

# ***Построение информационных систем дистанционного мониторинга Земли***

***Балашов И.В., Бурцев М.А., Константинова А.М., Лупян  
Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А.***

*Институт Космических Исследований РАН*

# **Задачи мониторинга Земли и необходимость построения информационных систем**

**Мониторинг – это постоянное наблюдение за явлениями и процессами. Выполнение работ по мониторингу Земли требует решения задач сбора, обработки, хранения и распространения информации**

## **Основные проблемы**

- Наблюдение глобальных территорий и процессов**
- Работа с большим объемом данных, которые затруднительно обрабатывать вручную**
- Нужно сопоставлять и сравнивать разные данные вместе**
- Требуются продукты разнообразных тематических обработок данных, в том числе, получаемые оперативно**

**Примеры направлений, для которых невозможно обойтись без ИСДМ**

- Наблюдение пожаров, морей, лесов и др...**

# **Информационные системы спутникового мониторинга (ИСДМ)**

**Для решения задач постоянного мониторинга тех или иных объектов и явлений конкретной в области деятельности или исследований необходимо создание ИС**

**Основные особенности:**

- Направлены на получение информации о некоторой группе объектов и процессов**
- Обеспечивают постоянное получение информации**
- Предоставляют возможность анализа информации дистанционных наблюдений совместно с другой информацией, используемой в системе**
- Имеют методики и организационные правила использования данных ДЗЗ (обеспечивают возможность использовать информацию ДЗЗ при принятии решений)**

# **ИСДМ уже сегодня являются основными потребителями возможностей систем ДЗЗ**

- Создаются не для решения отдельной частной задачи, а для работы на долговременной основе (**обеспечивают продолжительное (многолетнее) потребление информации ДЗЗ**)
- Рассчитаны на регулярное обновление информации (**заинтересованы в получении не отдельных наборов данных, а потоков**)
- Во многих случаях заинтересованы в активном использовании исторических данных (**позволяют массово использовать данные уже накопленных архивов**)
- Обычно постоянно развиваются, расширяя круг задач (**расширяют состав и объемы используемых данных ДЗЗ**)
- Постоянно создаются новые ИСДМ, ориентированные на новые области применения и задачи

***ИКИ РАН совместно с партнерами более 30 лет ведет работы по построению различных ИСДМ, включая работы по созданию, внедрению и поддержке***

# Примеры информационных систем дистанционного мониторинга, разработанных ИКИ РАН совместно партнерами



## 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 Sea The See

Система дистанционного изучения пограничных морей России (2012)



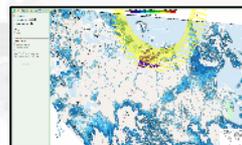
## ИС VolSatView

Система мониторинга вулканической активности на Камчатке и Курилах (2012)



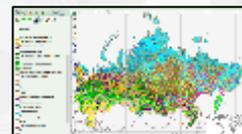
## ИС Vega-Geoglam

ИС развития глобальной системы мониторинга сельского хозяйства (2014)



## ИС Аврора-Арктика

СИС для поддержки исследований ионосферы в арктической зоне (2014)



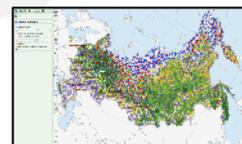
## ИС Vega-Лес

Система комплексного дистанционного мониторинга лесов России (2019)



## ИС ТКД СХМП

Система контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года (2020)



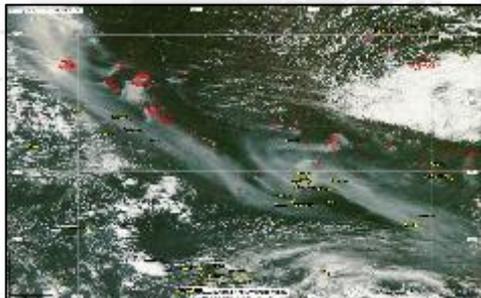
## ИАС «Углерод-Э»

СИС для мониторинга углерода в наземных экосистемах (2022)

# 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**



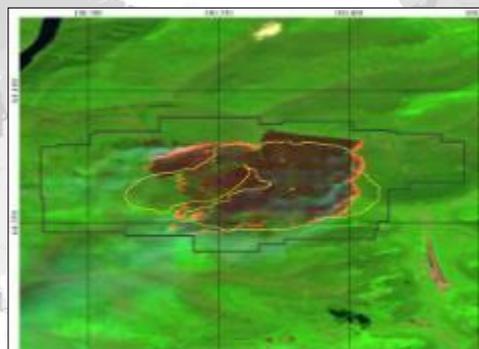
Оперативное детектирование и картирование пожаров. Якутия 15.06.2020

№	Наименование	Дата обнаружения	Координаты	Площадь	Интенсивность	Статус	Комментарий
1	Лесной пожар	15.06.2020	62.123456	1500	100	Активен	Пожар в лесу
2	Лесной пожар	15.06.2020	62.123457	2000	120	Активен	Пожар в лесу
3	Лесной пожар	15.06.2020	62.123458	1800	110	Активен	Пожар в лесу
4	Лесной пожар	15.06.2020	62.123459	1600	105	Активен	Пожар в лесу
5	Лесной пожар	15.06.2020	62.123460	1400	95	Активен	Пожар в лесу

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:

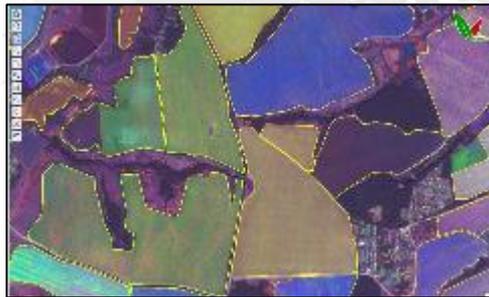
- круглосуточный дистанционный мониторинг пожаров на всей территории России
- получение информации в любой точке России более 20 раз в сутки. По регионам Дальнего Востока более 140 раз в сутки
- оперативный автоматизированный контроль лесопожарной обстановки на всей территории России
- оценку последствий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

С системой работает более 10 000 пользователей

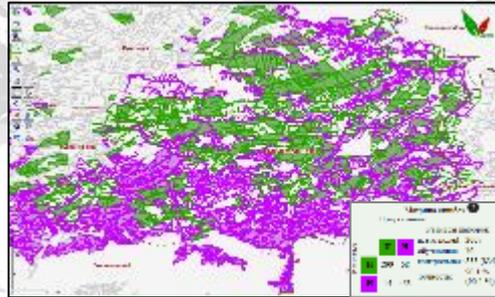
# Информационная система Vega-PRO

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

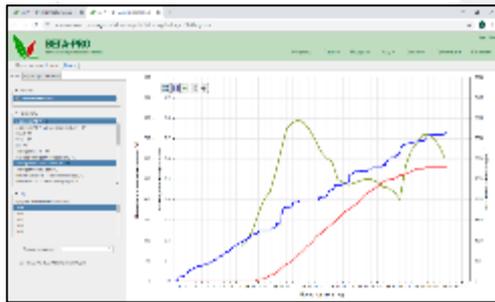
**Профессиональный информационный сервис анализа данных спутниковых наблюдений для оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов**



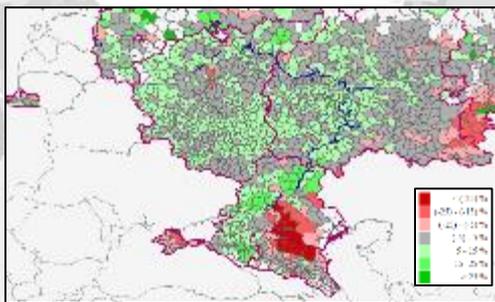
Анализ состояния полей с использованием разновременных наблюдений



Анализ используемости сельскохозяйственных угодий



Анализ динамики развития посевов



Анализ состояния культур на основе сравнения со среднегодовыми 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

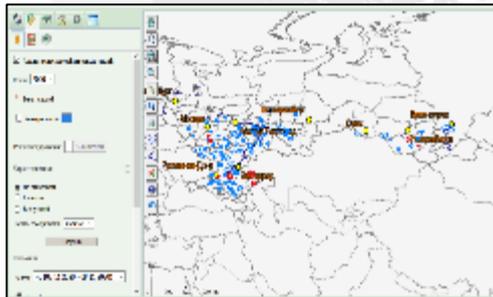
Информация в системе обновляется ежедневно.

**С системой работает более 500 пользователей**

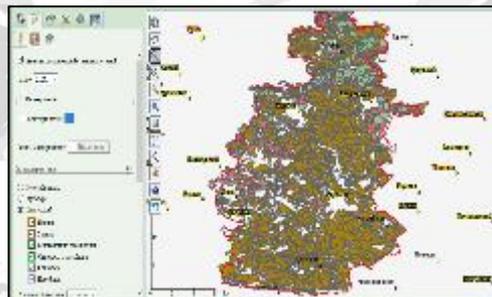
# Информационная технология контроля данных сельскохозяйственной микропереписи

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

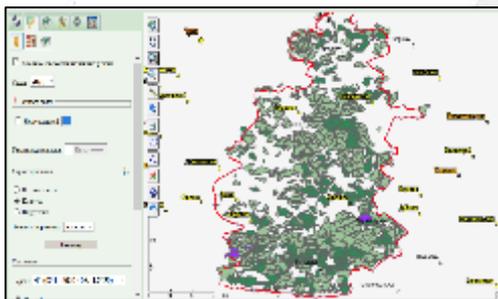
**Максимальная автоматизация обработки и анализа данных обеспечивает получение объективной информации о состоянии с/х угодий**



Районы апробации технологии контроля



Определение контролируемых видов угодий



Определение контролируемых культур

Год	площадь (га)								
2021	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2020	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2019	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2018	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2017	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2016	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2015	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2014	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2013	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2012	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2011	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2010	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2009	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2008	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2007	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2006	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2005	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2004	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2003	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2002	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2001	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

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

Представляет распределенным пользователям инструментарий для проверки результатов обработки спутниковых данных

С системой работает около 100 организаций



**Как обеспечивается возможность построения  
разнообразных информационных систем  
дистанционного мониторинга  
(технологии и специализированное ПО)**

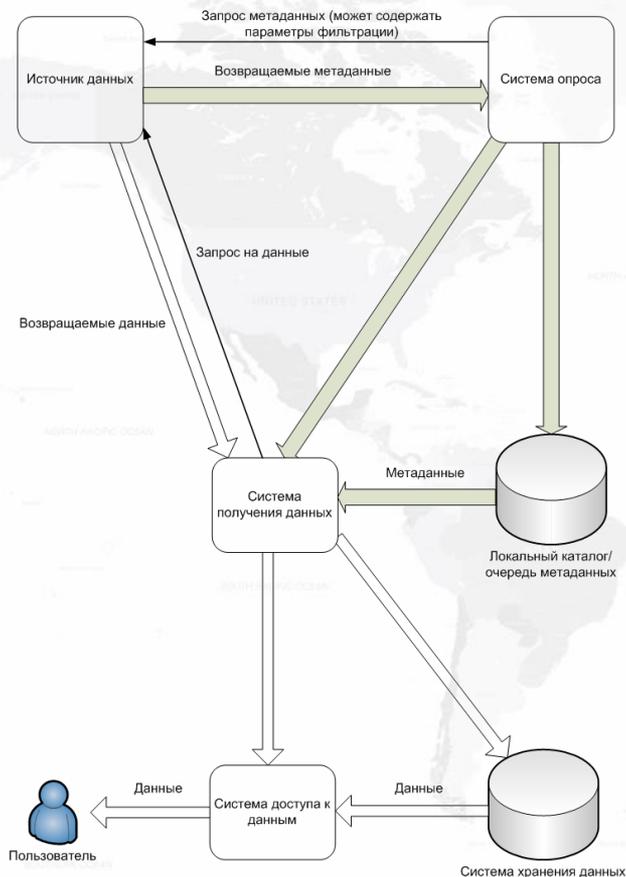
## **Основные технологические задачи, которые должны быть решены при построении современных ИСДМ**

- Оперативный сбор разнородной информации из различных источников**
- Оперативная автоматизированная обработка данных**
- Ведение распределенных архивов данных**
- Формирование тематических блоков, ориентированных на решение специализированных задач**
- Построение информационных продуктов для принятия решений**
- Организация представления данных территориально распределенным пользователям**

Конечно, под каждую ИСДМ требуется разработка специализированной тематической обработки данных, но это тема отдельных обсуждений для каждой прикладной задачи

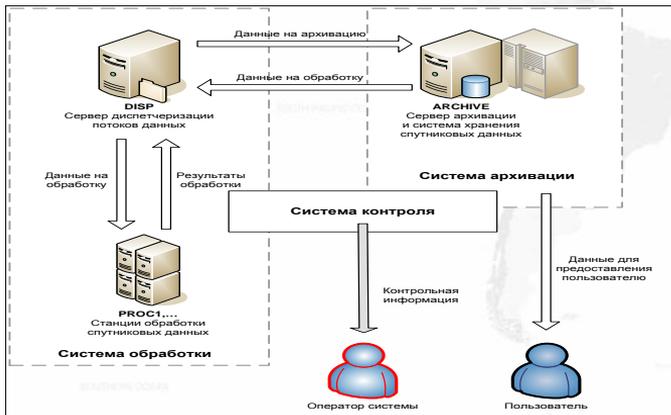
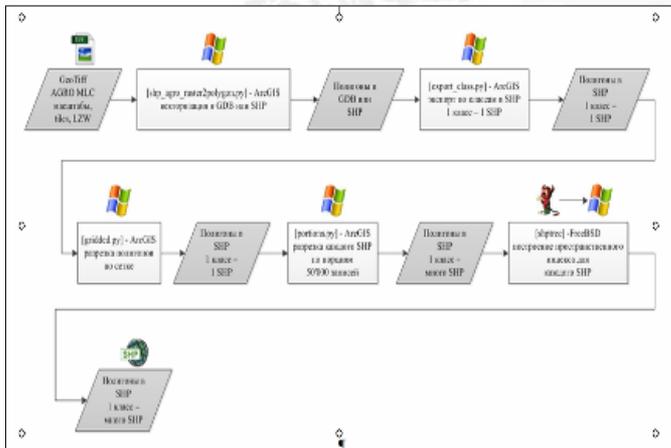
# ***Технологии построения ИСДМ и специализированное ПО для их создания и поддержки***

# Технология сбора и интеграции разнородных данных



- Автоматизация станций и центров приема спутниковых данных обеспечивающих работу
- Сбор и усвоение данных из различных источников в собственные архивы ИСДМ;
- Интеграция данных распределённых узлов ИСДМ;
- Интеграция данных из внешних источников посредством API;

# Технология автоматизированной потоковой обработки данных



Максимальная автоматизация процессов обработки данных и построение цепочек обработки информации

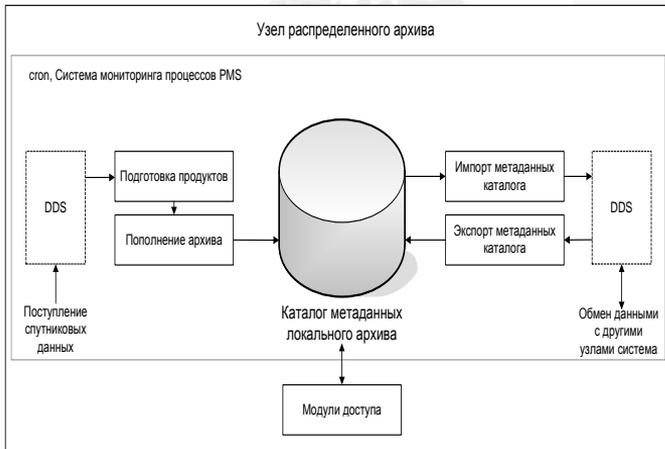
Возможность построения различных оперативных информационных продуктов

Возможность построения продуктов на основе разновременных наблюдений

Возможность распределенной обработки данных

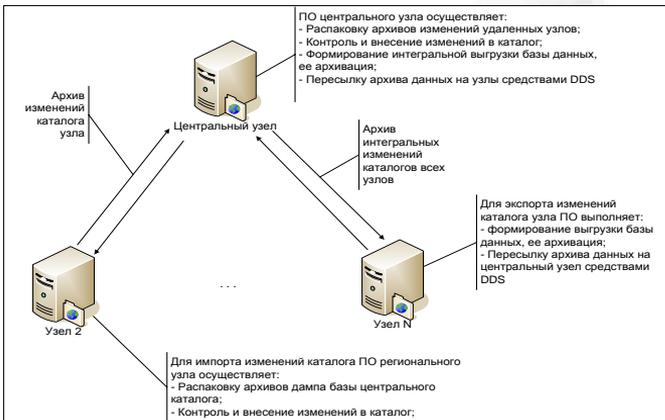
Возможность удаленного управления и автоматизированного контроля работоспособности блоков обработки данных

# Технология автоматизированного ведения сверхбольших распределенных архивов данных (UNISAT)



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

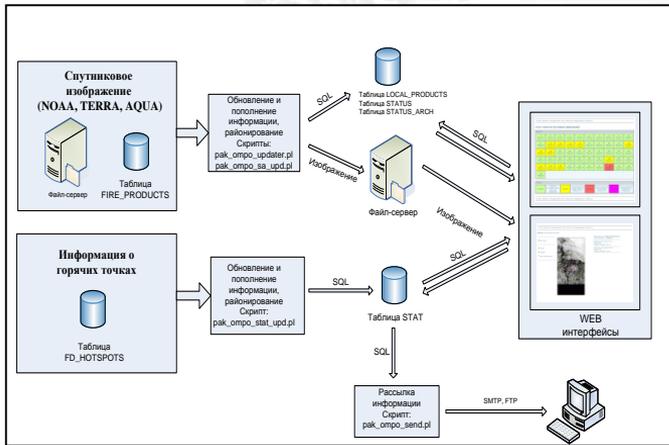
*Ведение архивов результатов тематической обработки спутниковых данных (строятся, исходя из требований блоков представления данных)*



*Возможность поддержки сверхбольших распределенных архивов данных*

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

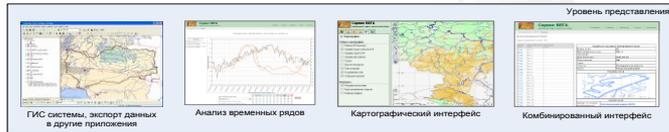
# Технология построения интерфейсов для распределенной работы с данными (GEOSMIS)



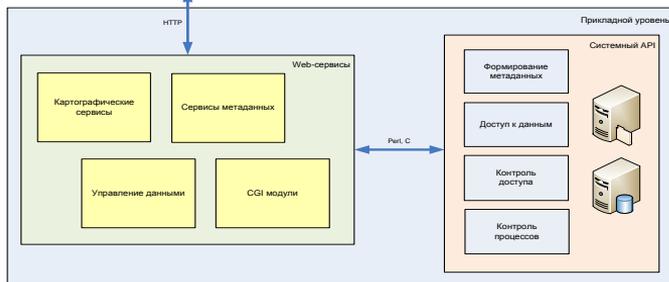
*Построение динамических картографических Web –интерфейсов*

*Поддержка инструментов для распределенной обработки и анализа данных*

*Работа с динамически формируемыми продуктами*

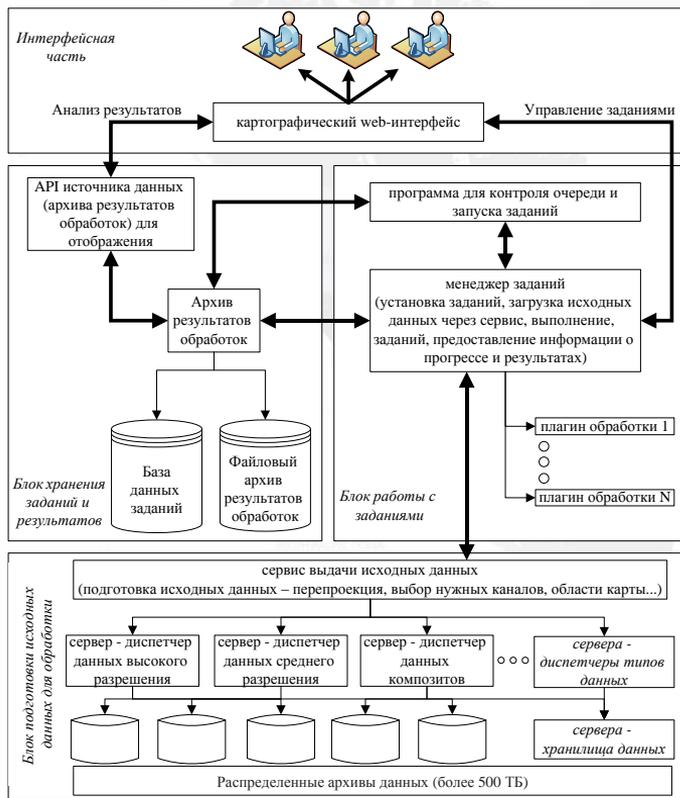


*Возможность онлайн интеграции различных информационных ресурсов и систем мониторинга*



*Возможность конфигурации интерфейсов под задачи отдельных пользователей*

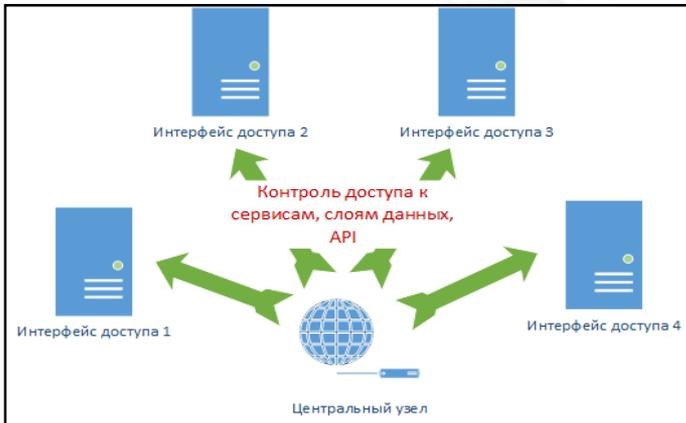
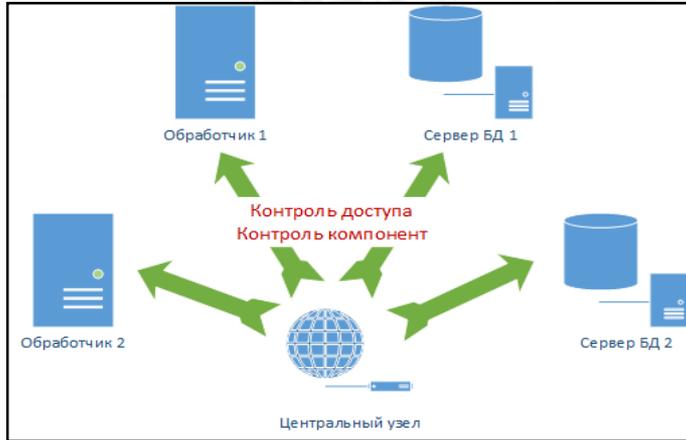
# Технология для создания инструментов удаленной обработки данных с использованием распределенных ресурсов



Позволяет однотипно:

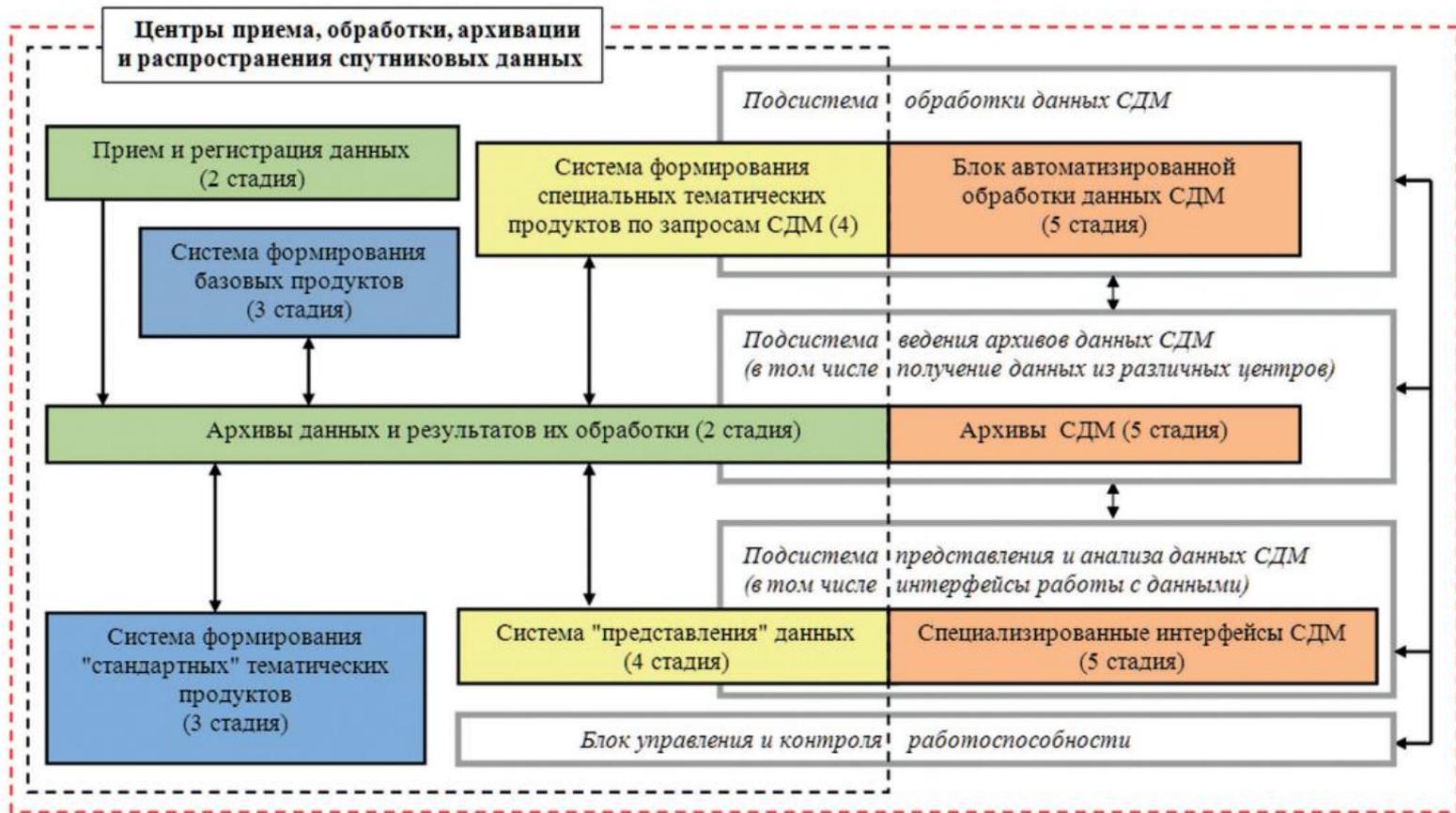
- Создавать блоки управления подбором данных для обработки
- Реализовывать блоки управления различными типами обработки данных (ведение очереди заданий, запуск и контроль исполнения заданий)
- Организовывать хранение заданий и результатов обработки данных (ведение специализированных БД)
- Создавать блоки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

# Технология контроля и управления работой программно-аппаратного комплекса



- *Контроль и управление процессами на UNIX-серверах;*
- *Контроль и управление процессами обработки спутниковых данных на кластере Windows-серверов;*
- *Автоматическое детектирование различных типов неполадок в работе комплекса;*
- *Оповещение о неполадках специалистов и сопровождение процесса их устранения;*
- *Документирование компонент комплекса;*
- *Инструменты для анализа работы подсистем комплекса;*

# Типовая функциональная структура организации работы с данными в ИСДМ

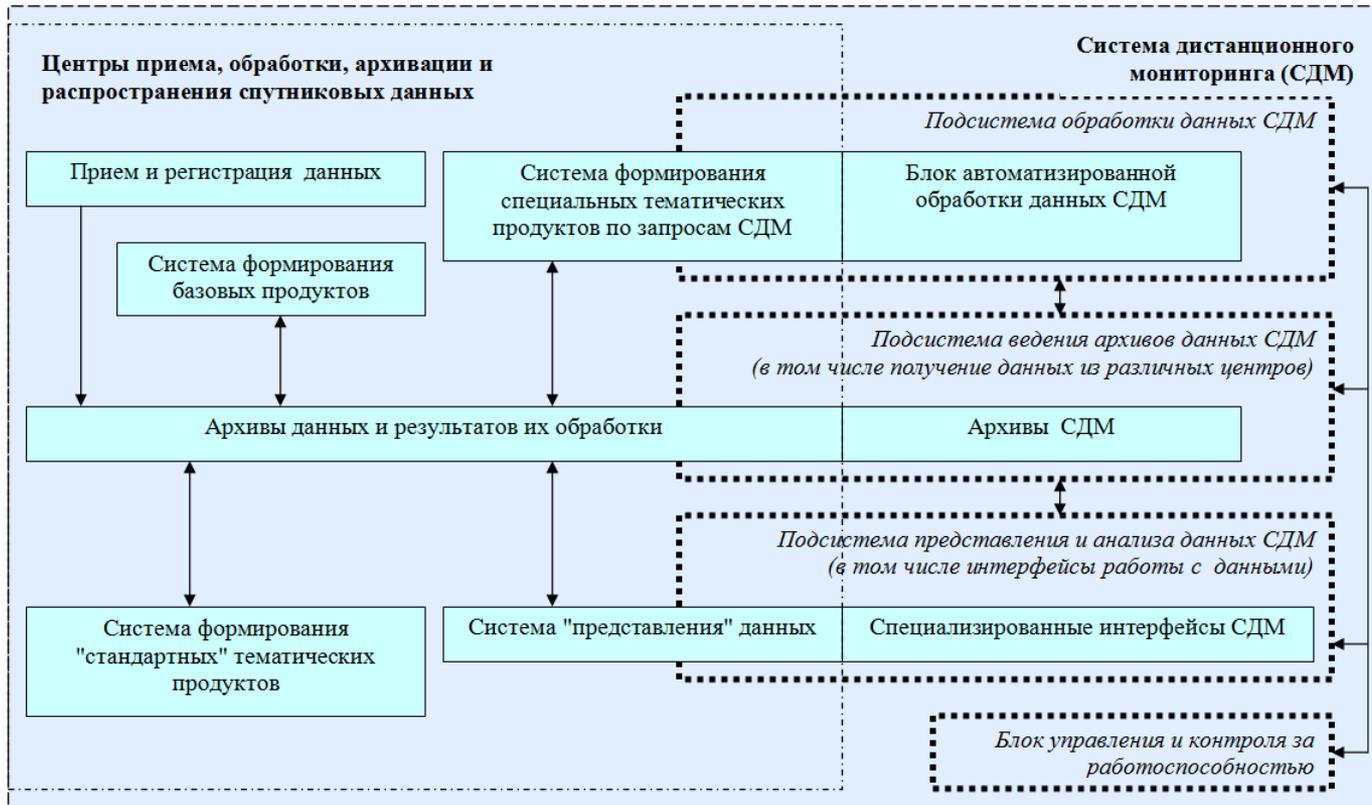




# *Как эволюционировали схемы построения информационных систем дистанционного мониторинга*

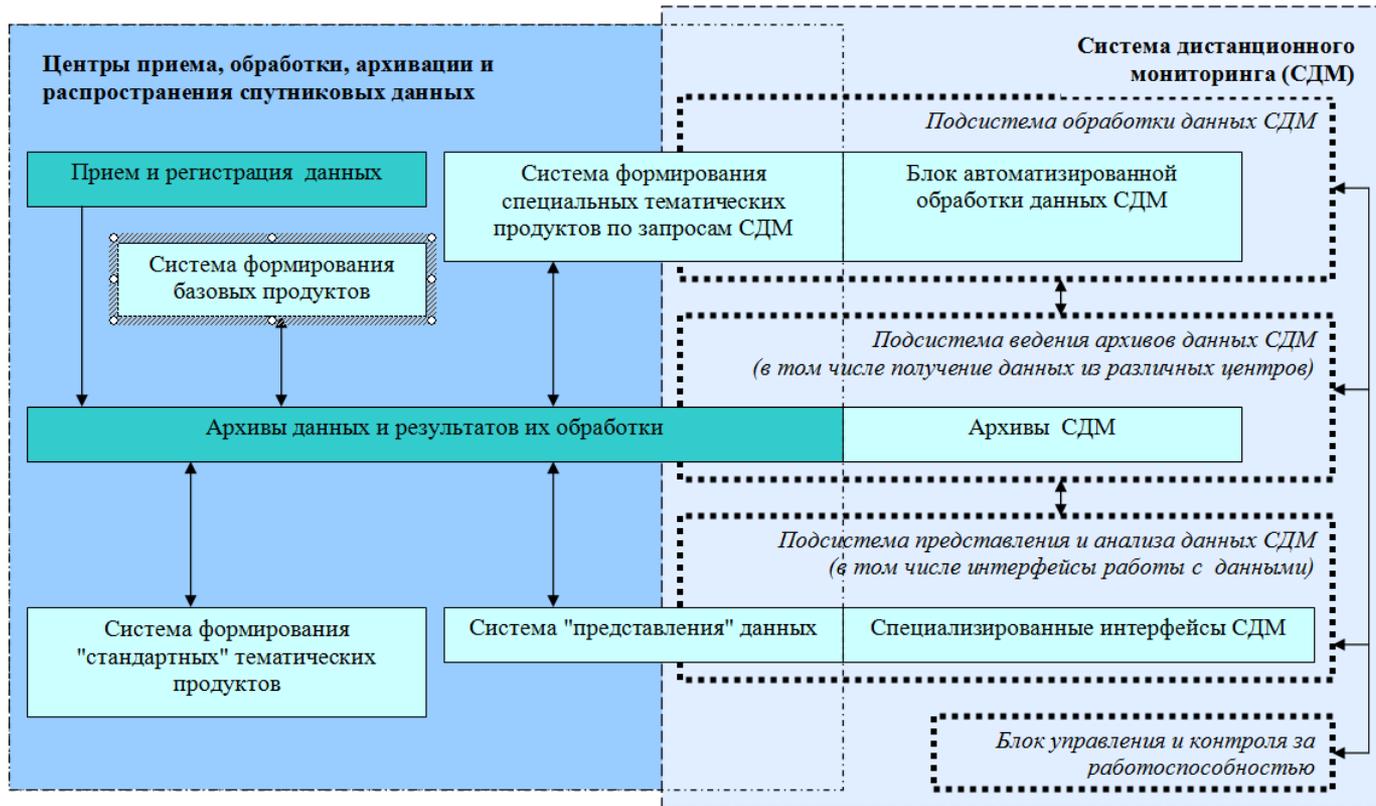
# Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

## Стадия 1



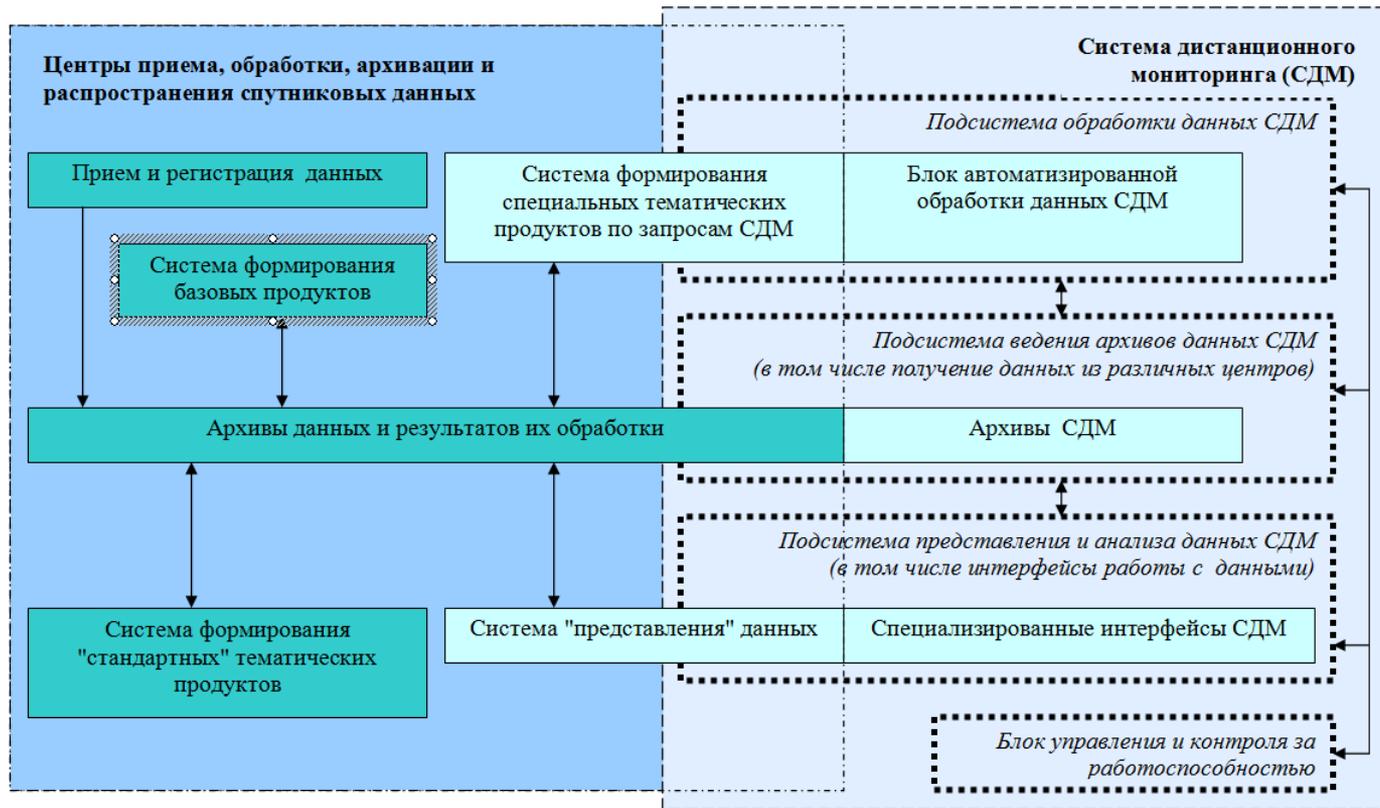
# Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

## Стадия 2



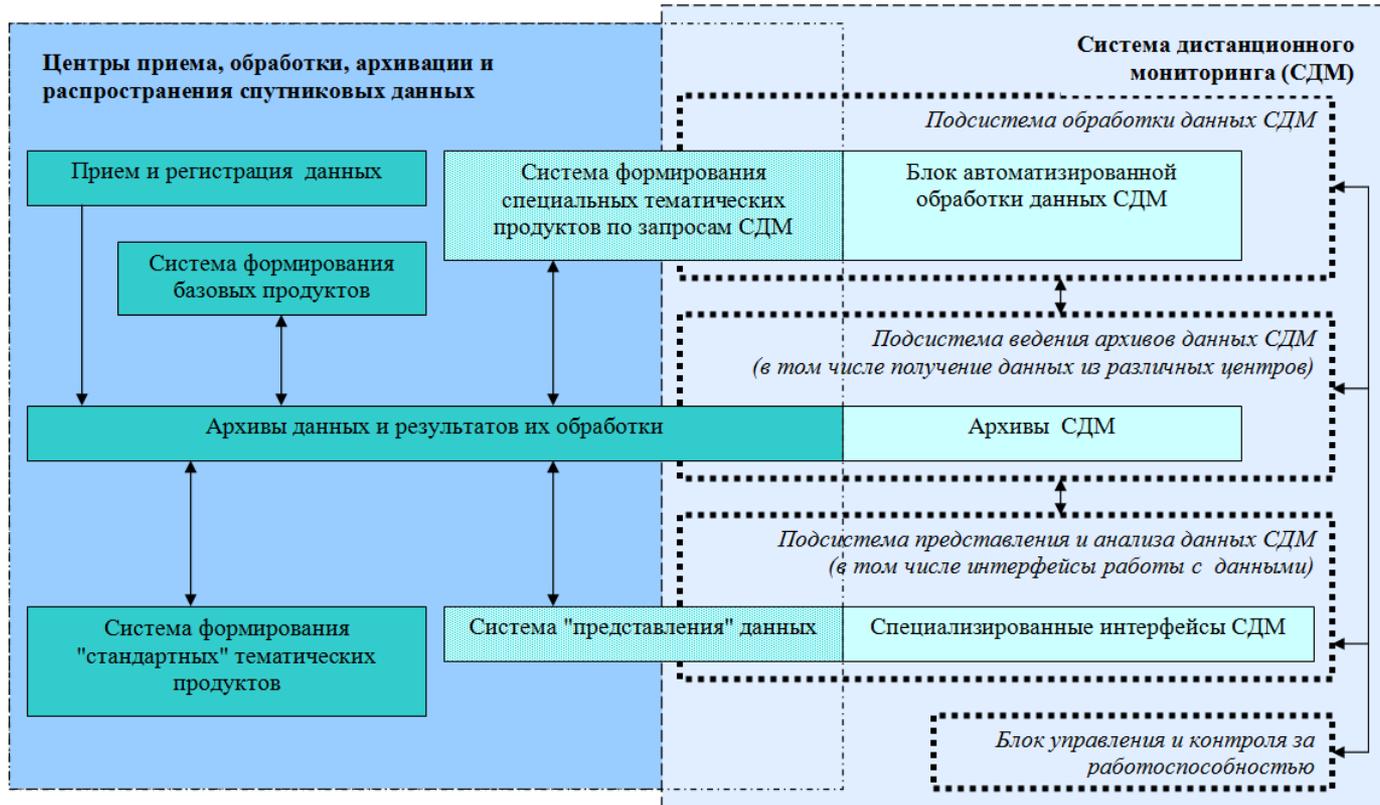
# Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

## Стадия 3



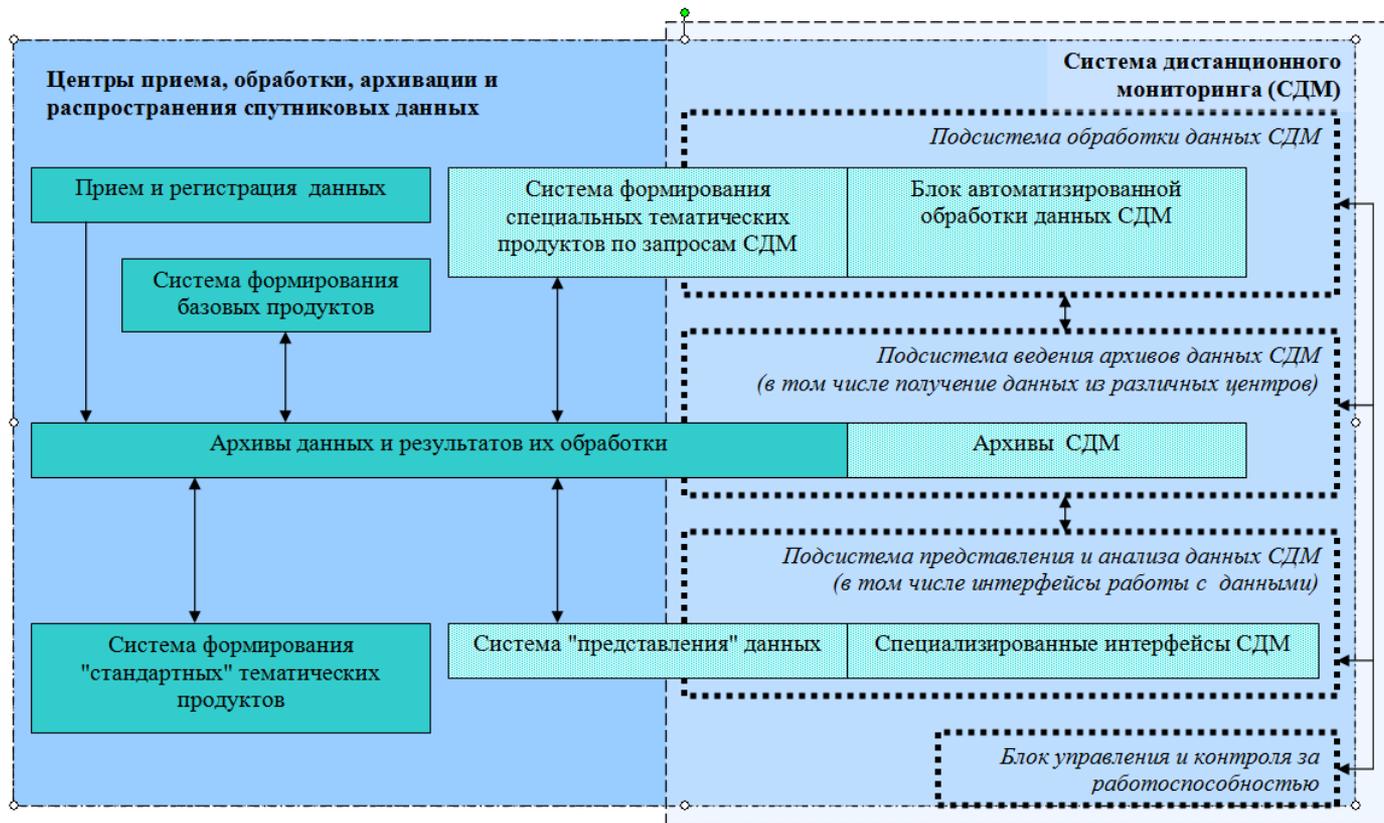
# Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

## Стадия 4



# Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

## Стадия 5

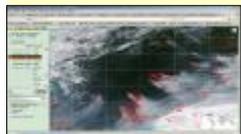


# Схемы построения информационных систем дистанционного мониторинга, применяемые в ИСДМ, разработанных ИКИ РАН



## 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 Sea The See

Система дистанционного изучения пограничных морей России (2012)



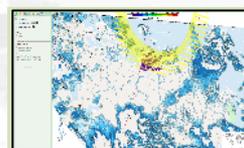
## ИС VolSatView

Система мониторинга вулканической активности на Камчатке и Курилах (2012)



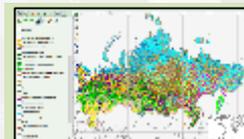
## ИС Vega-Geoglam

ИС развития глобальной системы мониторинга сельского хозяйства (2014)



## ИС Аврора-Арктика

СИС для поддержки исследований ионосферы в арктической зоне (2014)



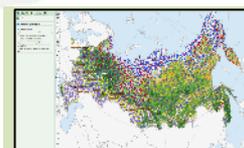
## ИС Vega-Лес

Система комплексного дистанционного мониторинга лесов России (2019)



## ИС ТКД СХМП

Система контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года (2020)



## ИАС «Углерод-Э»

СИС для мониторинга углерода в наземных экосистемах (2022)

***Значительную роль в последние годы при построении ИСДМ начали играть информационные сервисы, обеспечивающие предоставление информации на основе спутниковых данных и процедур ее анализа***



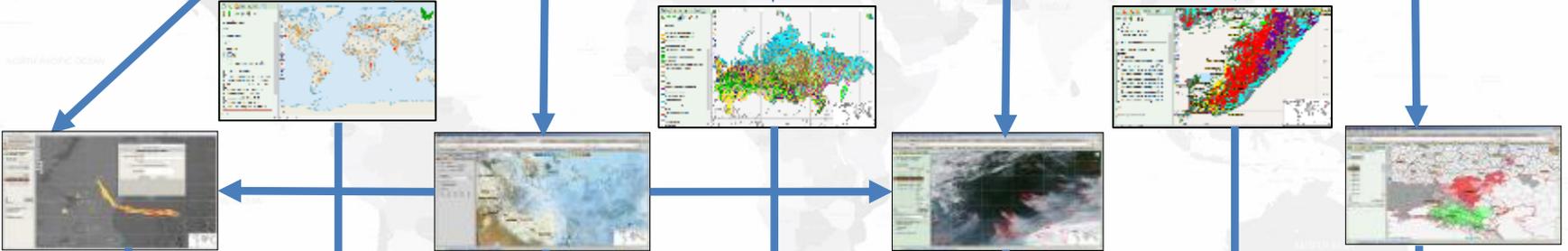
**«Информационный сервис» – это услуга, ориентированная на удовлетворение потребностей пользователей путем предоставления информационных продуктов и инструментов для работы с ними.**

# ИСДМ как источники сервисов (среда – взаимодействия ИСДМ)

ЦКП «ИКИ-Мониторинг»



Специализированные Информационные Системы



Пользователи



***ЦКП «ИКИ-мониторинг» как пример одной из систем, обеспечивающей представление информационных сервисов различным ИСДМ.***

# 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 распределенной обработки и анализа спутниковых данных с использованием ресурсов ЦКП «ИКИ-Мониторинг»
- Предоставление различным ИСДМ программных интерфейсов для доступа к спутниковым данным и результатам их обработки

# Основные технические характеристики ЦКП «ИКИ-МОНИТОРИНГ»

Около **6 ПБАЙТ** текущий общий объем архивов данных в онлайн-доступе

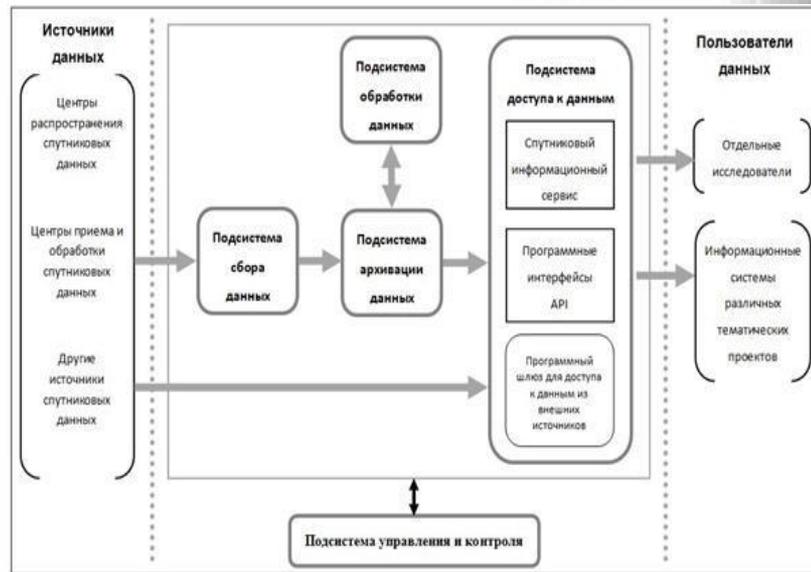
Около **7 ТБАЙТ/СУТКИ** скорость обработки и усвоения данных в архивах

Более **14 ПБАЙТ** общая доступная емкость хранения данных онлайн

Более **35 узлов** инфраструктуры виртуализации

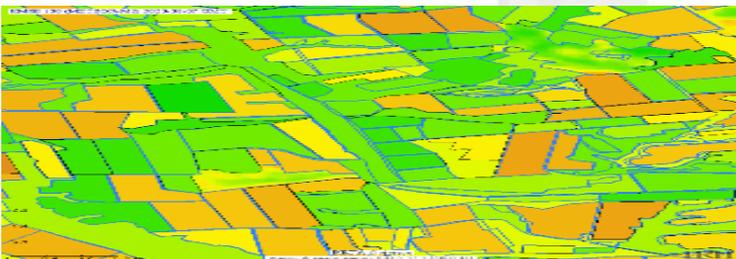
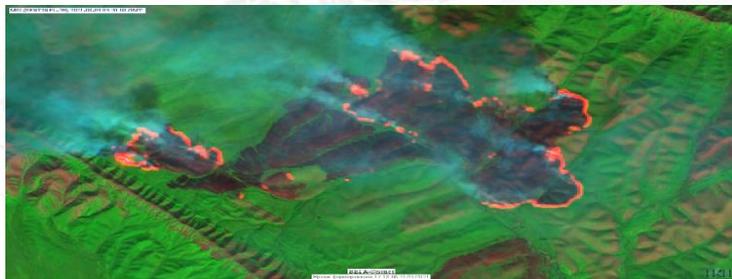
Более **110 СЕРВЕРОВ** обеспечивают доступ к данным

Более **300 СЕРВЕРОВ** для обработки данных



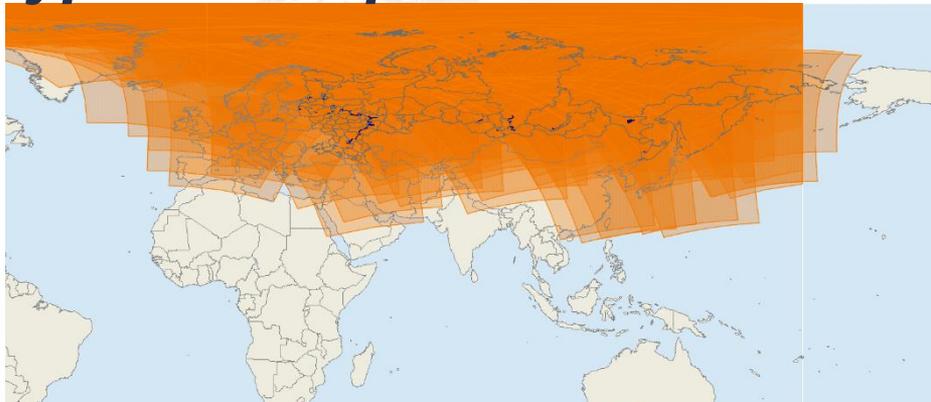
*информация приведена по состоянию на конец июня 2023 года*

# Примеры сервисов и продуктов, которые сегодня предоставляет ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

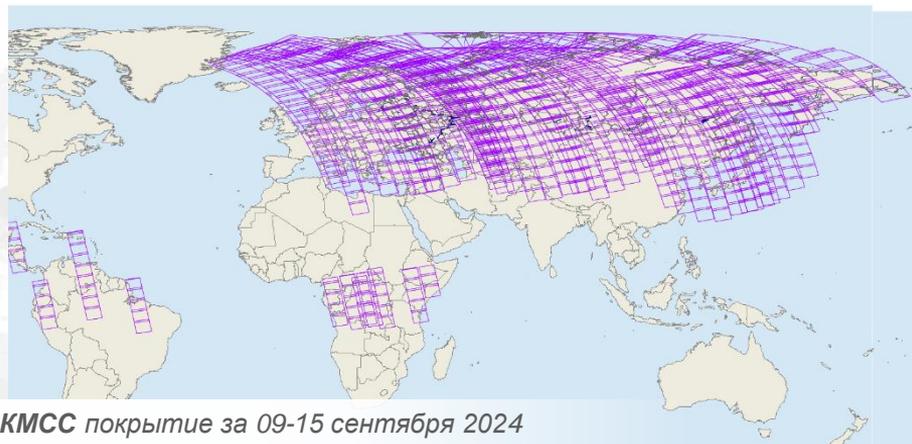


- Онлайн доступ к сверхбольшим архивам спутниковых данных (в том числе, API для работы картографических интерфейсов)
- Онлайн доступ к результатам тематической обработки (в том числе, API для работы картографических интерфейсов)
- Онлайн доступ к инструментам анализа данных, в том числе инструментам оперативного получения информации по различным объектам

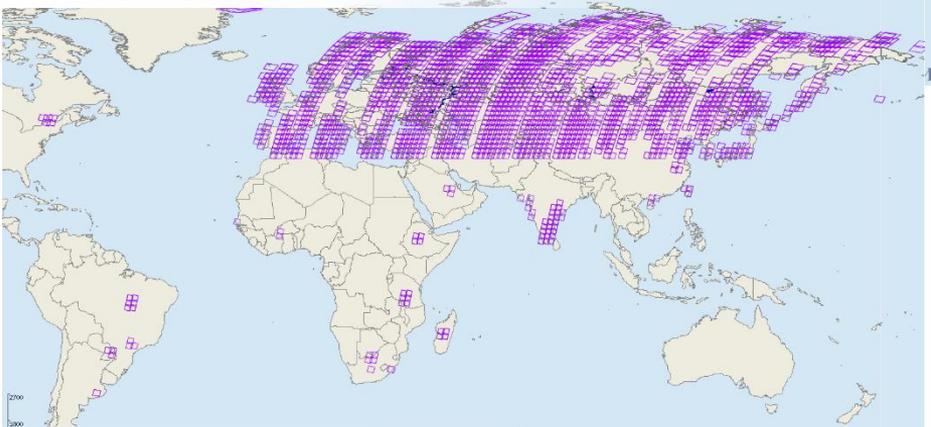
# Текущие зоны покрытия данными продуктов уровня обработки L1B



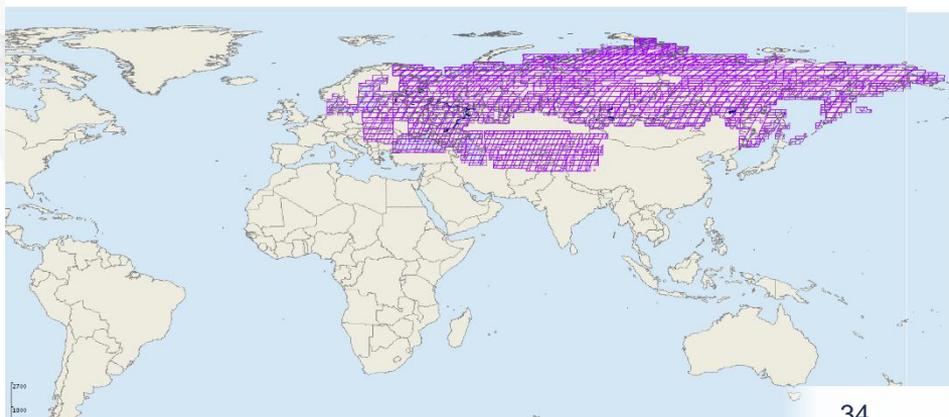
*VIIRS* покрытие за 15 сентября 2024



*KMCC* покрытие за 09-15 сентября 2024



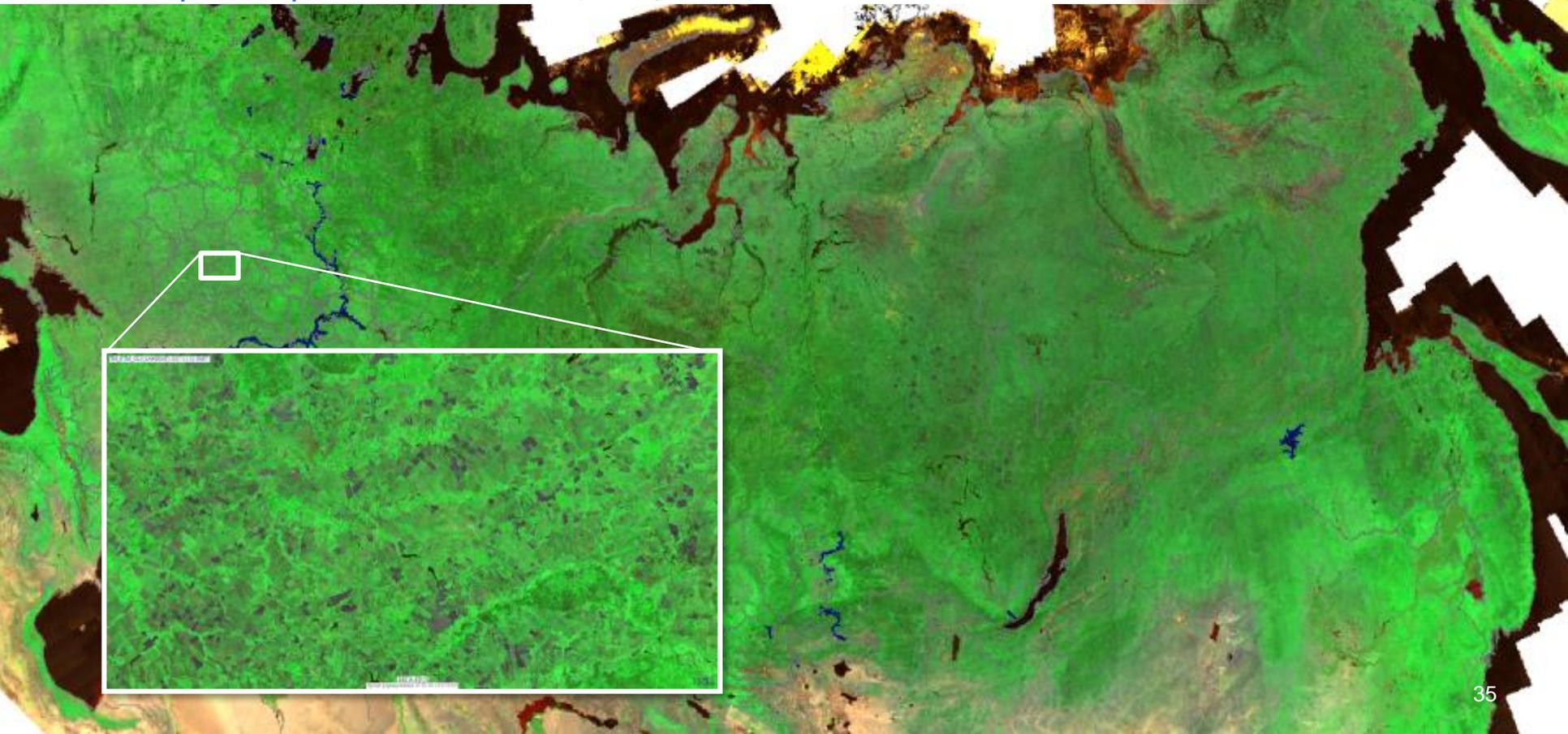
*LANDSAT* покрытие за 9-15 сентября 2024



*SENTINEL-2* покрытие за 9-15 августа 2024

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

Безоблачные композитные изображения разрешения 10-60 м.  
создаются за разные периоды наблюдений: сезон, месяц, неделя, день





# *Примеры использования информационных сервисов в работе ИСДМ*

# 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»

# 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

Сервисы предоставляются ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

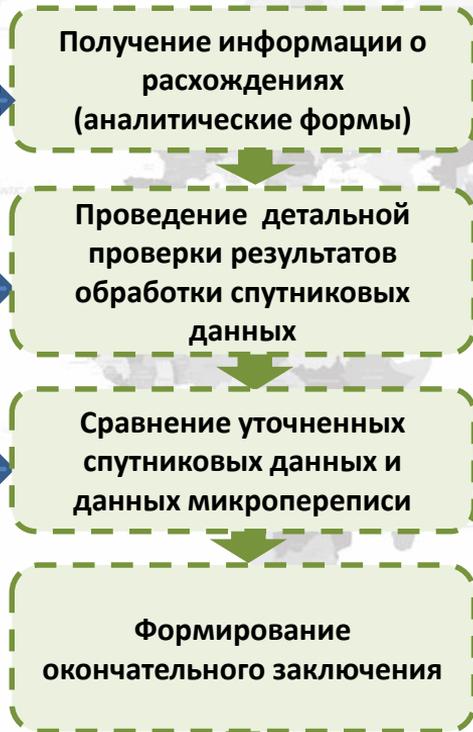
# Пример использования сервисов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» в технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи

<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

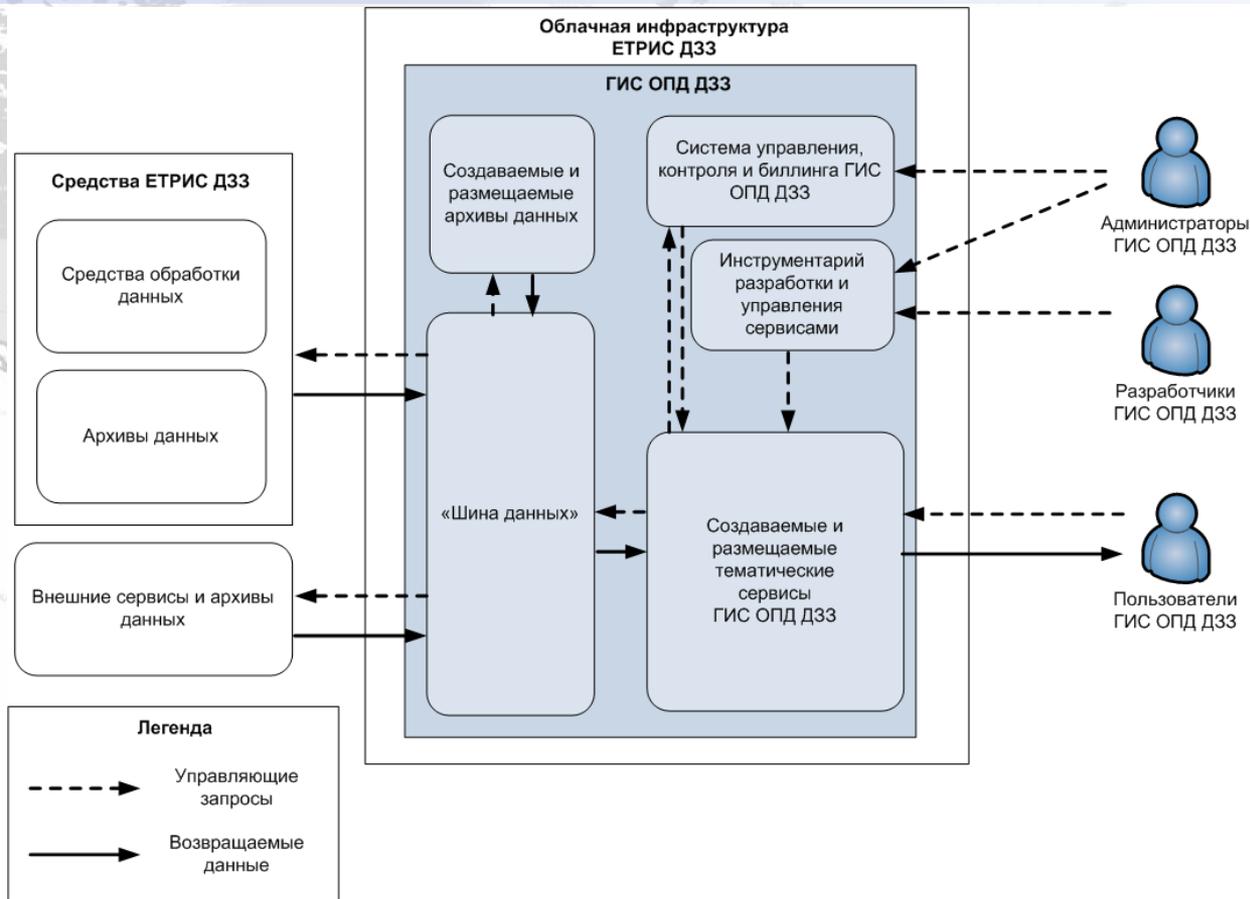
Итоговые заключения о расхождениях

# *Некоторые перспективы развития средств для построения ИСДМ*

## **Что может быть создано (о чем можно помечтать)**

- *Среда, обеспечивающая эффективное взаимодействие различных ИСДМ, которая максимально облегчит не только обмен информацией, но и использование различных информационных сервисов*
- *Среда для разработки и поддержки ИСДМ (не только техническая инфраструктура, но и информационная и программная среда, позволяющая быстро создавать новые ИСДМ)*

# Попытки создания среды разработки ИСДМ в рамках ЕТРИС ДЗЗ ( к сожалению неудачные)





ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
РАН

***Спасибо за внимание !***

***Отдел «Технологий  
спутникового  
Мониторинга»***

