

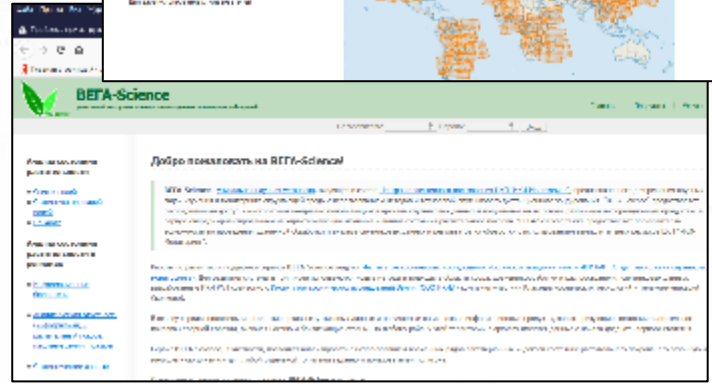
# **Опыт создания и эксплуатации информационных систем и сервисов дистанционного мониторинга для решения научных и прикладных задач на базе ЦКП «ИКИ-Мониторинг»**

*Лупян Е.А., Балашов И.В., Барталев С.А., Бурцев М.А.,  
Кашницкий А.В., Толпин В.А., Уваров И.А*

*Институт Космических Исследований РАН*

# **ЦКП «ИКИ-Мониторинг»**

*История создания и текущие возможности*



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

Был создан в 2012 году для обеспечения перехода на современные схемы работы с данными ДЗЗ при решении научных и прикладных задач

<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 среды для создания информационных систем дистанционного мониторинга
- Предоставление различных сервисов информационным системам дистанционного мониторинга

# Основные технические характеристики ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

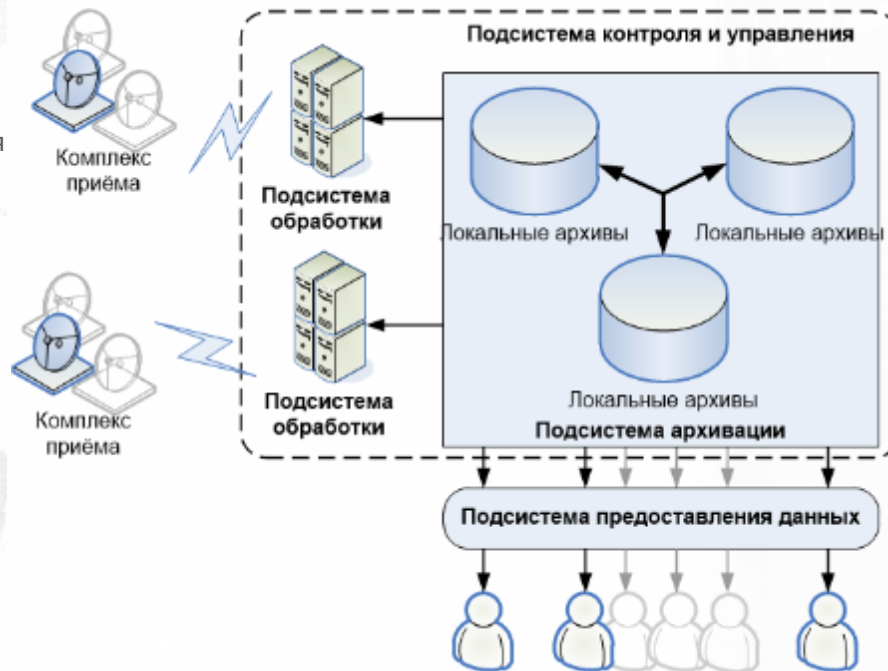
более **4** ПБАЙТ  
общий объем архивов данных в онлайн-доступе

более **3,5** ТБАЙТ/СУТКИ  
скорость обработки и усвоения данных в архивах

около **5** ПБАЙТ  
общая доступная емкость хранения данных в онлайн

более **20** СЕРВЕРОВ  
обеспечивают доступ к данным около

более **100** СЕРВЕРОВ  
для обработки данных используются около

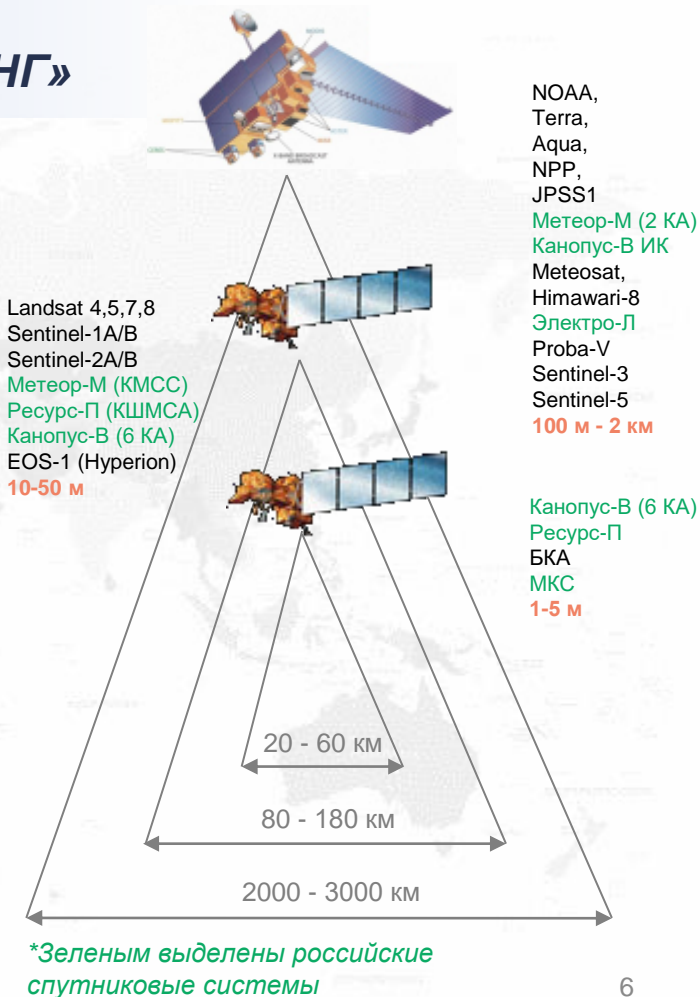


информация приведена по  
состоянию на 1 ноября 2020

# 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** превышает **35 ЛЕТ**

Информация приведена на 1 ноября 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  
NCEP

**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)

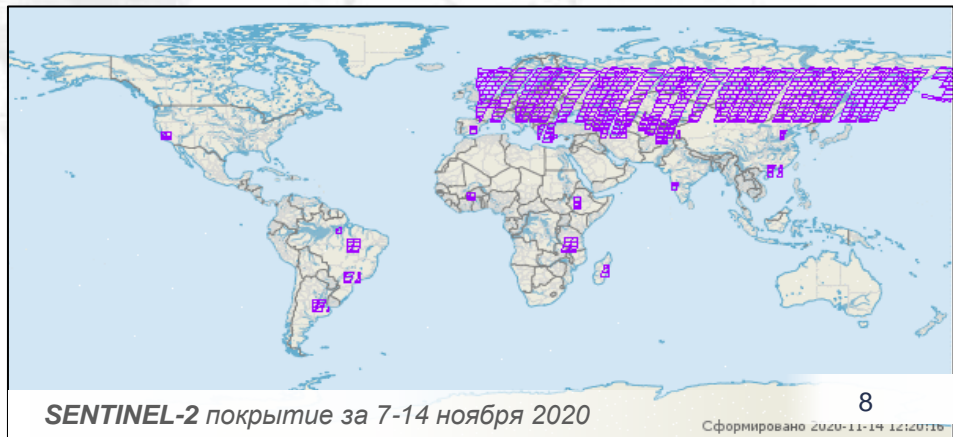
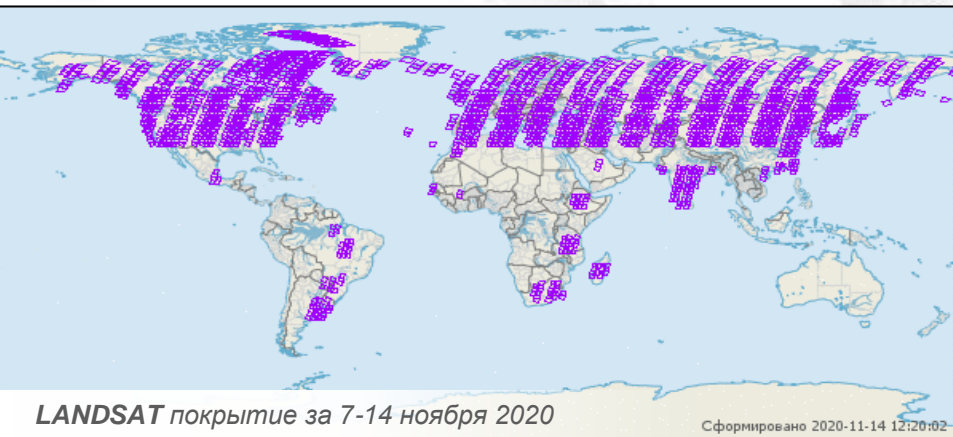
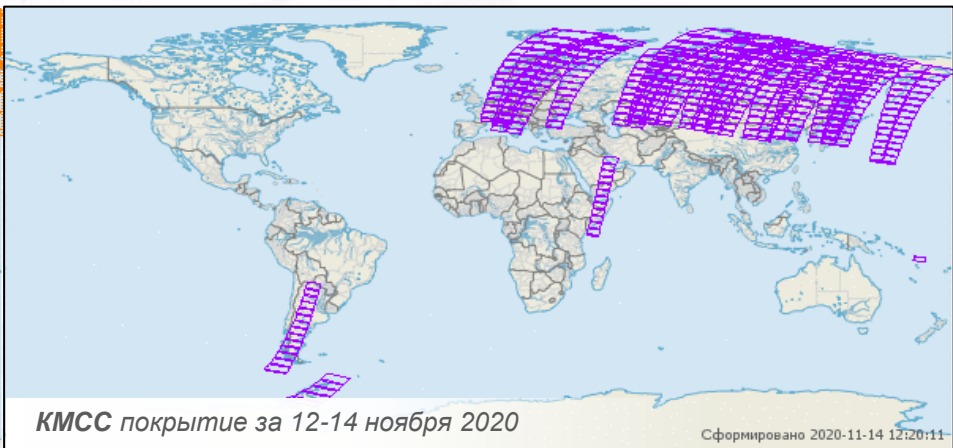
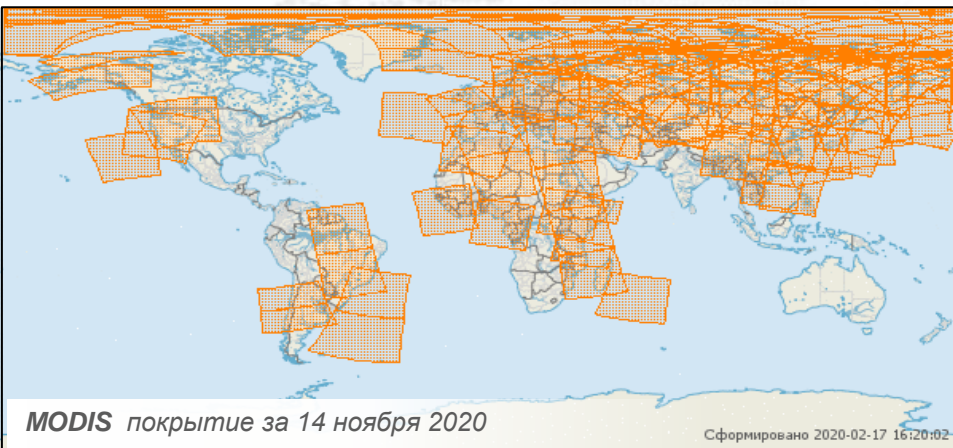


NOAA 18  
NOAA 19

**ДАННЫЕ,  
ЗАГРУЖАЕМЫЕ  
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ**

# ПРИМЕРЫ

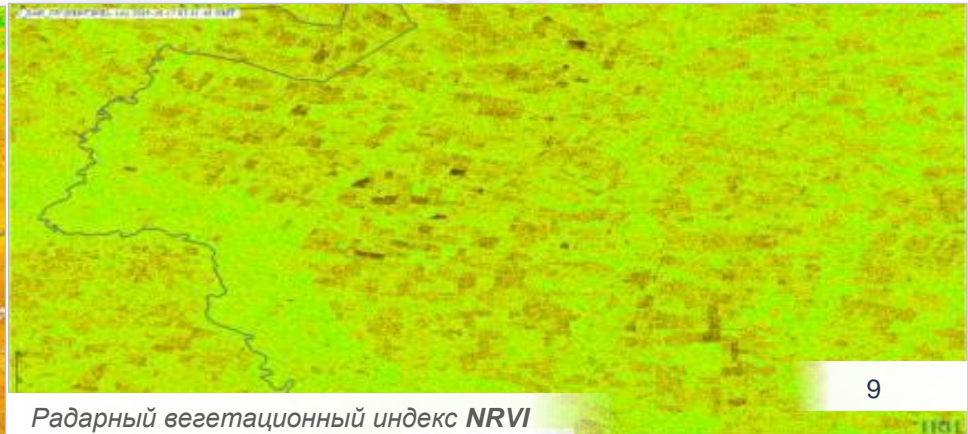
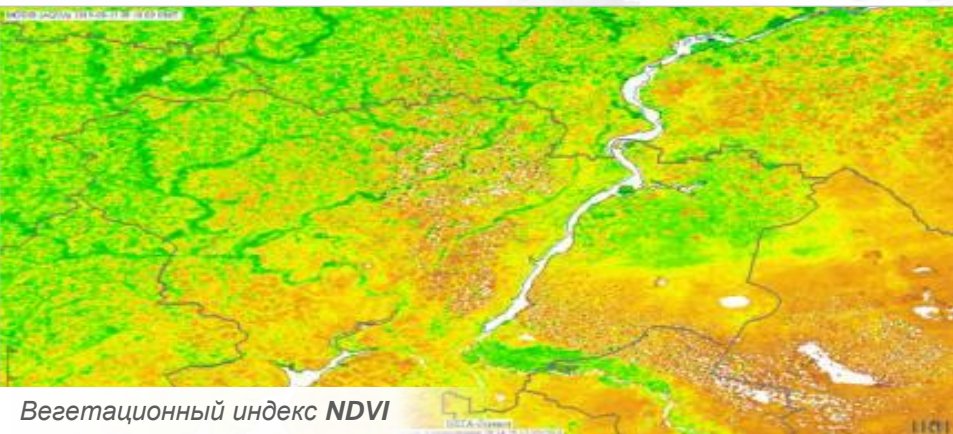
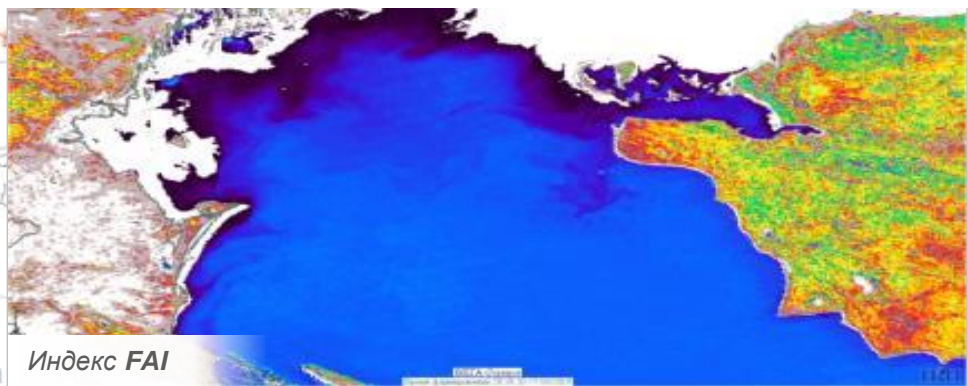
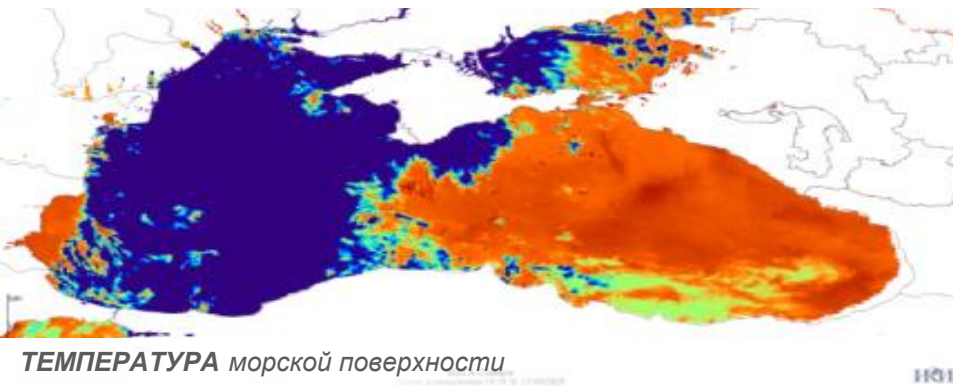
## текущих зон покрытия данными уровня L1B





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

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

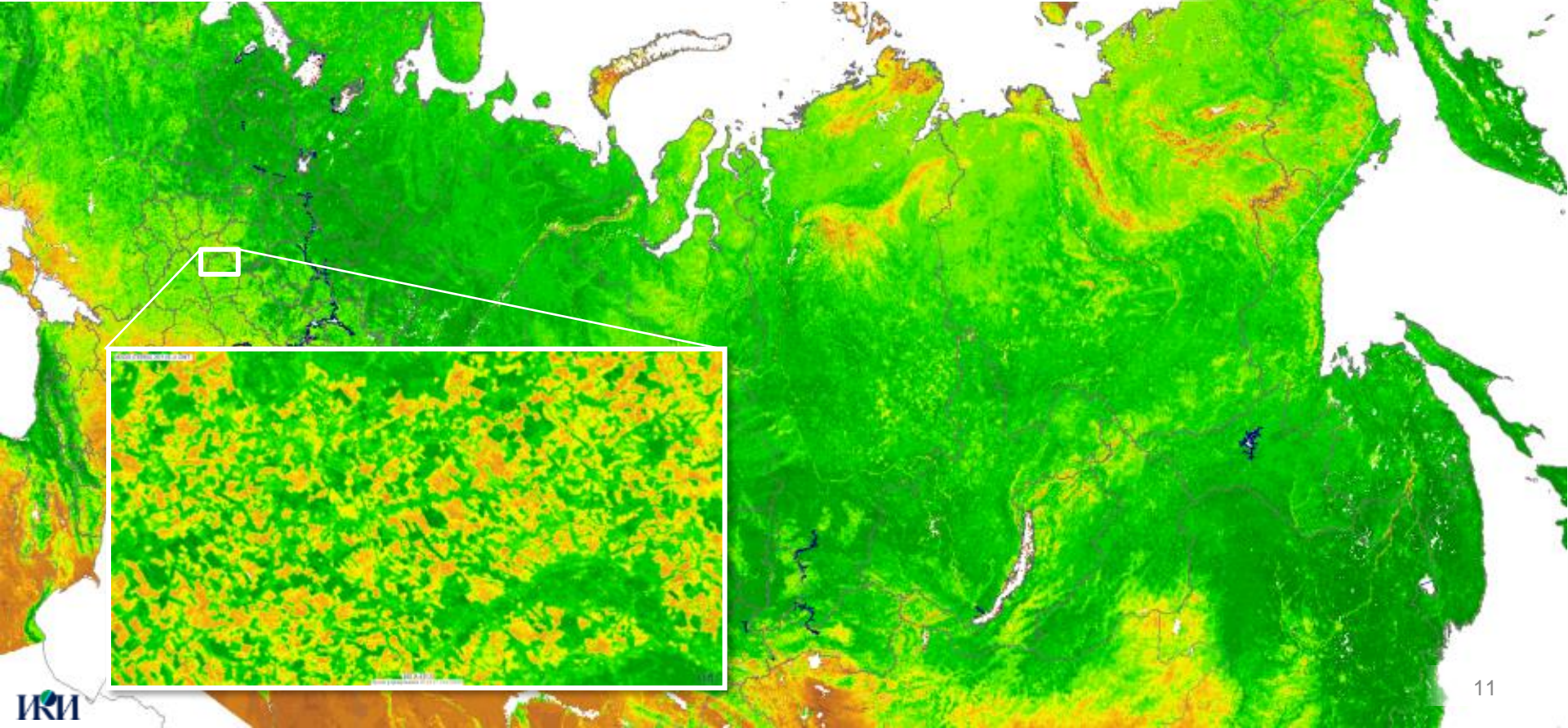


# ***ПРОДУКТЫ УРОВНЯ 3***

***очищенные от облачности временные композиты***

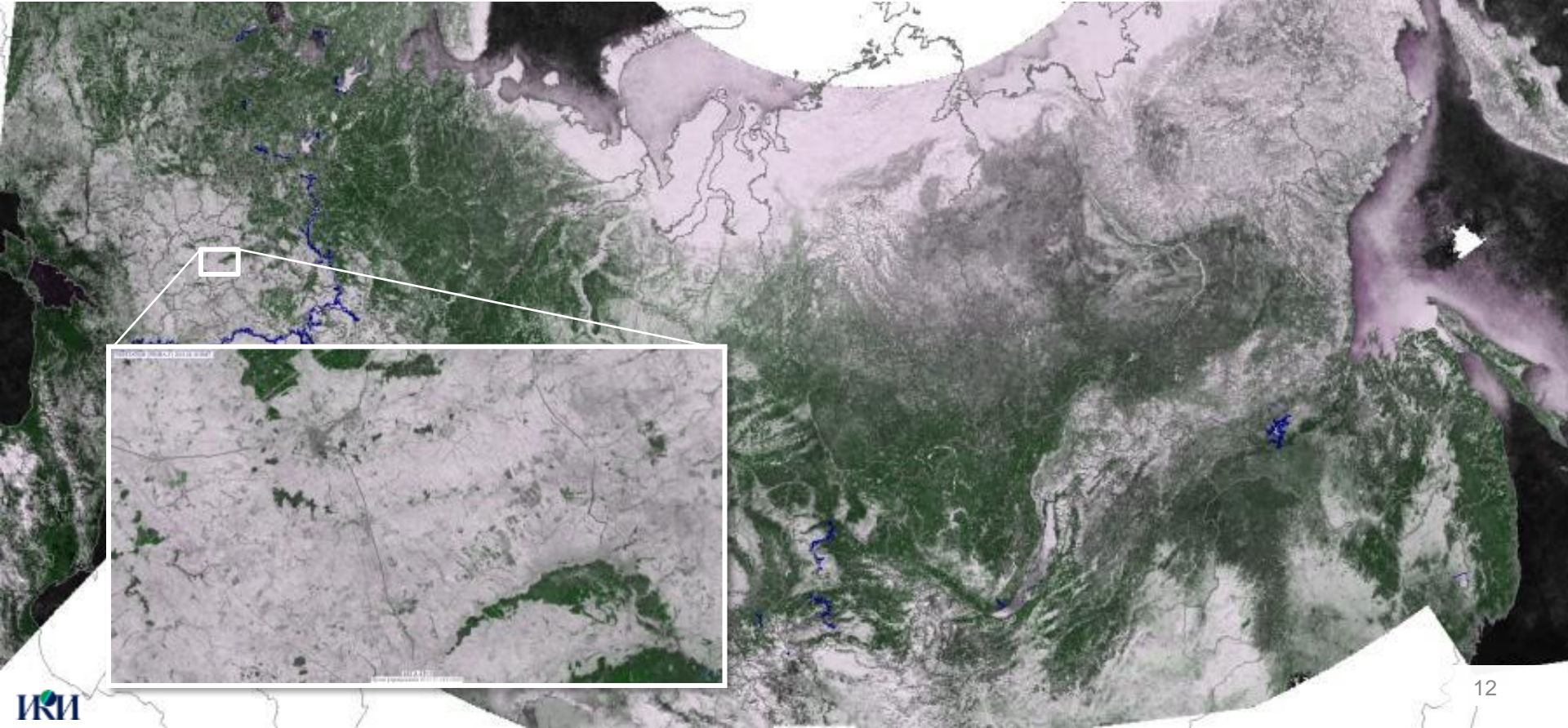
# Безоблачное композитное изображение AQUA / TERRA (MODIS) (недельный композит NDVI, 250 м)

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



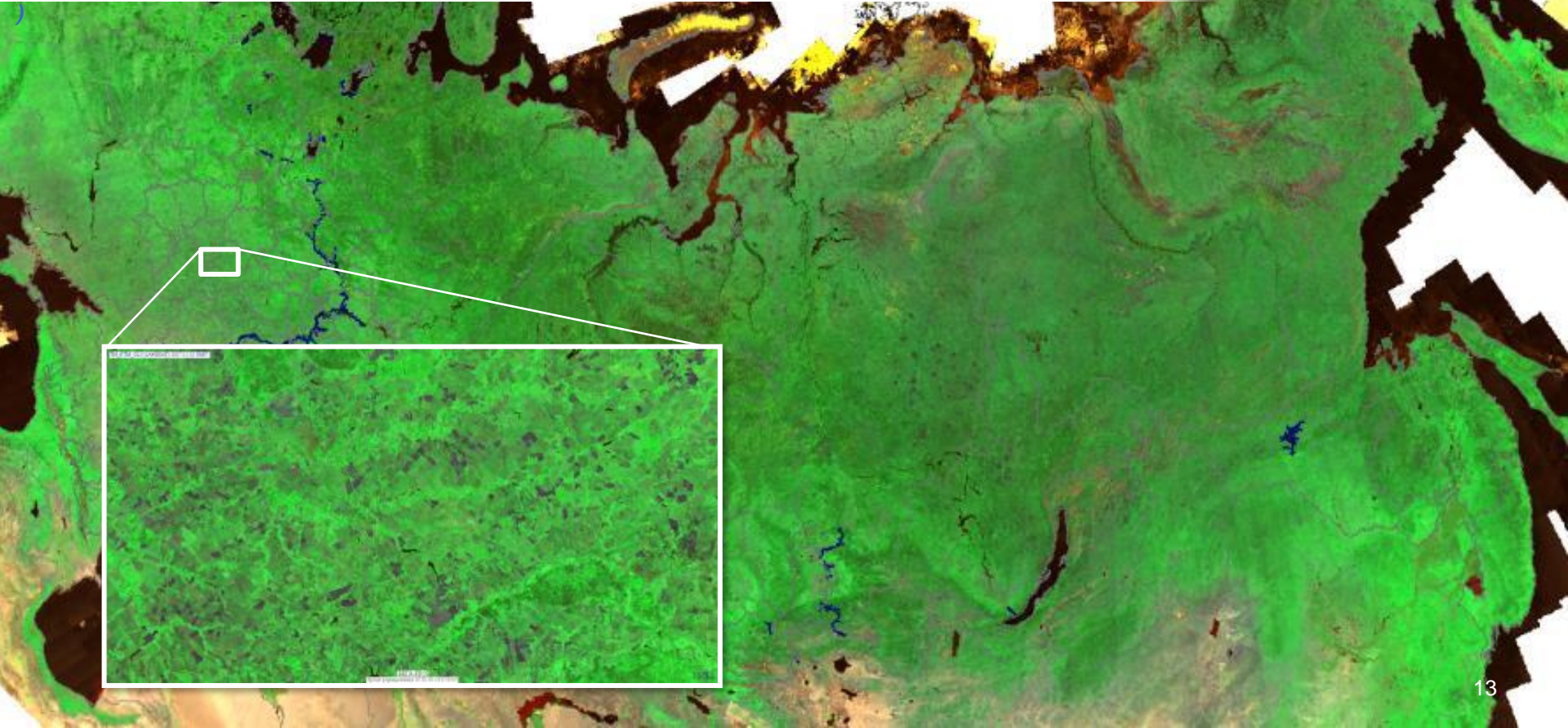
# **Безоблачное композитное изображение на примере Proba V (зимний сезонный композит по данным прибора V (100 м))**

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



# 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)



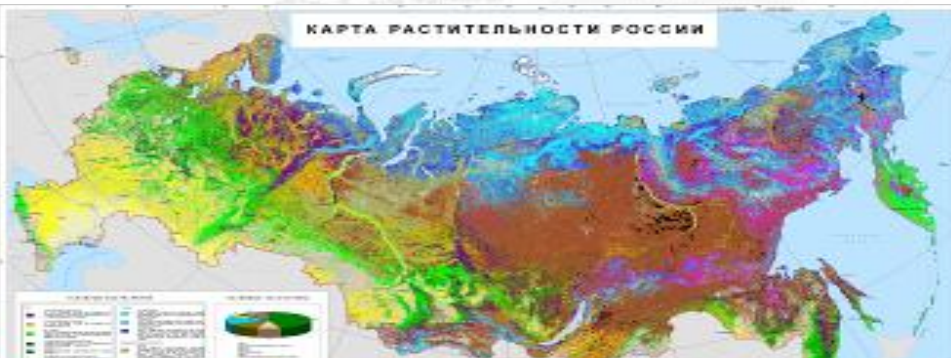


# ***ПРОДУКТЫ УРОВНЯ 4***

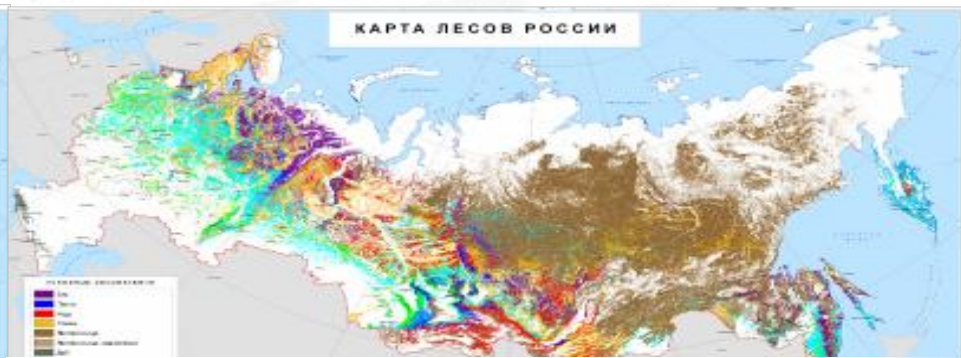
## ***Различные тематические продукты***

# ПРИМЕРЫ

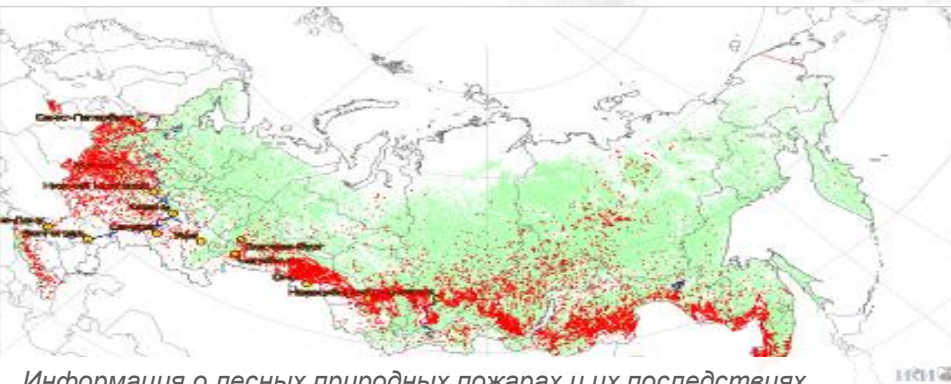
## Постоянно обновляющиеся карты лесов России



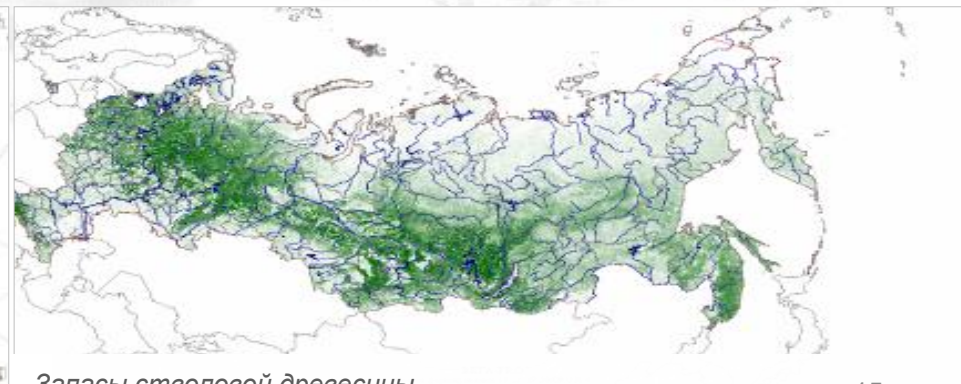
Карты растительного покрова на территории России.  
Обновляются ежегодно.



Карты преобладающих древесных пород.  
Обновляются ежегодно.



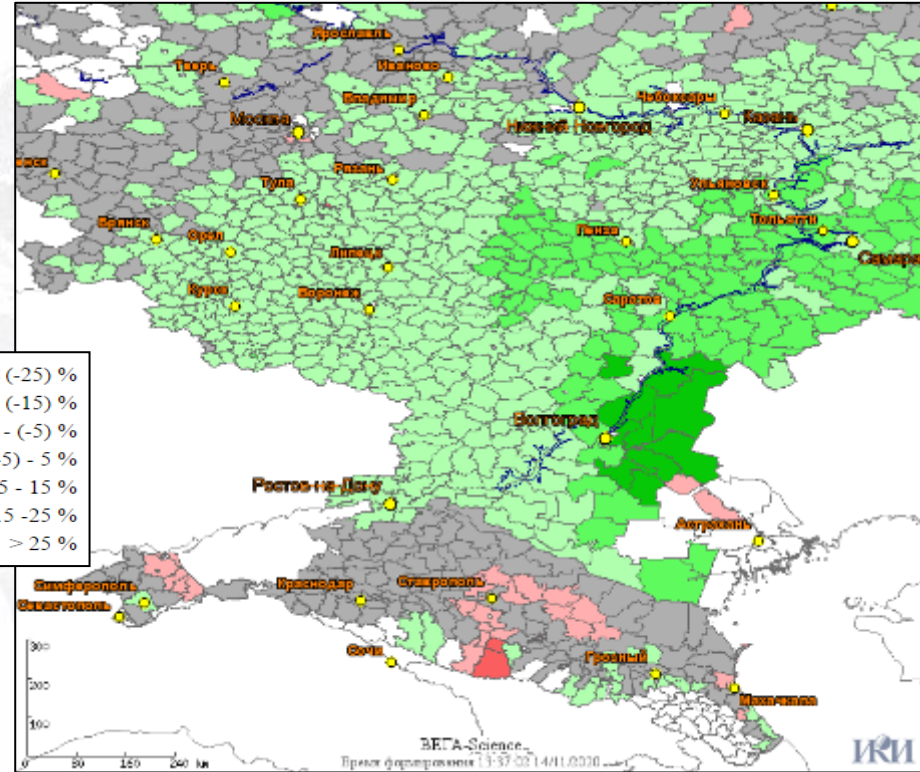
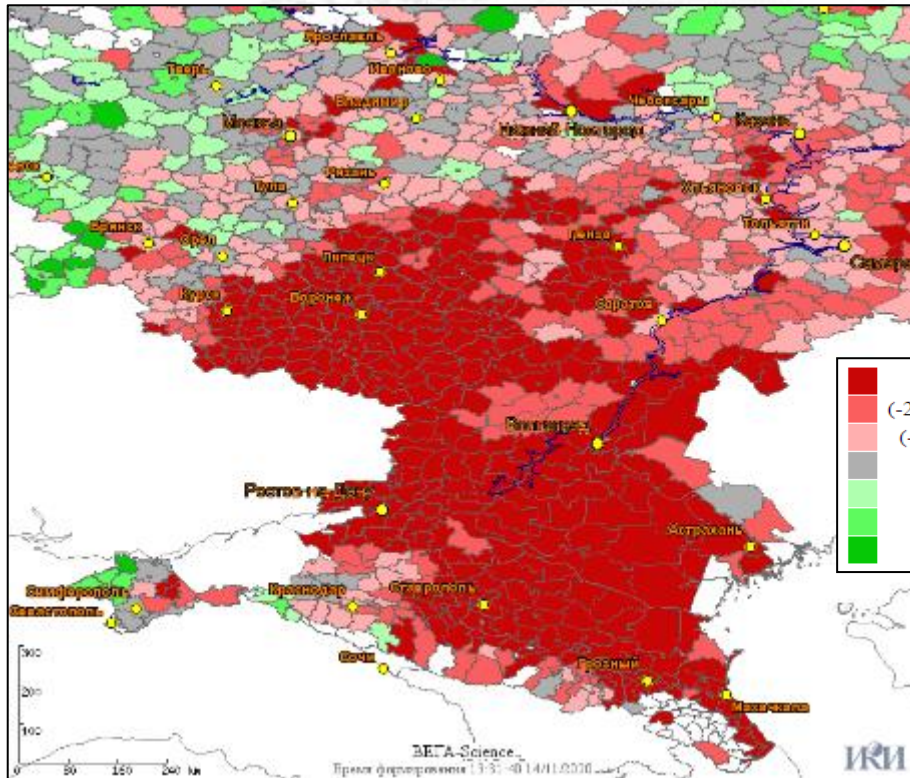
Информация о лесных природных пожарах и их последствиях  
Обновляется ежедневно



Запасы стволовой древесины.  
Обновляются ежегодно

# ПРИМЕРЫ

## Продукты для оценки состояния сельскохозяйственных посевов



Состояние растительности на с/х землях  
(45 неделя 2020 года)

Состояние озимых в максимуме развития в  
сезоне 2020 года

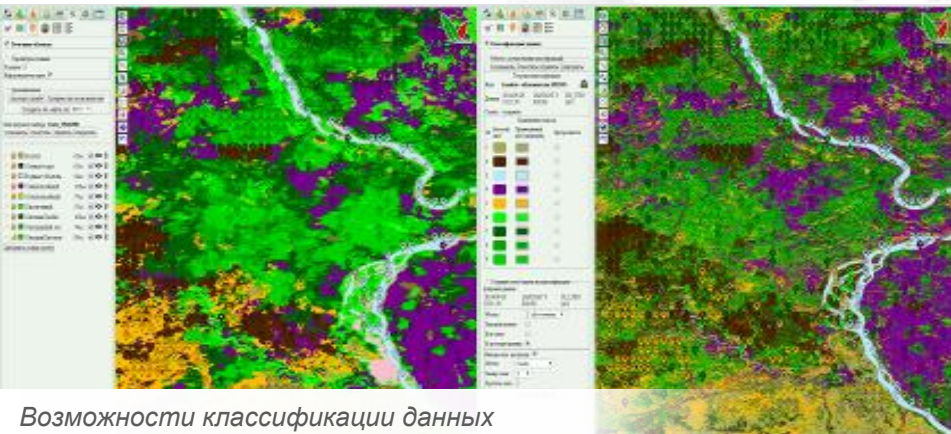
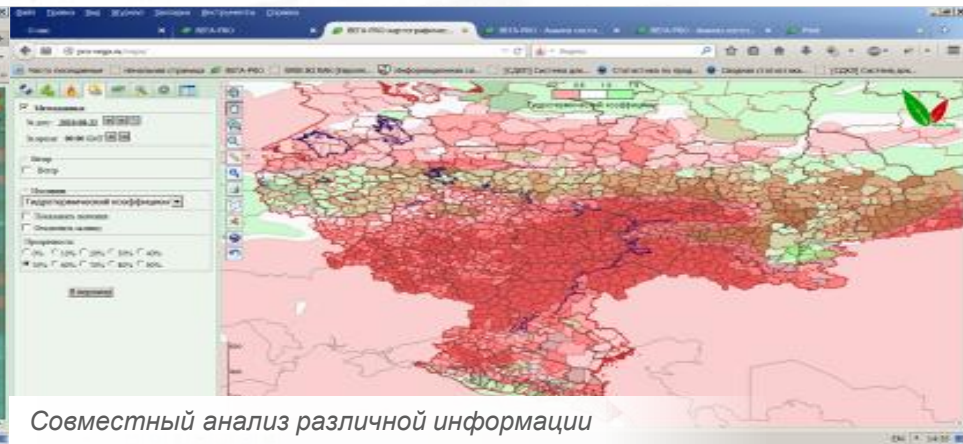
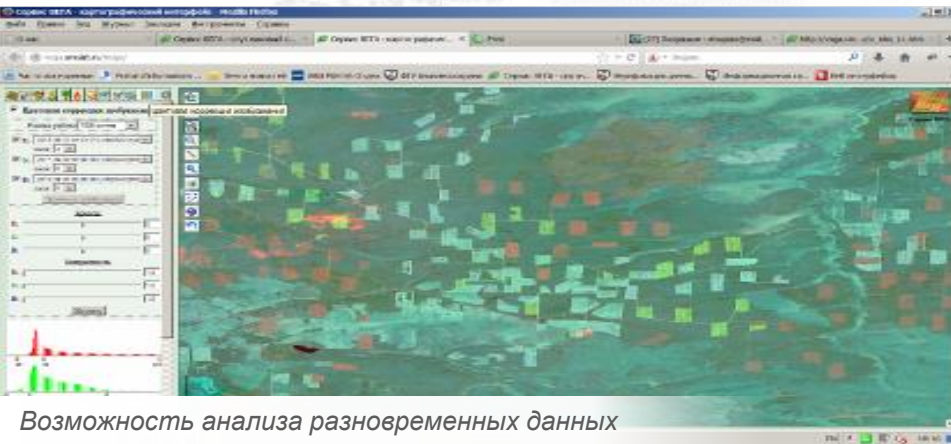


**СПУТНИКОВЫЙ СЕРВИС  
«ВЕГА-SCIENCE»  
УНИКАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ УСТАНОВКА**



- система BEGA-SCIENCE - это инструмент, обеспечивающий возможность распределенной работы со спутниковыми данными (поиска, выбора, обработки и анализа) в различных научных проектах
- в основе сервиса – архивы спутниковых данных и результатов их обработки по зоне интересов ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»
- система позволяет работать как с архивными, так и с оперативными данными
- **основная задача – предоставление инструмента распределенного анализа данных для научных исследований**

# Инструменты распределенной работы с данными



# Научные пользователи ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

около **100**

## ОРГАНИЗАЦИЙ

Научно исследовательские институты и ВУЗы

около **70**

## ПРОЕКТОВ

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

По результатам проектов было опубликовано около:

**500**

## НАУЧНЫХ РАБОТ

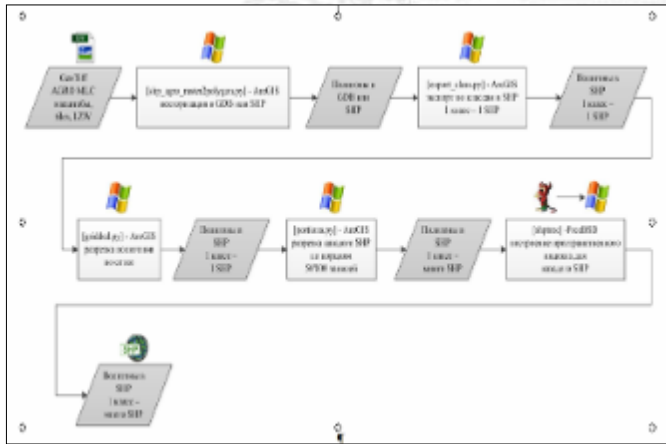
Книги, тезисы и статьи.



Информация приведена на 15 ноября 2020

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

# Технология автоматизированной потоковой обработки данных



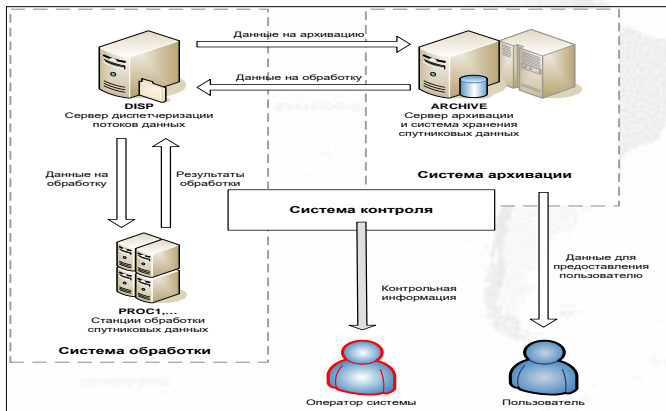
*Максимальная автоматизация процессов обработки данных и построение цепочек обработки информации*

*Возможность построения различных оперативных информационных продуктов*

*Возможность построения продуктов на основе разновременных наблюдений*

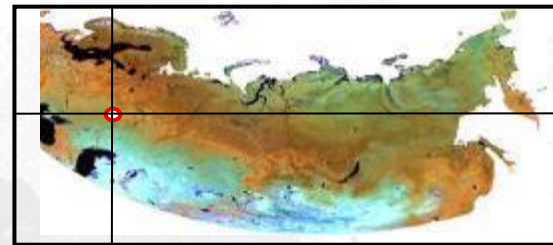
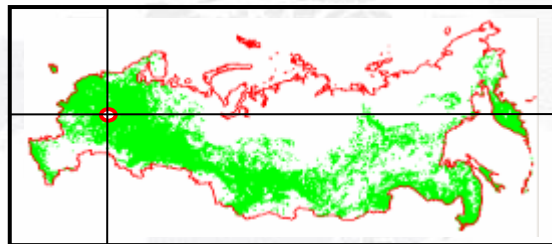
*Возможность распределенной обработки данных*

*Возможность удаленного управления и автоматизированного контроля работоспособности блоков обработки данных*



# Технологии картографирования растительного покрова

(возможность максимально автоматизированного построения карт различных характеристик растительного покрова)



Локальные спектрально-временные сигнатуры

$$\Sigma_i$$

Ковариация признаков

$$\bar{a}_i$$

Средние значения признаков

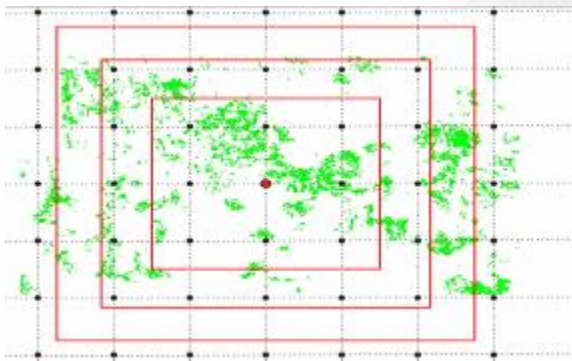
$$n_i$$

Количество пикселей

Спектрально-временные признаки классификации

$$\bar{x}$$

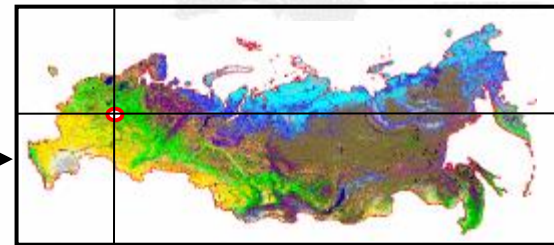
Значение признаков для классифицируемого пиксела



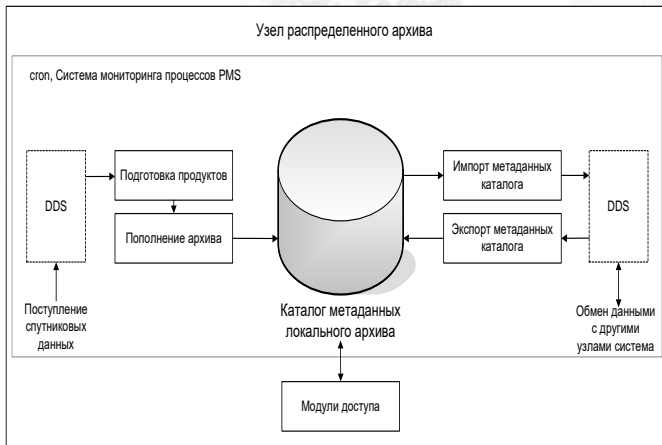
Классификатор

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

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)*

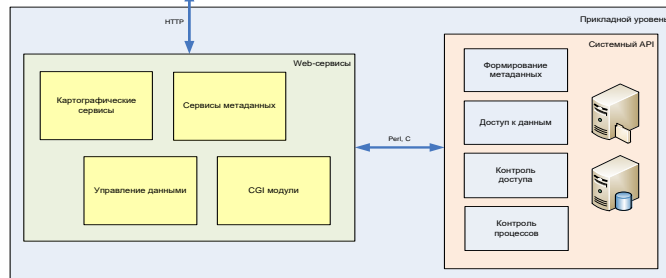
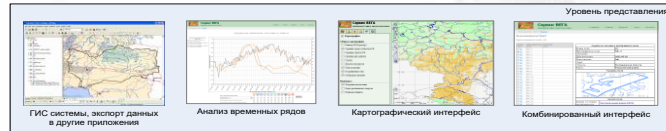
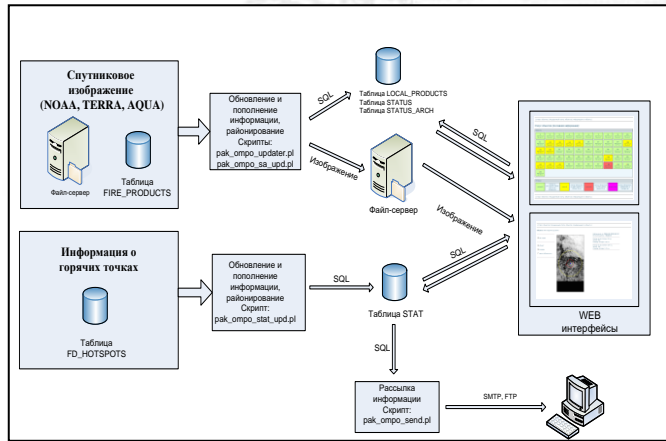


*Возможность поддержки сверхбольших распределенных архивов данных*

*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*

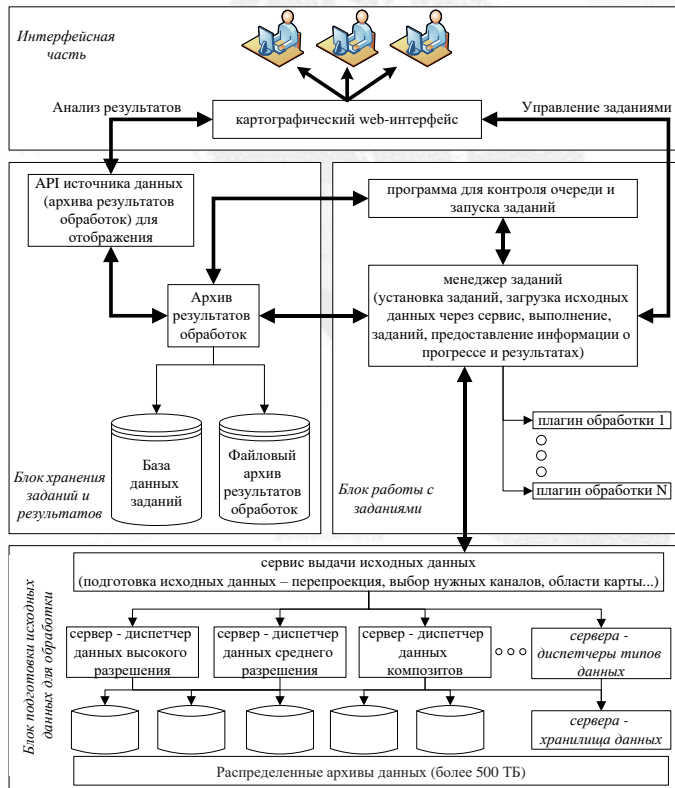
*Поддержка инструментов для распределенной обработки и анализа данных*

*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



**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ,  
ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ СЕРВИСЫ  
ЦКП «ИКИ-Мниторинг»**

**«Информационный сервис» – это услуга, ориентированная на удовлетворение потребностей пользователей путем предоставления информационных продуктов и инструментов для работы с ними.**

# Примеры информационных систем дистанционного мониторинга



## ОСМ Росрыболовства

Система мониторинга водных биологических ресурсов (2000)



## ИСДМ-Рослесхоз

Дистанционный мониторинг лесных пожаров и их последствий (2005)



## ИС Vega-Pro

Система дистанционного мониторинга сельскохозяйственной и лесной растительности (2011)



## ИС НИЦ «Планета» Росгидромета

Система работы с данными дистанционного гидрометеорологического мониторинга (2012)



## ИС VolSatView

Система мониторинга вулканической активности на Камчатке и Курилах (2012)



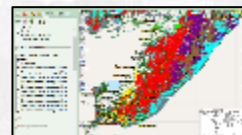
## ИС Sea The See

Система дистанционного изучения пограничных морей России (2012)



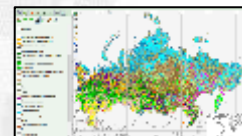
## ИС Vega-Geoglam

ИС развития глобальной системы мониторинга сельского хозяйства (2014)



## ИС Vega-Приморье

Система комплексного дистанционного мониторинга лесов Приморья (2015)



## ИС Vega-Лес

Система комплексного дистанционного мониторинга лесов России (2019)



## ИС ТКД СХМП

Система контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года (2020)

# Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Рослесхоз)

<https://nffc.aviales.ru>

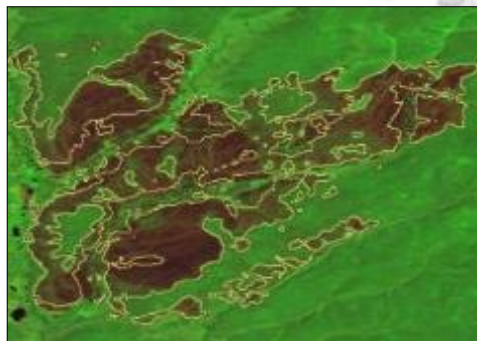
**Максимальная автоматизация обработки и анализа данных обеспечивает получение объективной информации о лесных пожарах и их последствиях**



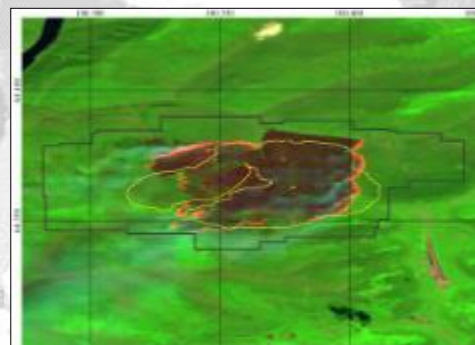
Оперативное детектирование и картирование пожаров. Якутия 15.06.2020

№	Наименование	Дата обнаружения	Координаты	Площадь	Интенсивность	Статус	Комментарий
1	Лесной пожар	15.06.2020	62.123456	1500	100	Активен	Пожар в зоне ответственности
2	Лесной пожар	15.06.2020	62.123457	2000	120	Активен	Пожар в зоне ответственности
3	Лесной пожар	15.06.2020	62.123458	1800	110	Активен	Пожар в зоне ответственности
4	Лесной пожар	15.06.2020	62.123459	1600	105	Активен	Пожар в зоне ответственности
5	Лесной пожар	15.06.2020	62.123460	1400	100	Активен	Пожар в зоне ответственности

Автоматическое формирование различных аналитических форм



Картографирование гарей



Оперативное моделирование распространения пожаров

Введена в эксплуатацию в 2005 году

Зона действия: вся территория РФ

Разработчики: ИКИ РАН, ФГУ «Авиалесоохрана», ЦЭПЛ РАН, ИСЗФ СО РАН, ИЛ СО РАН, НИЦ «Планета», ООО «Инком», ООО «ИКИЗ» и др. по заказу Рослесхоза РФ

Эксплуатирующая организация: ФБУ «Авиалесоохрана»

В том числе обеспечивает:

- круглосуточный дистанционный мониторинг пожаров на всей территории России
- получение информации в любой точке России более 20 раз в сутки. По регионам Дальнего Востока более 140 раз в сутки
- оперативный автоматизированный контроль лесопожарной обстановки на всей территории России
- оценку последствий действия лесных пожаров на основе данных различного разрешения
- контроль работ, выполняемых в регионах по мониторингу и тушению лесных пожаров
- работу около 4 000 пользователей

# Пример использования сервисов ЦКП «ИКИ-Мониторинг», использующихся в ИСДМ-Рослесхоз при оценке площадей, пройденных огнем

<https://nffc.aviales.ru>

## Внешние сервисы

Сервис автоматического детектирования и картографирования действующих пожаров

Сервис онлайн доступа к архивам спутниковых данных (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)

Сервис онлайн классификации спутниковых данных (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)

Сервис оценки постпожарных повреждений лесного покрова (ежегодное обновление по всей территории России)

## Пример процесса анализа данных в ИСДМ-Рослесхоз

Получение и анализ оперативной информации о пожарах

Проведение проверки оперативной информации в случае расхождения ее с региональной

Постпожарное уточнение информации о площадях, пройденных пожарами

Формирование окончательной отчетности о площадях, пройденных пожарами

Итоговые отчеты

## Ресурсы ИСДМ-Рослесхоз

БД оперативных данных о пожарах

Автоматизированная система формирования отчетности

Картографические web-интерфейсы анализа данных

Автоматизированная подсистема уточнения информации о площадях

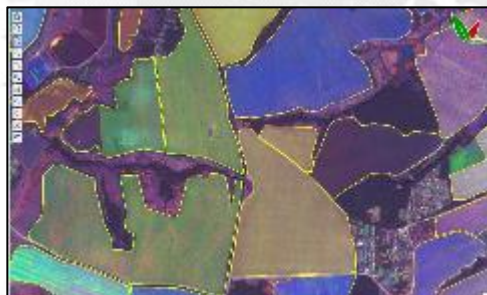
Подсистема подготовки итоговой отчетности

Сервисы предоставляются ЦКП «ИКИ-Мониторинг» совместно с ИС Vega-Pro (поддерживается ООО «ИКИЗ») и ИС НИЦ «Планета»

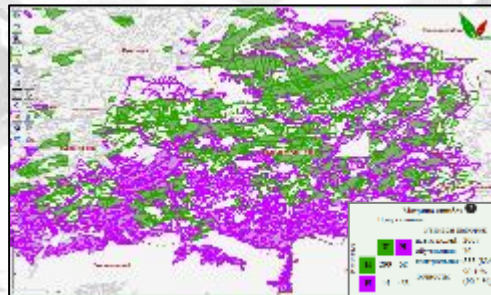
# Информационная система Вега-PRO

<http://pro-vega.ru/>

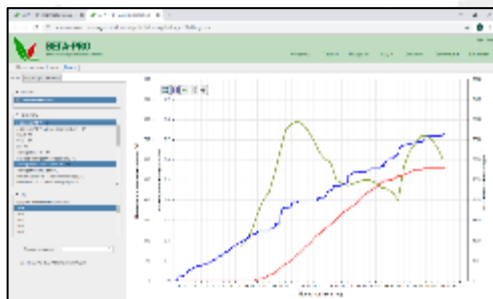
**Профессиональный информационный сервис анализа данных спутниковых наблюдений для оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов**



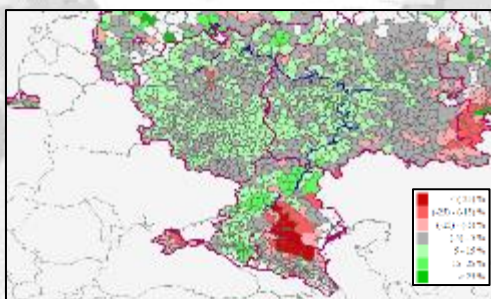
Анализ состояния полей с использованием разновременных наблюдений



Анализ используемости сельскохозяйственных угодий



Анализ динамики развития посевов



Анализ состояния культур на основе сравнения со среднегоголетними нормами динамики их развития

Введена в эксплуатацию в 2011 году

Зона действия: **вся территория РФ, пограничные страны, западная Европа**

Разработчики: **ИКИ РАН, ООО «ИКИЗ» при поддержке фонда «Сколково».**

Эксплуатирующая организация: **ООО «ИКИЗ» при поддержке ИКИ РАН**

Сервис ориентирован в основном на специалистов, работающих в области сельского хозяйства.

Его задача - обеспечение возможности контроля текущего состояния растительности на интересующем специалиста объекте (с/х полях, участках пастбищ, сенокосов и т.п.).

Пользователи сервиса самостоятельно могут задать границы интересующего объекта и производить анализ имеющихся для него данных.

Обеспечивает возможности работы как с оперативной, так и с архивной информацией. Глубина архивов более 30 лет.

Обеспечивает работу с БД, содержащей информацию о нескольких миллионах объектов  
Информация в системе обновляется ежедневно.



# Пример использования сервисов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» в ИС Vega-PRO

<http://pro-vega.ru/>

## Внешние сервисы

Сервис онлайн доступа к архивам спутниковых данных (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)

Сервис онлайн расчета характеристик объектов (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)

Сервис онлайн классификации объектов (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)

Сервис предоставления оперативной информации о объекте (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)

## Пример процесса анализа данных в ИС Vega-Pro

Заведение объекта (поля)

Расчет динамики различных вегетационных индексов за разные годы. Определение норм развития с/х культур

Оперативный анализ динамики объекта для определения культуры

Оперативный анализ динамики объекта для оценки состояния культуры

Отчеты о состоянии культуры

## ИС Vega-Pro

Картографические web-интерфейсы анализа данных

БД ведения информации об объектах

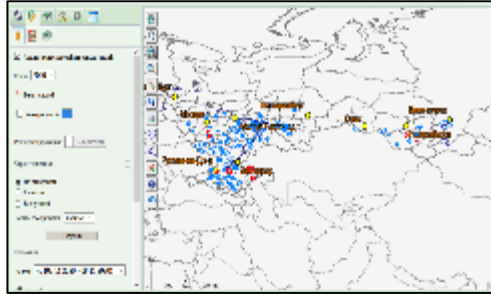
Автоматизированная оценка состояния объекта (культуры, произрастающей на поле)

Подсистема подготовки и представления отчетности

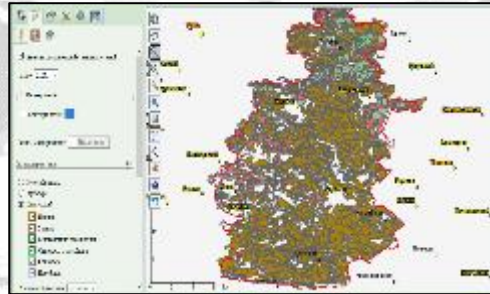
# Информационная технология контроля данных сельскохозяйственной микропереписи

<http://agrocensus21.geosmis.ru/>

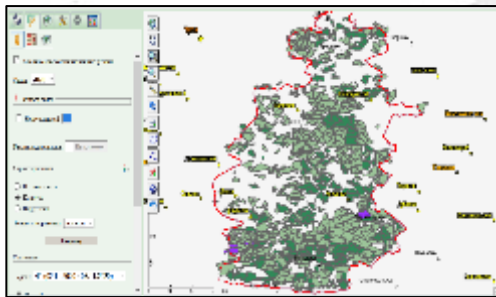
**Максимальная автоматизация обработки и анализа данных обеспечивает получение объективной информации о состоянии с/х угодий**



Районы апробации технологии контроля



Определение контролируемых видов угодий



Определение контролируемых культур

Тип	С/Х	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га	площадь, га
Лесные угодья	Лесные угодья	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
Сельскохозяйственные угодья	Сельскохозяйственные угодья	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
Водные объекты	Водные объекты	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
Земельные участки	Земельные участки	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
Другие	Другие	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111

Результаты сравнения информации полученной по спутниковым данным и данным пилотных обследований

Создана в 2020 году

Зона действия: **вся территория РФ**

Разработчики: **ООО «ИКИЗ», ИКИ РАН по заказу Росстата**

Эксплуатирующая организация: **ООО «ИКИЗ» при поддержке ИКИ РАН**

Технология создана для обеспечения объективного контроля достоверности собранных в ходе сельскохозяйственной микропереписи 2021 года (СХМП-2021) статистических данных о площади различных категорий сельскохозяйственных угодий на основе данных ДЗЗ, технологий их обработки и предоставления.

Обеспечивает работы как с оперативной, так и с архивной информацией, в том числе за годы, в которые проводились сельскохозяйственные переписи в РФ в 21 веке. Информация в системе обновляется ежедневно.

Обеспечивает автоматизированную обработку данных для поиска расхождений с информацией СХМП-2021

Предоставляет распределенным пользователям инструментарий для проверки результатов обработки спутниковых данных

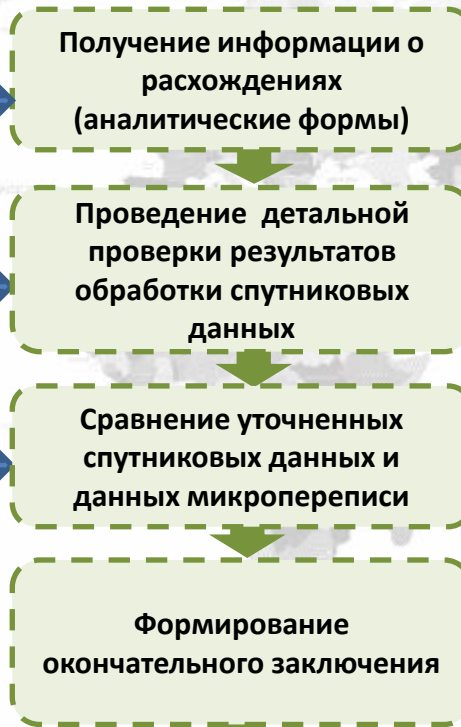
# Пример использования сервисов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» в технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи

<http://agrocensus21.geosmis.ru/>

## Внешние сервисы

- Сервис, обеспечивающий предоставление информации о контролируемых категориях земель и культур (карты, таблицы ...)
- Сервис онлайн доступа к архивам спутниковых данных (API для онлайн интеграции данных во внешние ИС)
- Сервис подготовки предварительных заключений о причинах расхождений

## Пример процесса анализа данных



## Инструменты технологии

- Система работы с данными сельскохозяйственной микропереписи
- Автоматизированная система выявления расхождений
- Автоматизированная оценка состояния объекта (культуры произрастающей на поле)
- Подсистема детальной проверки данных с/х микропереписи
- Подсистема подготовки итоговых заключений

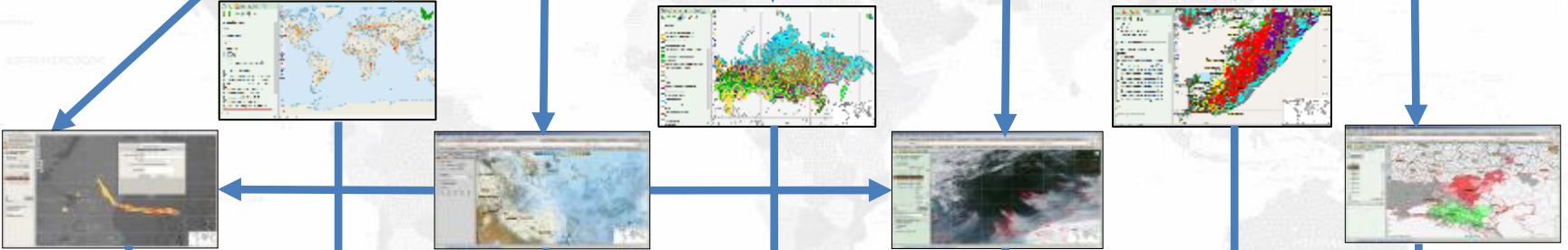
Итоговые заключения о расхождениях

# Схема взаимодействия ЦКП «ИКИ-Мониторинг» с различными информационными системами (среда – для работы сданными ДЗЗ)

ЦКП «ИКИ-Мониторинг»



Специализированные Информационные Системы



Пользователи



## Основные типы сервисов с использованием данных ДЗЗ, востребованные информационными системами (куда направить усилия ???)

Тип сервиса	Востребованность	Динамика
Предоставление данных	высокая	падение
Предоставление результатов обработки спутниковых данных	высокая	рост
Предоставление онлайн доступа к данным и результатам их обработки	высокая	быстрый рост
Предоставление инструментов и ресурсов анализа данных (включая моделирование)	умеренная	рост
Предоставление аналитических услуг	высокая	умеренный рост
Предоставление инструментов и среды для разработки	умеренная	быстрый рост

# Спасибо за внимание!

## <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., Барталев 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.

