивы данных и методики их анализа в настоящее время активно используются многими научными и образовательными организациями. В последние несколько лет с их использованием выполнено около 50 научно-исследовательских российских и международных проектов.

Таким образом, созданная в ИКИ РАН инфраструктура фактически стала центром коллективного пользования уникальными программно-аппаратными комплексами и архивами данных.

Считая целесообразным дальнейшее развитие данного направления работ, для повышения эффективности использования уникальных научных и технических возможностей ИКИ РАН в интересах развития различных научных и международных проектов и организаций приказываю:

1. Создать на базе отдела «Технологий спутникового мониторинга» ИКИ РАН Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа данных спутниковых наблюдений ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды - ЦКП «ИКИ-Мониторинг».
2. Утвердить положение о - ЦКП «ИКИ-Мониторинг».
3. Назначить руководителем ЦКП «ИКИ-Мониторинг» заместителя директора ИКИ РАН, заведующего отделом «Технологий спутникового мониторинга» д.т.н. Лупяна Е. А.

Контроль за выполнением данного приказа возложить на Лупяна Е.А.

Директор ИКИ РАН
Академик

Л.М. Зеленый

ИКИ

**Для обеспечения перехода на
«современную» схему работы с
данными ДЗЗ в 2012 году был создан**

**ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
системами архивации, обработки
и анализа спутниковых данных ИКИ РАН
для решения задач изучения
и мониторинга окружающей среды
(ЦКП «ИКИ-Мониторинг»)**

<http://ckp.geosmis.ru/>

Основные задачи ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

- Автоматизированное ведение сверхбольших распределенных архивов спутниковых данных и результатов их обработки
- Автоматизированная потоковая обработка данных для получения различных информационных продуктов, необходимых для научных исследований
- Предоставление инструментов для обработки и анализа спутниковых данных с использованием ресурсов ЦКП «ИКИ-Мониторинг»
- Предоставление программных интерфейсов различным информационным системам дистанционного мониторинга

Основные технические характеристики ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

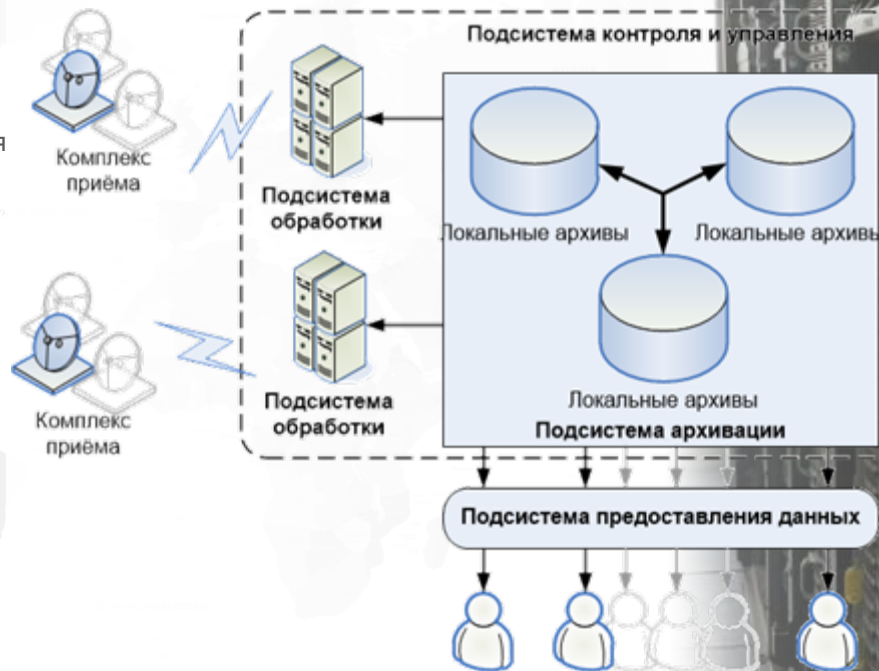
более **3.2 ПБАЙТ** общий объем архивов данных в онлайн-доступе

более **3 ТБАЙТ/СУТКИ** скорость обработки и усвоения данных в архивах

около **4 ПБАЙТ** общая доступная емкость хранения данных в онлайн

более **20 СЕРВЕРОВ** обеспечивают доступ к данным

более **100 СЕРВЕРОВ** для обработки данных используются

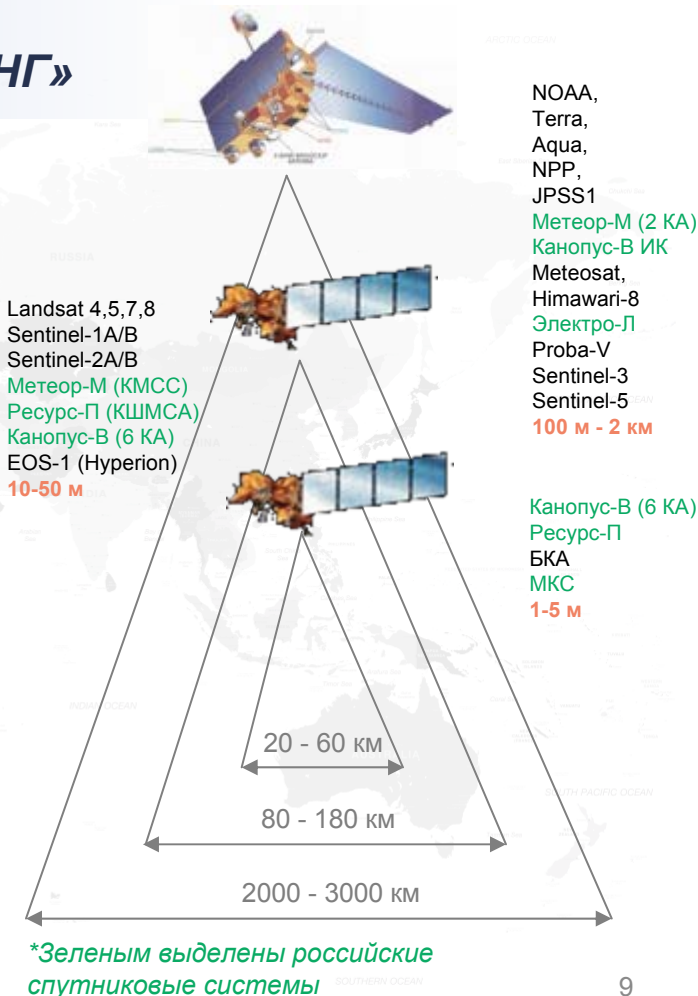


информация приведена по
состоянию на 17 января 2020

Основные спутниковые данные, с которыми работает ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

- В основном ориентирован на использование **РОССИЙСКИХ** и **ОБЩЕДОСТУПНЫХ** зарубежных данных
- Информация в систему поступает из **РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ЦЕНТРОВ** сбора, обработки и архивации спутниковых данных
- Обеспечивает работу с данными **БОЛЕЕ ЧЕМ 40 СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ**
- Обеспечивает работу с данными **БОЛЕЕ ЧЕМ 30 ТИПОВ ПРИБОРОВ** наблюдения
- **ГЛУБИНА АРХИВОВ** достигает **35 ЛЕТ**

Информация приведена на 15.02.2020



Основные источники данных

Зарубежные центры распространения данных

USGS (США)

LANDSAT 4,5,7,8
EO-1
ORBVIEW-3
AQUA
TERRA
Suomi NPP
JPSS1(NOAA20)

LANCE (США)

AQUA
TERRA

NCAR (США)

Метеоданные
NCER

ESA (Европа)

LANDSAT 8 , EO-1
SENTINEL-1A,1B
SENTINEL-2A,2B
SENTINEL-3A
SENTINEL-5

VITO (Бельгия)

PROBA_V

Росгидромет (НИЦ «Планета»)



ЕЦ НИЦ «Планета» (Москва)



СЦ НИЦ «Планета» (Новосибирск)



ДЦ НИЦ «Планета» (Хабаровск)

Отечественные спутники:

Ресурс-П №1
Ресурс-П №2
Ресурс-П №3
Метеор-М №1
Метеор-М №2
Канопус-В
Канопус-В-ИК
Канопус-В №3
Канопус-В №4
Канопус-В №5
Канопус-В №6
Электро-Л №1
Электро-Л №2

Зарубежные спутники:

HIMAWARI-8
AQUA
TERRA
NOAA 15,16,18,19
Suomi NPP
JPSS1 (NOAA 20)
METOP-B
GOES-E
GOES-W
MTSAT 2
METEOSAT 7
METEOSAT 8
METEOSAT 10
METEOSAT 11

НЦ ОМЗ РКС (геопортал Роскосмоса)

Ресурс-П №1	Канопус-В-ИК
Ресурс-П №2	Канопус-В №3
Ресурс-П №3	Канопус-В №4
Метеор-М №1	Канопус-В №5
Метеор-М №2	Канопус-В №6

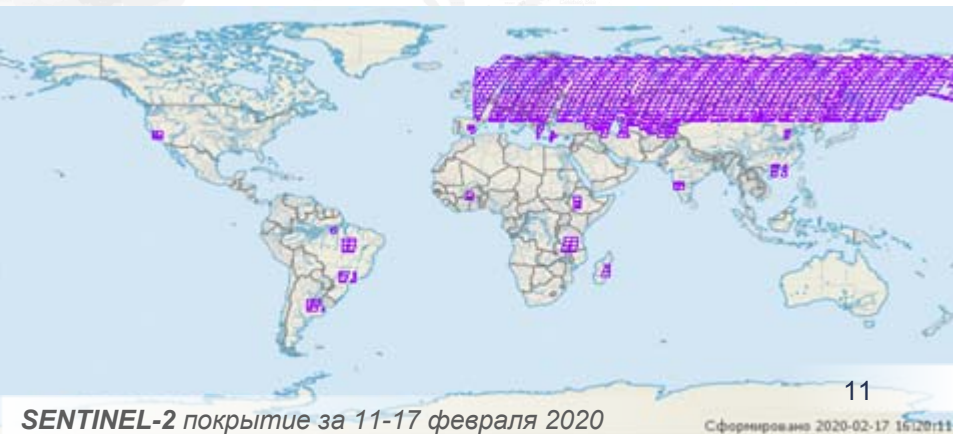
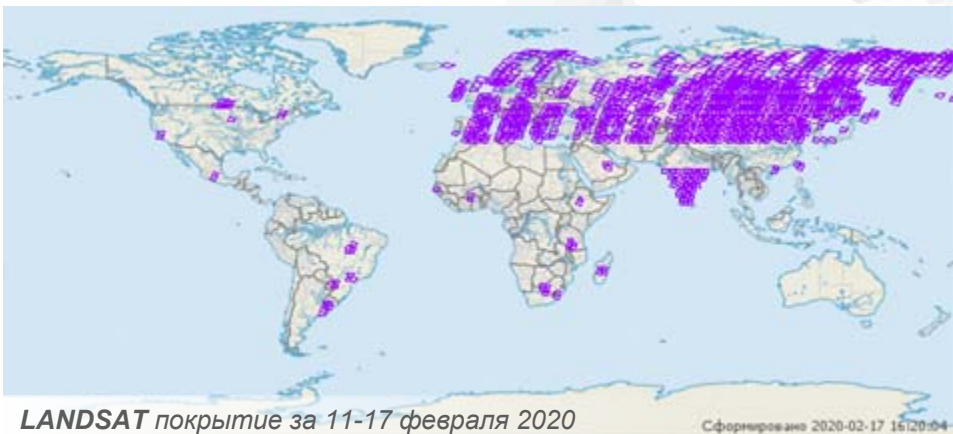
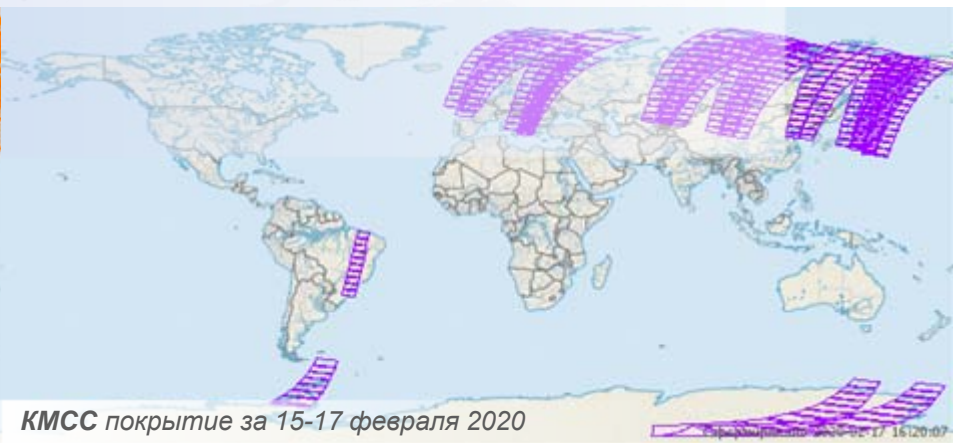
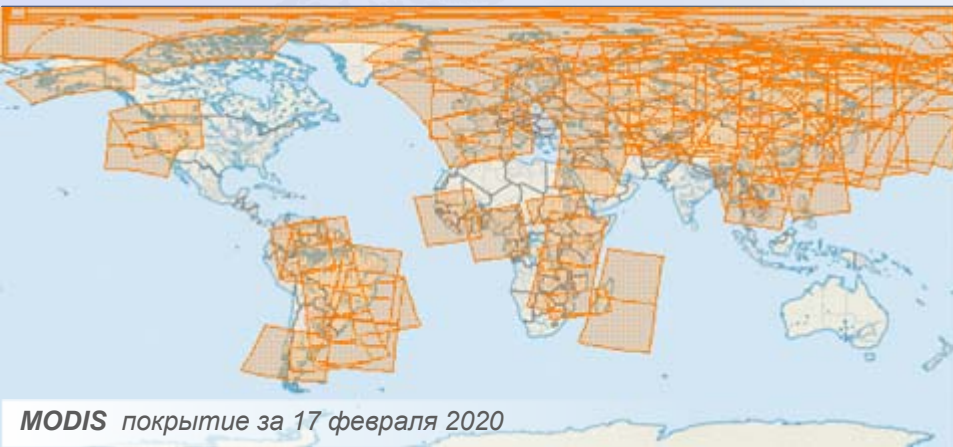
ИКИ РАН (Москва)



NOAA 18
NOAA 19

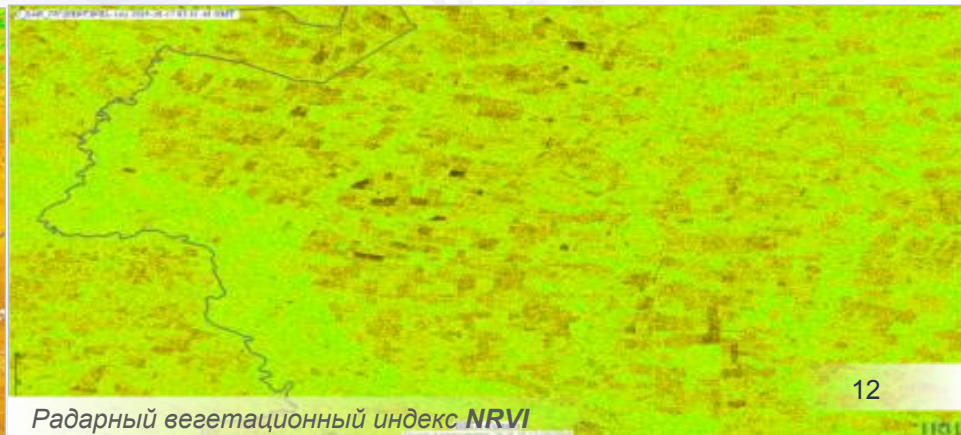
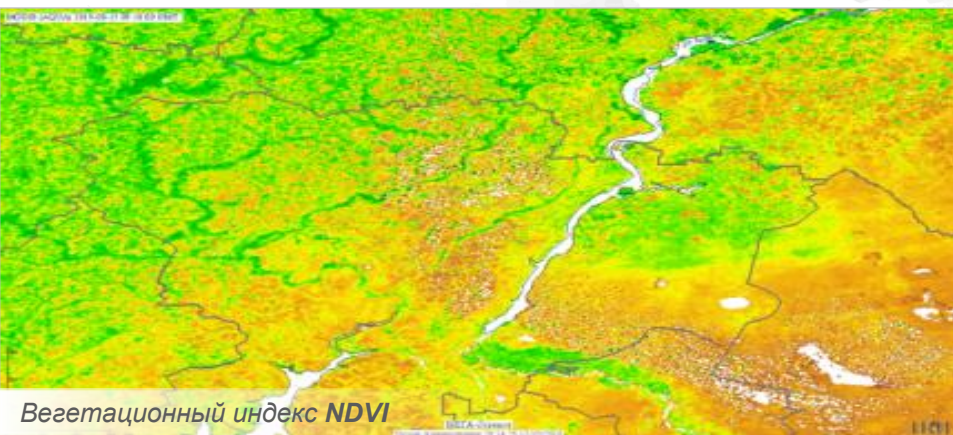
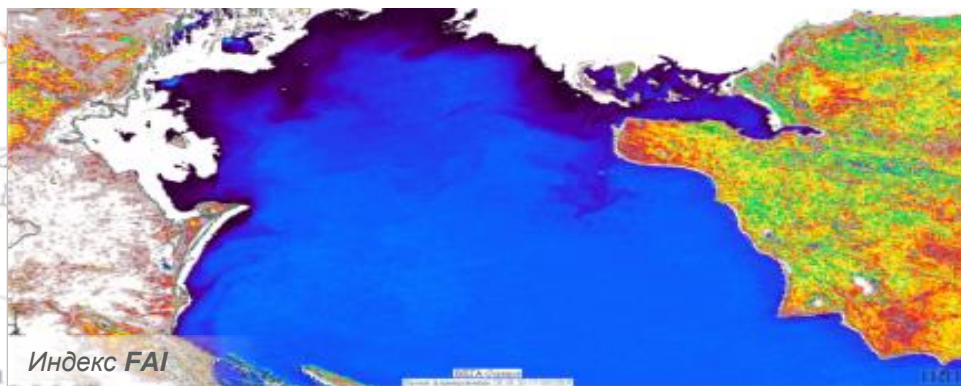
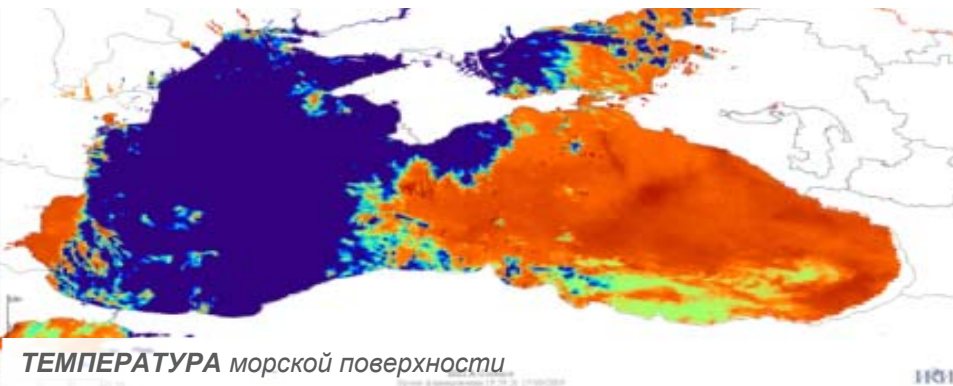
ДАННЫЕ, ЗАГРУЖАЕМЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

ПРИМЕРЫ текущих зон покрытия данными уровня L1B



ПРИМЕРЫ продуктов уровня 2 (посеансные поля различных физических характеристик и индексов)

2/3 ПРОДУКТОВ ВТОРОГО УРОВНЯ ФОРМИРУЕТСЯ ДИНАМИЧЕСКИ В РЕЖИМЕ ОНЛАЙН (всего формируется и получается более 1000 продуктов)

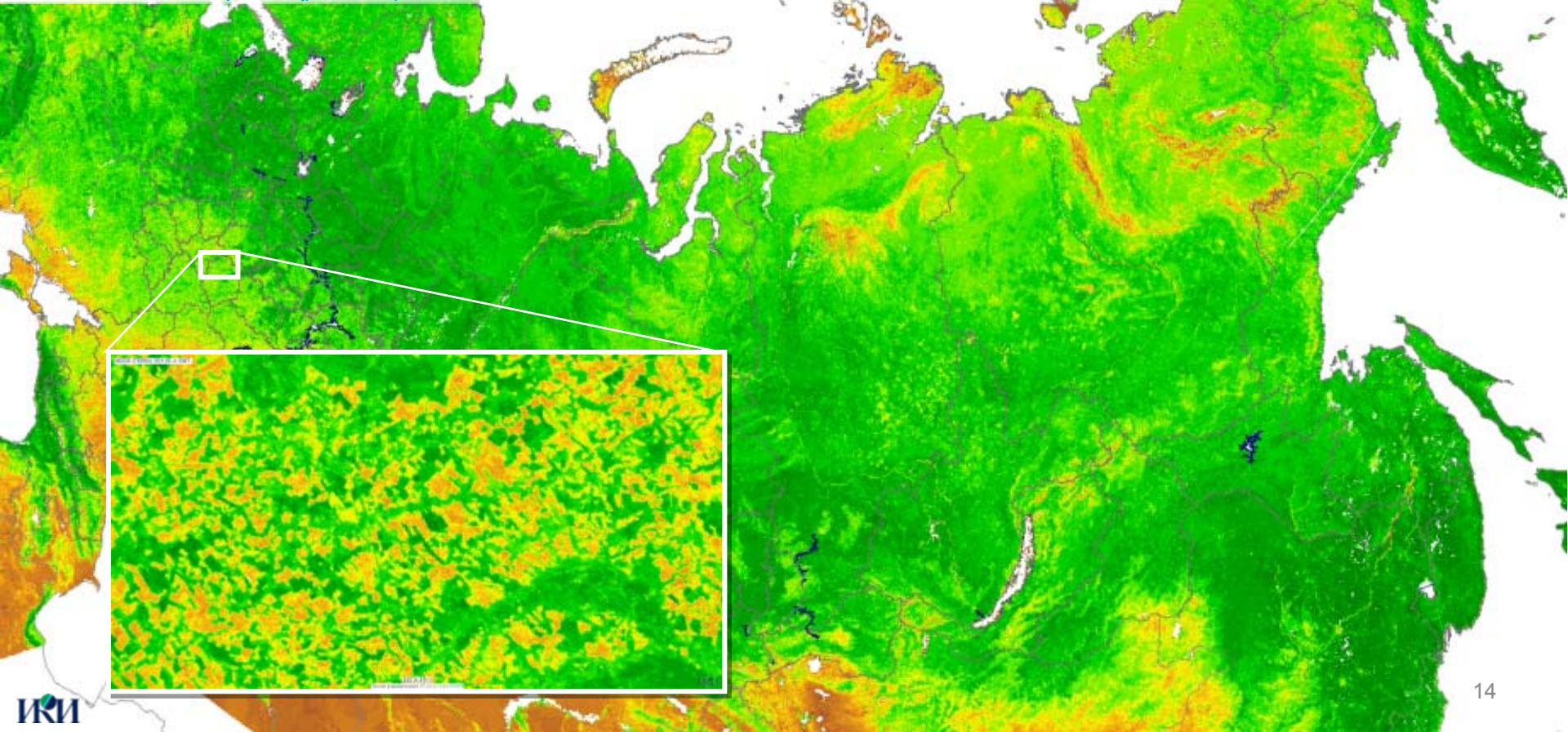


ПРОДУКТЫ УРОВНЯ 3

очищенные от облачности временные композиты

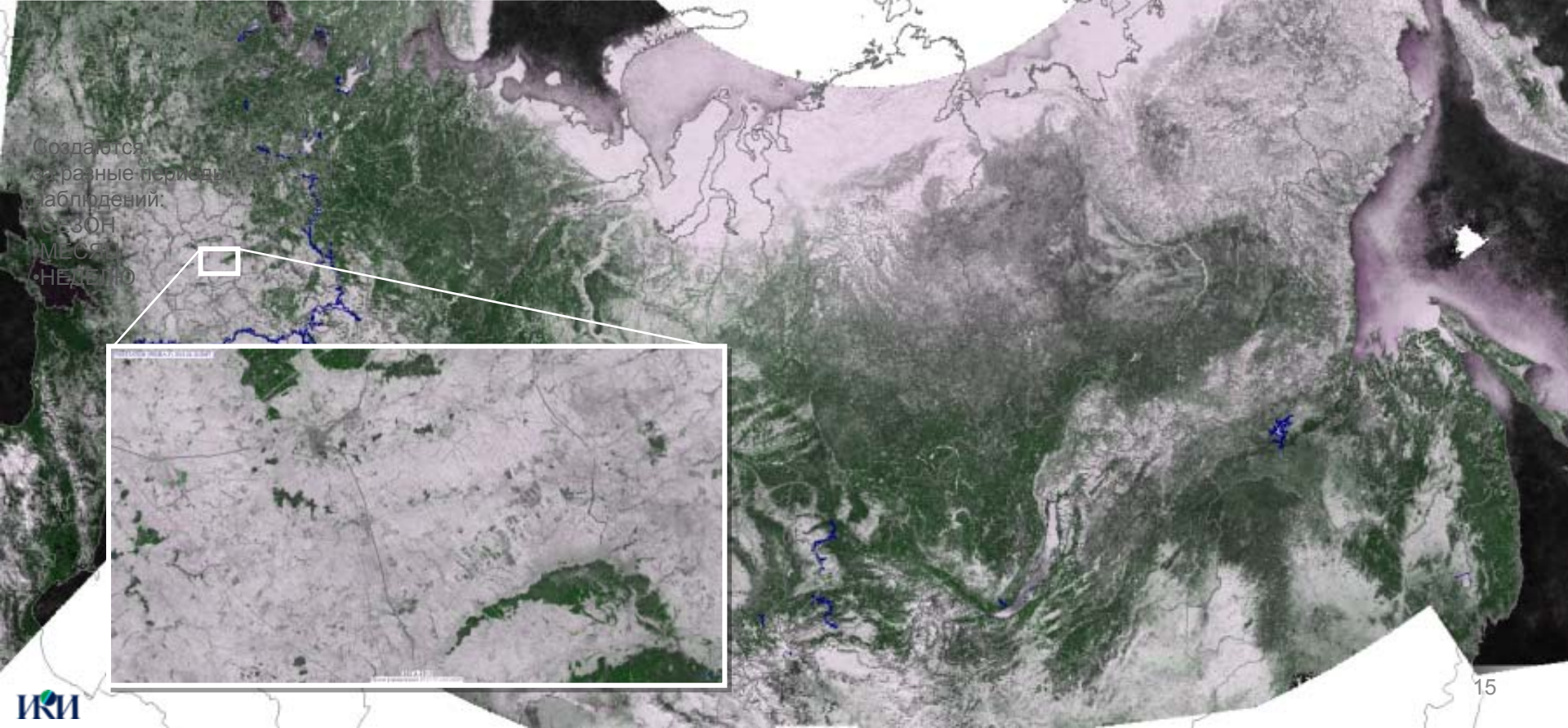
Безоблачное композитное изображение AQUA / TERRA (MODIS) (недельный композит NDVI, 250 м)

Безоблачные композитные изображения разрешения 250-500 м создаются за разные периоды наблюдений: сезон, месяц, неделя, день



Безоблачное композитное изображение на примере Proba V (зимний сезонный композит по данным прибора V (100 м))

Безоблачные композитные изображения разрешения 50-100 м.
создаются за разные периоды наблюдений: сезон, месяц, неделю, день (в разработке)



Создаются
за разные периоды
наблюдений:
• СЕЗОН
• МЕСЯЦ
• НЕДЕЛЮ

Безоблачное композитное изображение на примере Landsat (30 м) (летний сезонный композит по данным Landsat 7 и 8)

Безоблачные композитные изображения разрешения 10-30 м.
создаются за разные периоды наблюдений: сезон, день (в разработке)

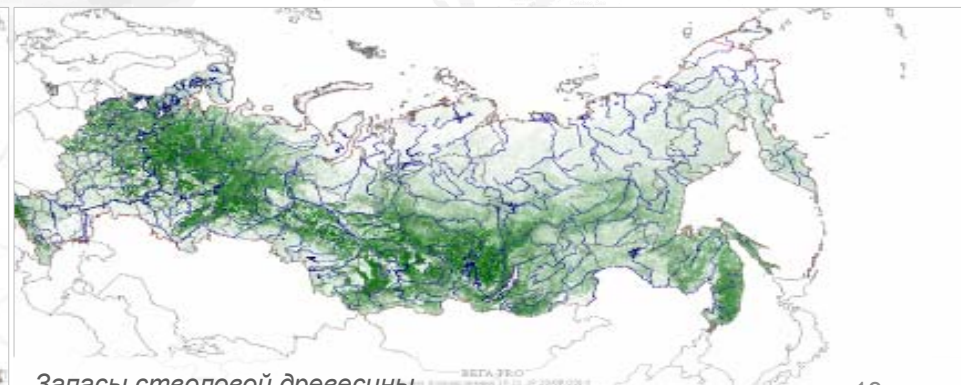
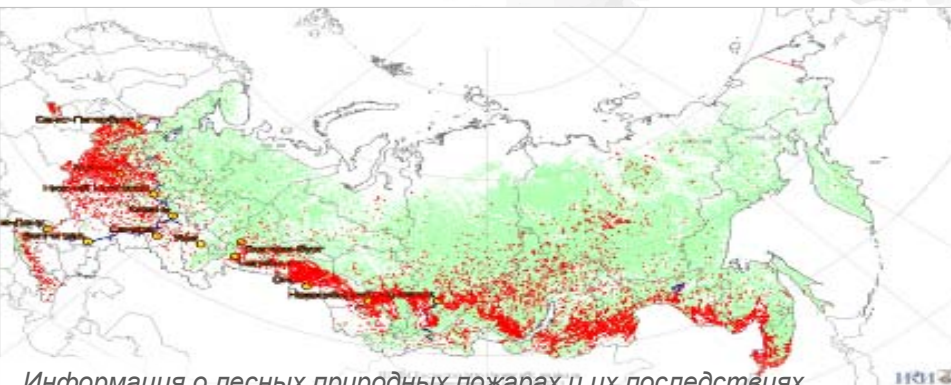


ПРОДУКТЫ УРОВНЯ 4

Различные тематические продукты

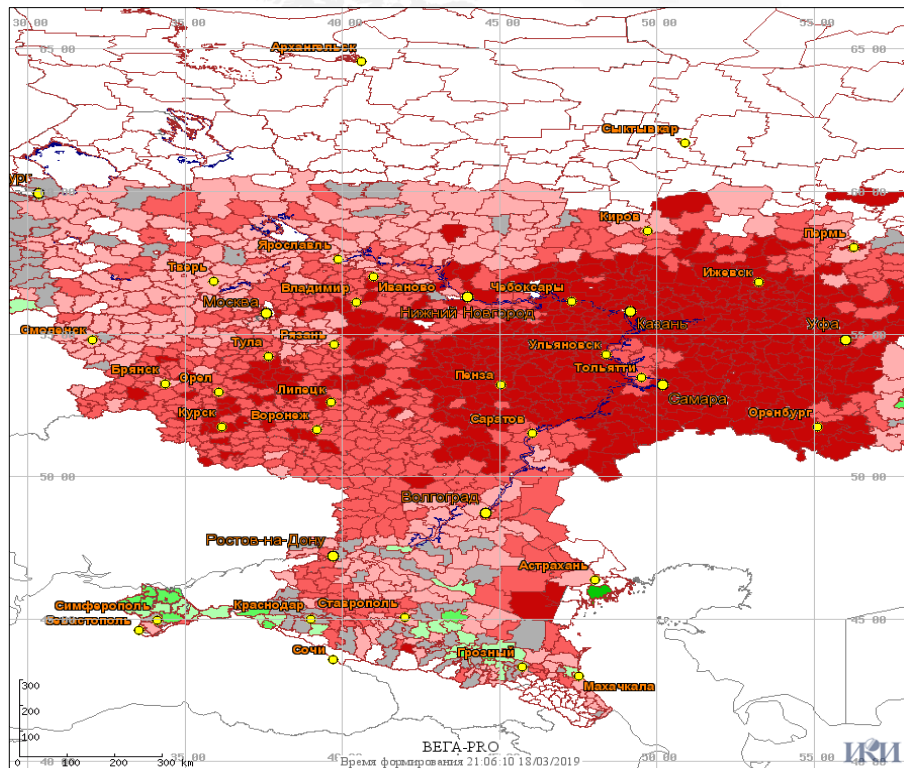
ПРИМЕРЫ

Постоянно обновляющиеся карты лесов России

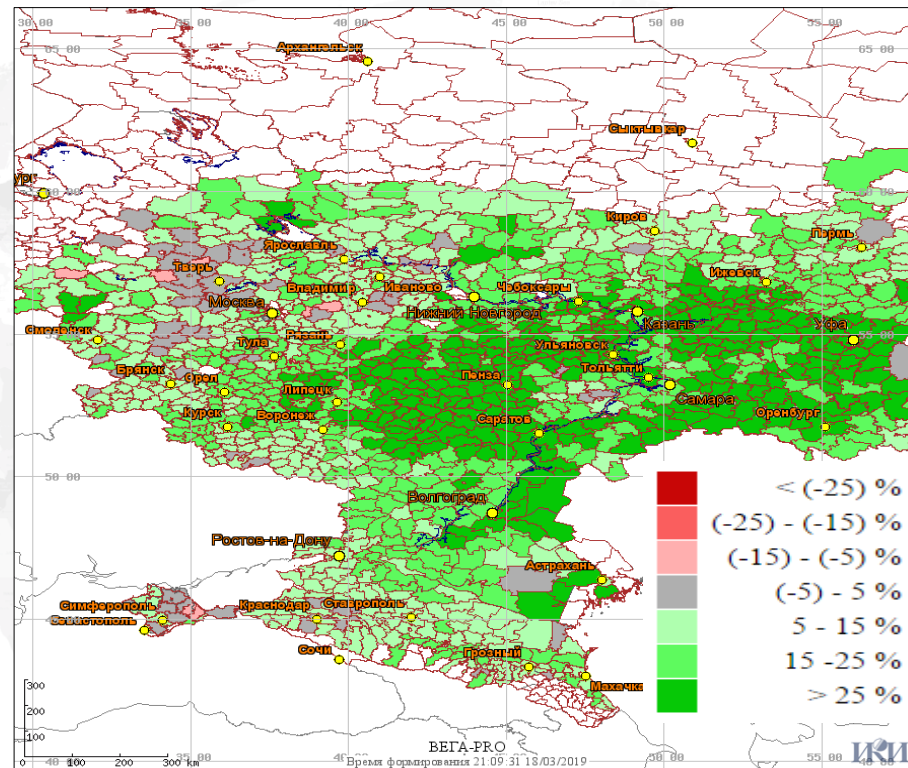


ПРИМЕРЫ

Продукты для оценки состояния сельскохозяйственных посевов



Состояние яровых во время засухи 2010
(33 неделя)



Состояние озимых весной 2016 года
(18 неделя)

Как могут предоставляться данные

- Через систему «ВЕГА-SCIENCE» совместно с инструментами обработки и анализа спутниковых данных (работа отдельных пользователей)
- С помощью программных интерфейсов (API), позволяющих осуществлять online-доступ к информации из ИС различных научных проектов (онлайн сервисы для поддержки специализированных информационных систем)
- Автоматически передаются в ИС различных научных проектов (наполнение архивов специализированных информационных систем)

СПУТНИКОВЫЙ СЕРВИС «ВЕГА-SCIENCE» УНИКАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ УСТАНОВКА

Возможность удобного получения и анализа как исторических, так и текущих данных

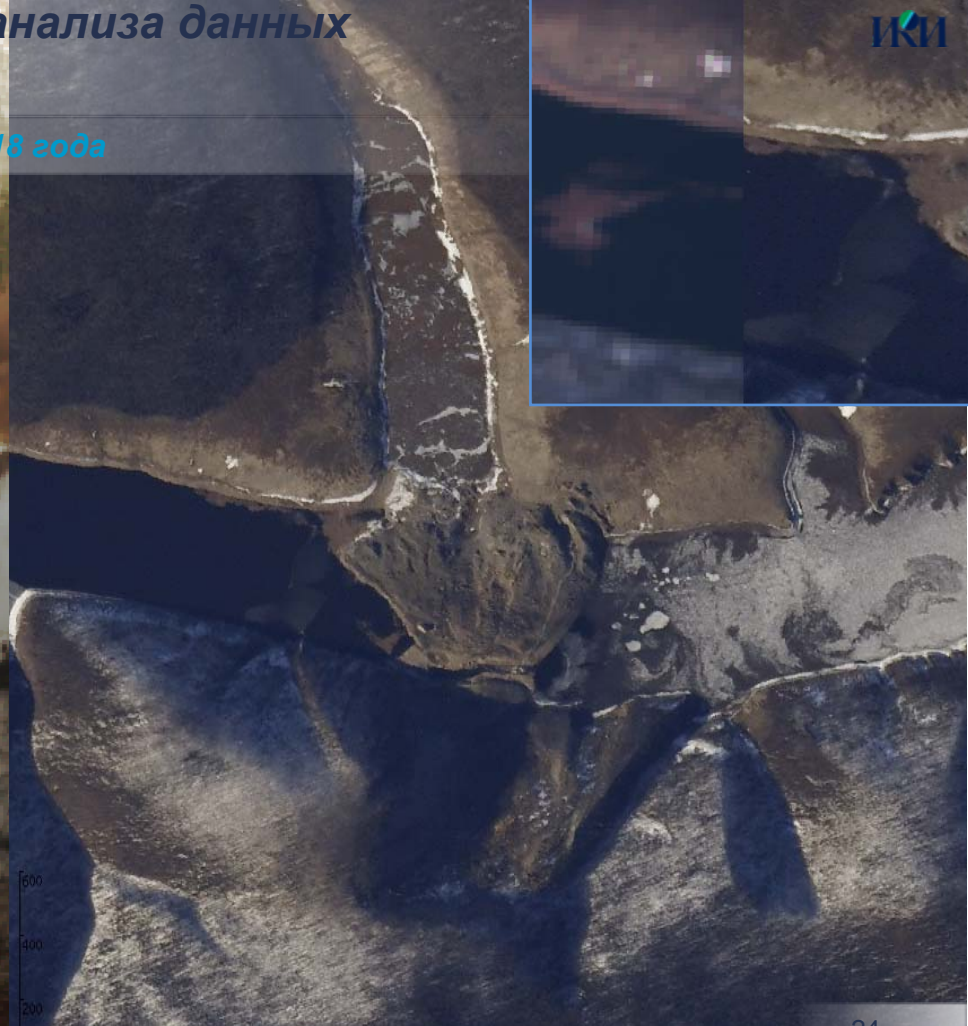
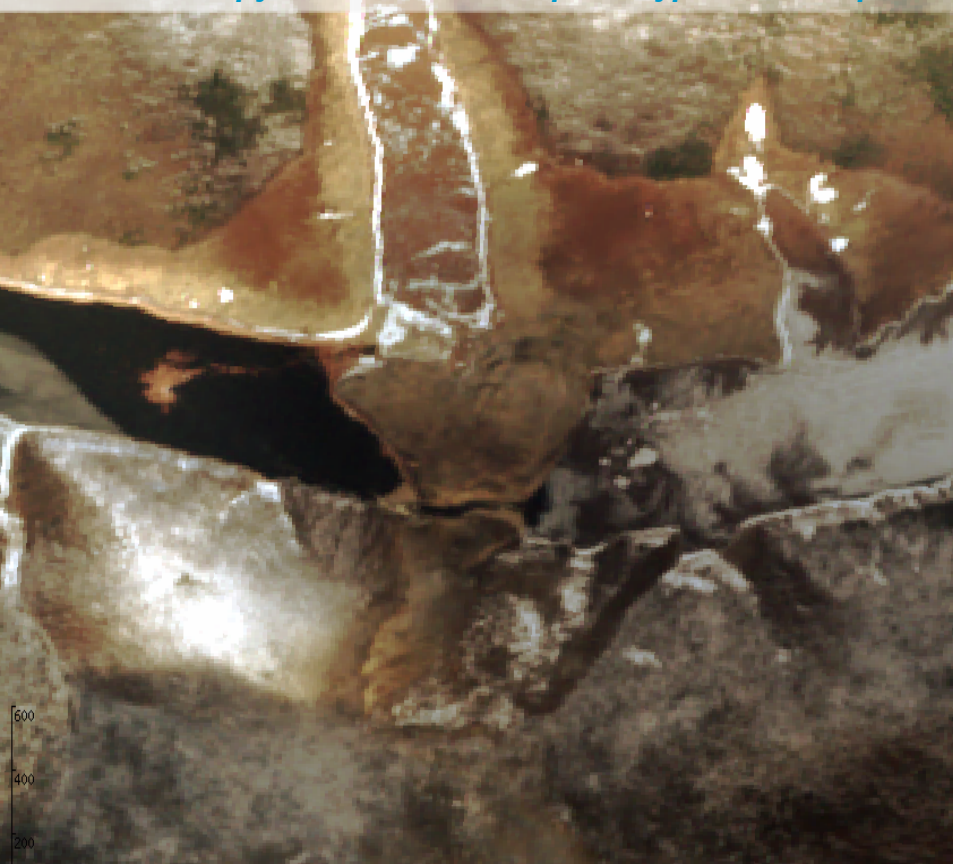
Изменение структуры землепользования в Усвятском районе Псковской области



Возможность удобного получения и анализа данных различных спутниковых систем

Анализ обрушения склона на реке Бурея в декабре 2018 года

ИКИ



Sentinel 2 - 8 апреля 2019

БЕГА-Science

Время формирования 18:40:54 17/02/2020

ИКИ

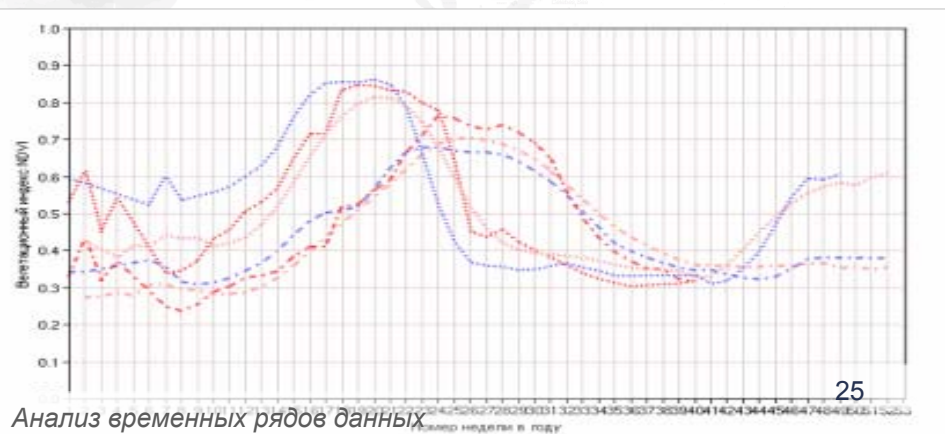
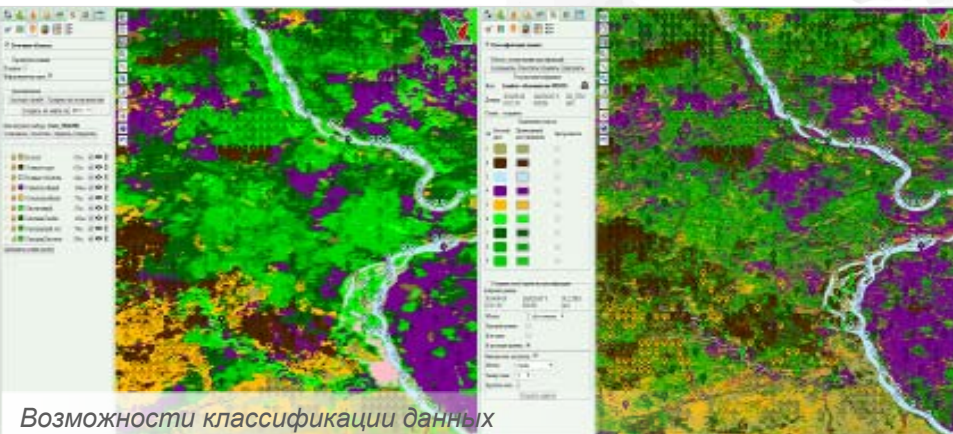
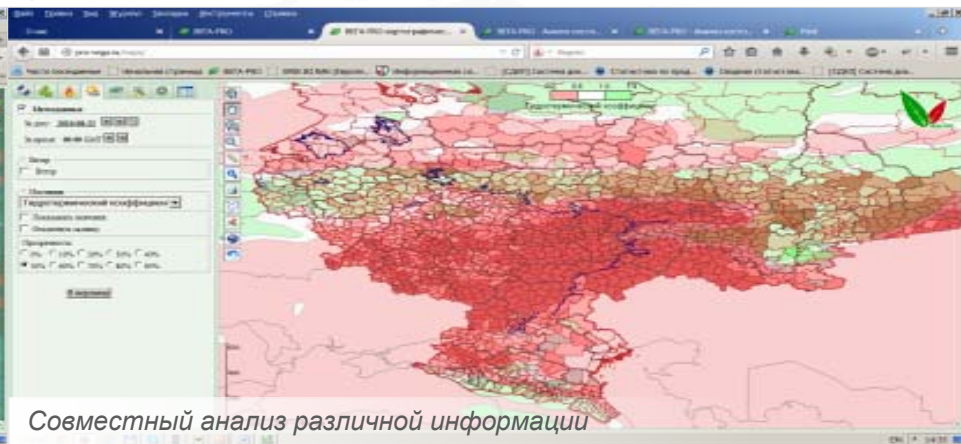
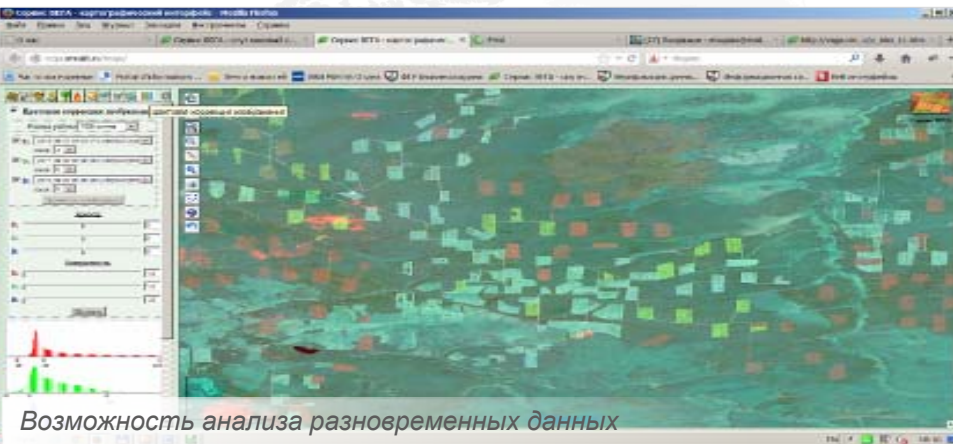
МКС - 11 апреля 2019

БЕГА-Science

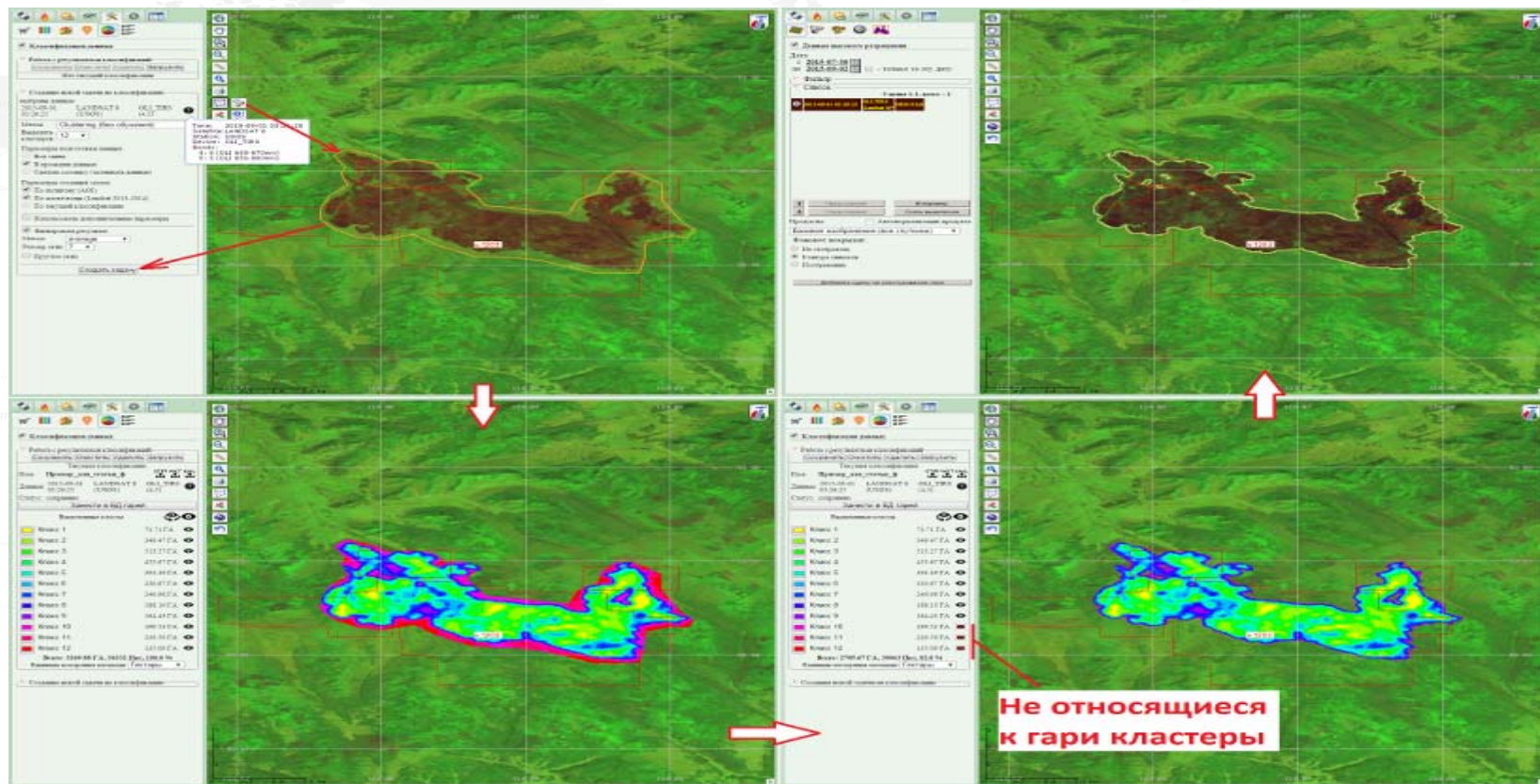
Время формирования 18:43:27 17/02/2020

ИКИ

ПРИМЕРЫ инструментов работы с данными

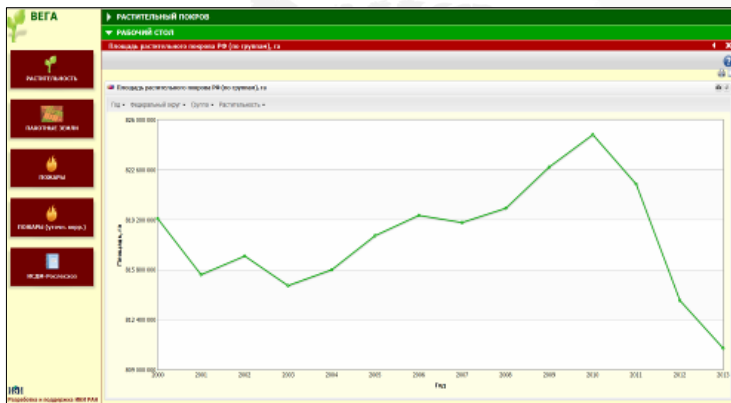


Специализированные инструменты анализа данных



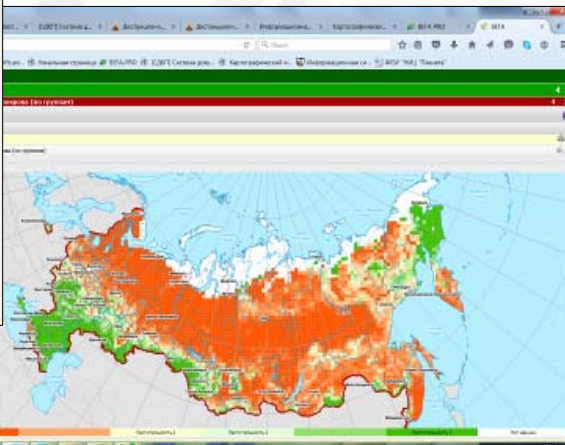
Инструмент для интерактивного картографирования гарей

Различные возможности анализа результатов обработки спутниковых данных

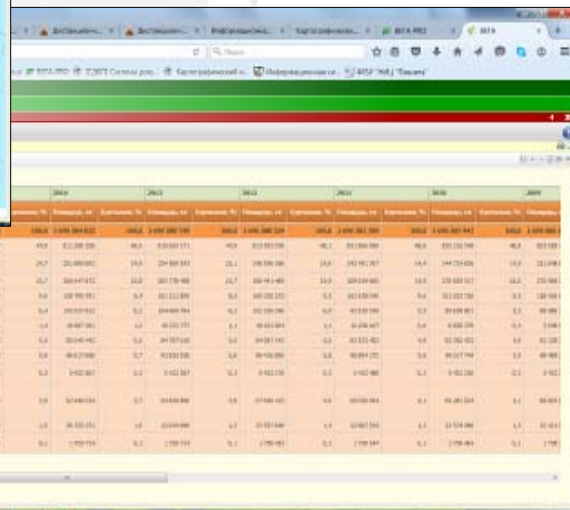


Анализ временных рядов данных

Анализ пространственных распределений



Анализ различной статистики



Научные пользователи ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

более **90**

ОРГАНИЗАЦИЙ

Научно исследовательские институты и ВУЗы

около **70**

ПРОЕКТОВ

РФФИ, РНФ, Минобрнауки, государственные контракты, проекты президиума РАН

По результатам проектов было опубликовано более:

420

НАУЧНЫХ РАБОТ

Книги, тезисы и статьи.



Информация приведена на 15.02.2020

Научные пользователи ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

- С 2012 года возможности центра использовали несколько сотен пользователей научных организаций и ВУЗов
- В настоящее время с использованием ЦКП «ИКИ-Мониторинг» выполняется более 30 проектов, в том числе 4 проекта, поддержанных РНФ в рамках конкурса «Использование научной **инфраструктуры мирового уровня**»

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ БЛОКИ И СИСТЕМЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

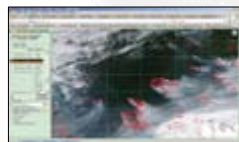
- Система **SEE THE SEA** - ориентирована на решение задач мониторинга и изучения различных явлений на поверхности моря
- Специализированные блоки в составе **ВЕГА-SCIENCE**, созданные в интересах реализации различных проектов
- Система комплексного дистанционного мониторинга лесов России (в стадии разработки)
- Система мониторинга состояния водных ресурсов Средней Азии (в стадии разработки)

ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ» ПРИМЕРЫ ПРИКЛАДНЫХ ИС



ИС НИЦ «Планета» Росгидромета

Система работы с данными дистанционного гидрометеорологического мониторинга



ИСДМ-Рослесхоз

Дистанционный мониторинг лесных пожаров и их последствий



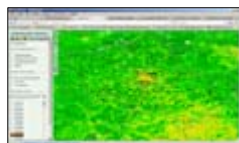
ОСМ Росрыболовства

Система мониторинга водных биологических ресурсов



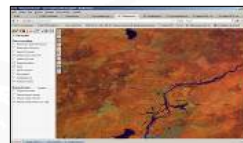
МСКД ВСХД Росстат

Система дистанционного контроля сельскохозяйственной переписи



ИС Вега-Агрометеоролог

Система дистанционного агрометеорологического мониторинга



ИС Вега-Приморье

Система комплексного дистанционного мониторинга лесов Приморского Края



ИС Вега-Geoglam

ИС развития глобальной системы мониторинга сельского хозяйства



ИС Вега-Pro

Система дистанционного мониторинга сельскохозяйственной и лесной растительности



ИС Sea The See

Система дистанционного изучения пограничных морей России

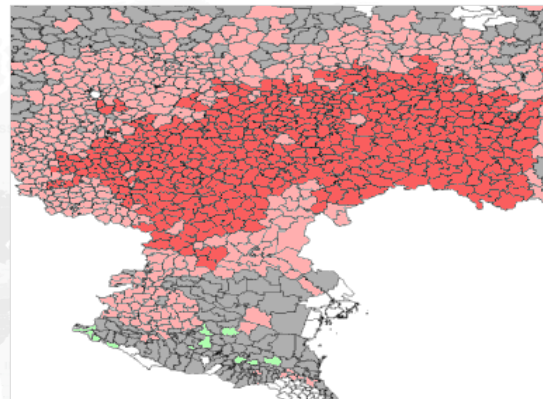


ИС VolSatView

Система мониторинга вулканической активности на Камчатке и Курилах

ВЕГА-SCIENCE текущие возможности

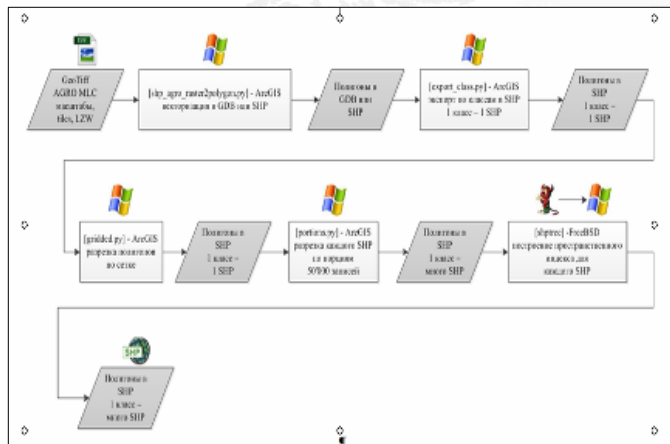
- По ОБЪЕМУ доступных для работы данных **ВХОДИТ В ДЕСЯТКУ В МИРЕ** (после USGS, NOAA, GOOGLE, ESA, CNSA)
- По ДАННЫМ В ONLINE (более 3 Пб) **БЛИЗКА К МИРОВОЙ ПЯТЕРКЕ** (после USGS, NOAA, GOOGLE)
- По ВОЗМОЖНОСТЯМ инструментов ONLINE АНАЛИЗА данных **ВХОДИТ В ТРОЙКУ В МИРЕ** (сопоставима с GOOGLE EARTH ENGINE)



Сформировано 2020-05-12 20:28:00

**БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НА ОСНОВЕ КОТОРЫХ
ФУНКЦИОНИРУЕТ И РАЗВИВАЕТСЯ
ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»,
РАЗРАБОТАНЫ В ИКИ РАН**

Технология автоматизированной потоковой обработки данных



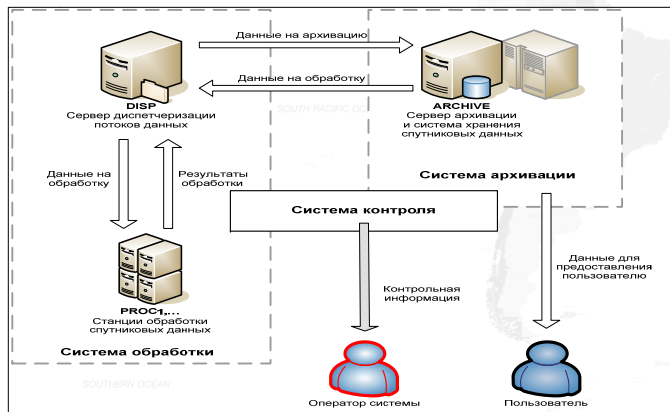
Максимальная автоматизация процессов обработки данных и построение цепочек обработки информации

Возможность построения различных оперативных информационных продуктов

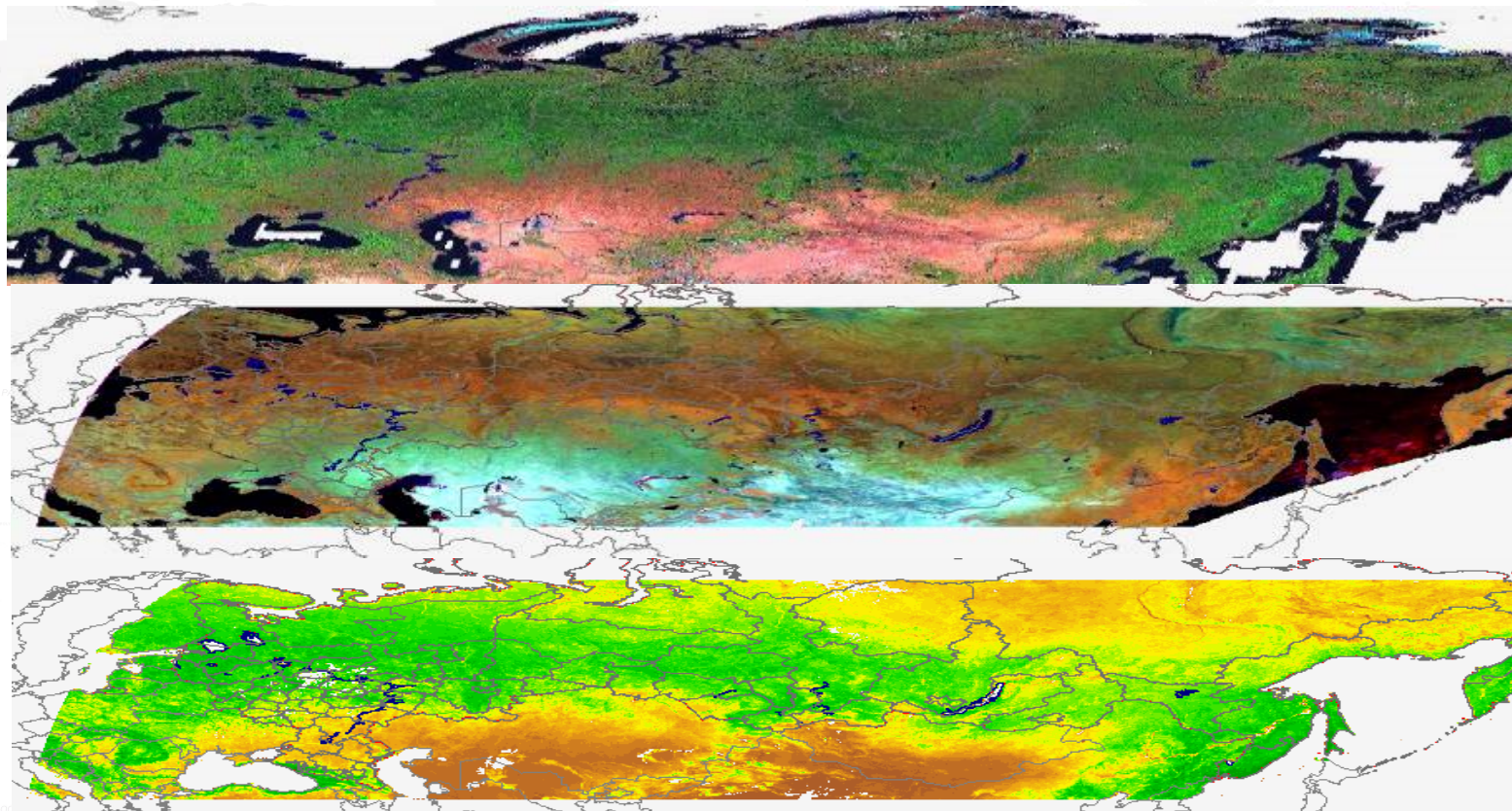
Возможность построения продуктов на основе разновременных наблюдений

Возможность распределенной обработки данных

Возможность удаленного управления и автоматизированного контроля работоспособности блоков обработки данных

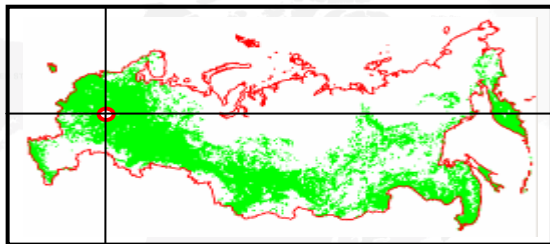


Методы формирования безоблачных композитов



LAGMA - Метод картографирования растительного покрова.

(возможности максимально автоматизированного построения карт различных характеристик растительного покрова)



Локальные спектрально-временные сигнатуры

$$\Sigma_i$$

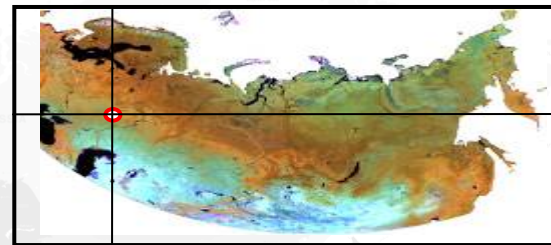
Ковариация
признаков

$$\bar{a}_i$$

Средние
значения

$$n_i$$

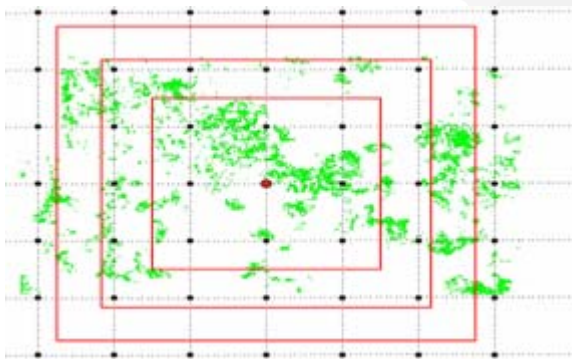
Количество
пикселей



Спектрально-временные признаки
классификации

$$\bar{x}$$

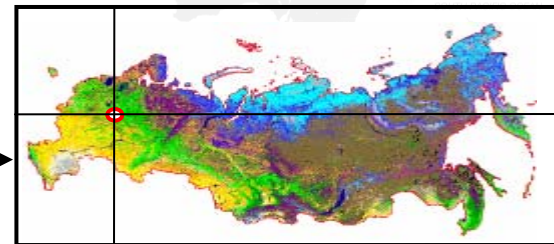
Значение признаков для классифицируемого
пикселя



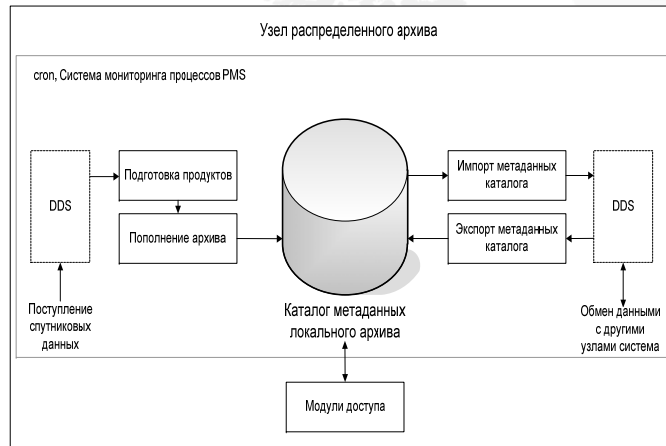
Классификатор

$$f_i(\bar{x})$$

Вероятности для классов



Технология автоматизированного ведения сверхбольших распределенных архивов данных (UNISAT)



Ведение архивов исходных и первично обработанных данных (строятся, исходя из требований блоков обработки)

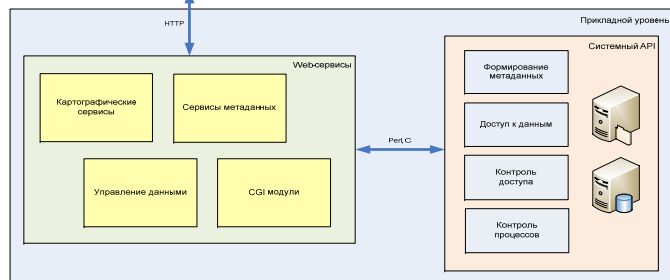
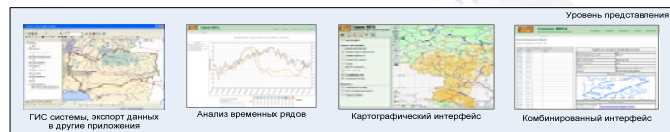
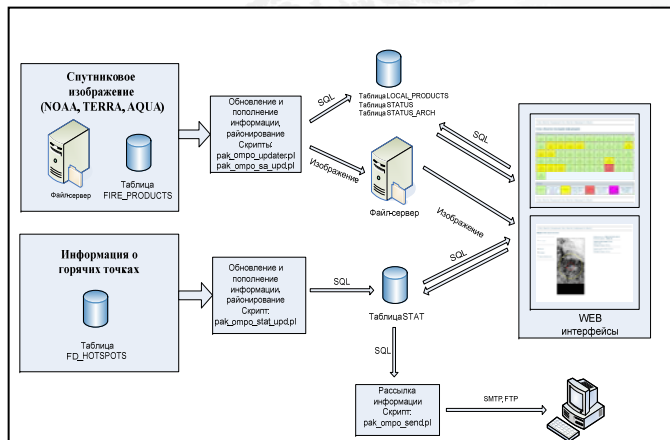
Ведение архивов результатов тематической обработки спутниковых данных (строятся, исходя из требований блоков представления данных)

Возможность поддержки сверхбольших распределенных архивов данных

Возможность динамического формирования продуктов в момент запроса (технология поддержки виртуальных продуктов)



Технология построения интерфейсов для распределенной работы с данными (GEOSMIS)



Построение динамических картографических Web –интерфейсов

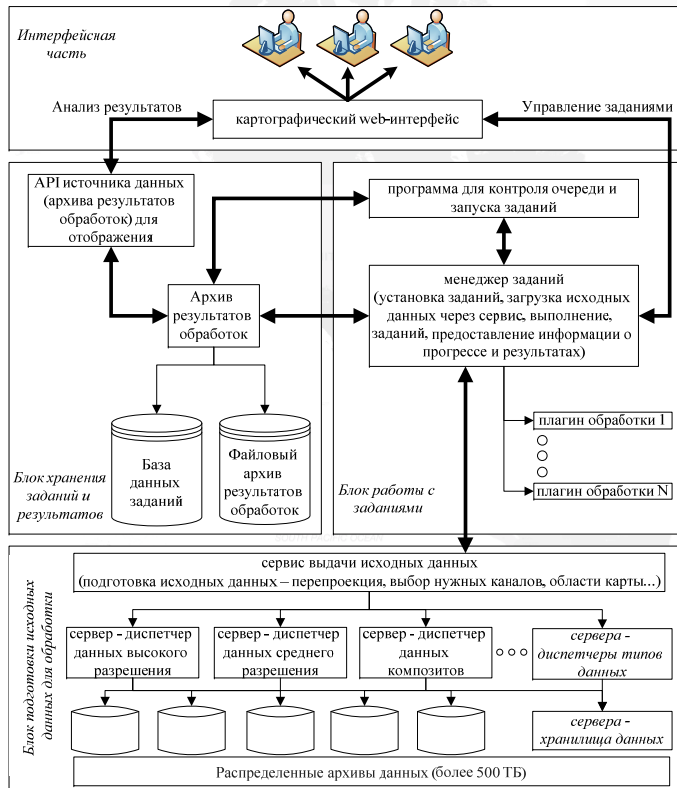
Поддержка инструментов для распределенной обработки и анализа данных

Работа с динамически формируемыми продуктами

Возможность онлайн интеграции различных информационных ресурсов и систем мониторинга

Возможность конфигурации интерфейсов под задачи отдельных пользователей

Технология для создания инструментов удаленной обработки данных с использованием распределенных ресурсов



Позволяет однотипно:

- Создавать блоки управления подбором данных для обработки
- Реализовывать блоки управления различными типами обработки данных (ведение очереди заданий, запуск и контроль исполнения заданий)
- Организовывать хранение заданий и результатов обработки данных (ведение специализированных БД)
- Создавать блоки контроля управления заданиями
- Создавать блоки представления и анализа результатов обработки

Перспективы развития ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

- Создание новых инструментов, сервисов и систем для решения различных научных задач и обеспечения научных проектов
- Развитие технологий распределенной работы с данными дистанционного зондирования Земли из Космоса
- Создание новых тематических информационных продуктов, формируемых на основе данных ДЗЗ (в первую очередь «автоматических»)
- Создание специализированных распределенных информационных узлов ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

<http://ckp.geosmis.ru/>

**Наиболее актуальная публикация о ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»
и ВОЗМОЖНОСТЯХ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:**

- Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Кашницкий А.В., Балашов И.В., Бартапев С.А., Константинова А.М., Кобец Д.А., Мазуров А.А., Марченков В.В., Матвеев А.М., Радченко М.В., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А.*
Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151-170.
DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.

