

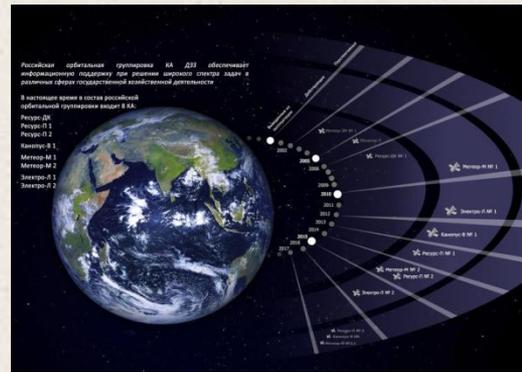


## **Проблемы поддержки и развития ЦКП «ИКИ-Мониторинг» - возможные направления решения**

*Прошин А.А., Лупян Е.А., Бурцев М.А., Балашов И.В., Радченко М.В., Сычугов И.Г.*  
Институт космических исследований Российской академии наук, Москва

Семнадцатая Всероссийская открытая конференция  
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"  
12 ноября 2019 года

# Развитие спутниковых систем ДЗЗ



**Растет количество космических аппаратов на орбите Земли.**

В настоящее время более 420, а по прогнозам Euroconsult к 2026 году будет более 1000.

**Существенно выросло качество и информативность данных ДЗЗ**

Из наблюдательных данные превратились в измерительные

**Наблюдается взрывной рост объемов спутниковых данных**

Объемы современных архивов спутниковых данных исчисляются петабайтами

# Развитие информационных технологий

## Современные WEB технологии

позволяют реализовать функционал, который раньше был доступен только в специализированных настольных приложениях



## Развитие сетевой инфраструктуры

позволяет получать большие объемы спутниковых данных по сети и использовать удаленные сервисы для работы с ними



## Развитие аппаратной инфраструктуры

позволяет хранить и обрабатывать сверхбольшие объемы спутниковых данных, а также проводить обработку данных «на лету»



## Новые подходы к обеспечению доступа к данным ДЗЗ

- Развитие информационных технологий позволило реализовать принципиально новые подходы к организации доступа к данным ДЗЗ, обеспечивающие эффективное коллективное использование ресурсов крупных центров данных
- На смену организации доступа к исходным спутниковым данным и отдельным тематическим продуктам, полученным на их основе, приходит предоставление многофункциональных информационных сервисов, позволяющих эффективно решать широкий круг задач без использования специализированного программного обеспечения и дорогостоящей локальной инфраструктуры
- Эффективная удаленная работа с данными сверхбольших распределенных архивов различных типов спутниковых данных открывает новые горизонты при решении различных научных и прикладных задач

## Создание ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

На основе представленных выше новых подходов к организации доступа к данным 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.

<http://ckp.geosmis.ru>

# **Текущие возможности ЦКП «ИКИ-Мониторинг»**

## Архивы ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

- В настоящее время архивы ЦКП «ИКИ-Мониторинг» содержат более чем 2,5 петабайта спутниковых данных
- Ежедневно в архивы поступает более 2 терабайт новых данных
- Архивы содержат многолетние ряды данных (наиболее ранние данные датируются 1984 годом)
- Данные более чем 35 приборов наблюдения, получаемые с более, чем 60 различных российских и зарубежных спутников.
- Благодаря договору о сотрудничестве пользователям центра также доступны архивы единой системы работы со спутниковыми данными ФГБУ «НИЦ «Планета»
- Также реализуется доступ к архивам ЕТРИС ДЗЗ

# Основные источники данных

## Зарубежные центры распространения данных

### USGS (США)

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

### LANCE (США)

AQUA  
TERRA

### ESA (Европа)

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

### VITO (Бельгия)

PROBA\_V

### NCAR (США)

Метеоданные NCEP

## Росгидромет (НИЦ «Планета»)

ЕЦ НИЦ «Планета» (Москва)

СЦ НИЦ «Планета» (Новосиб.)

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

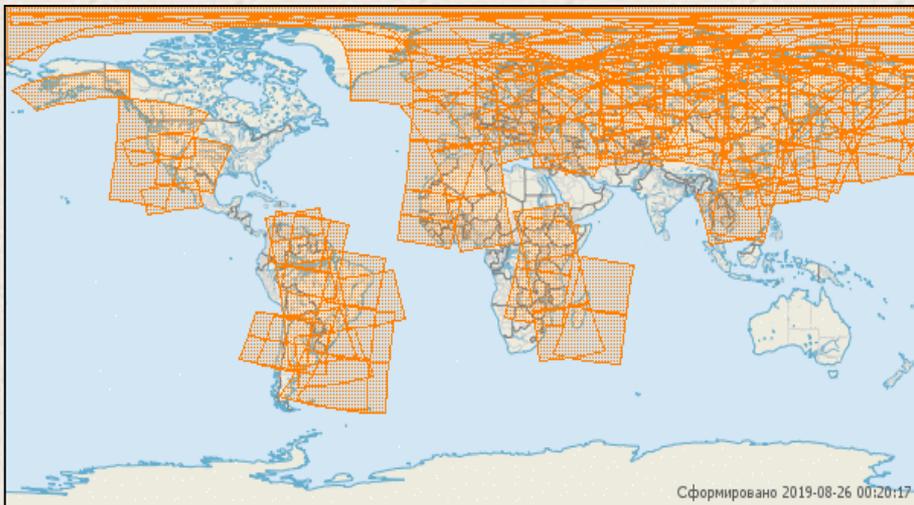
## ИКИ РАН (Москва)



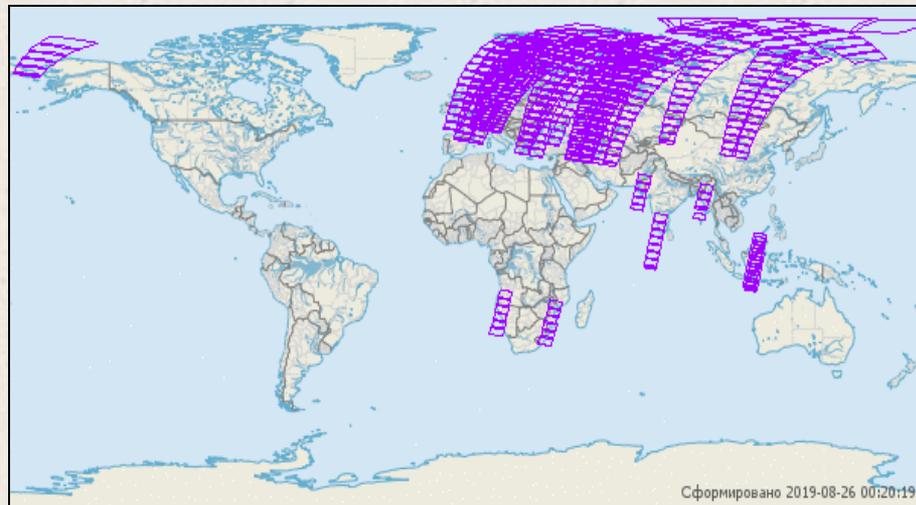
NOAA 18  
NOAA 19

Данные,  
загружаемые  
пользователями

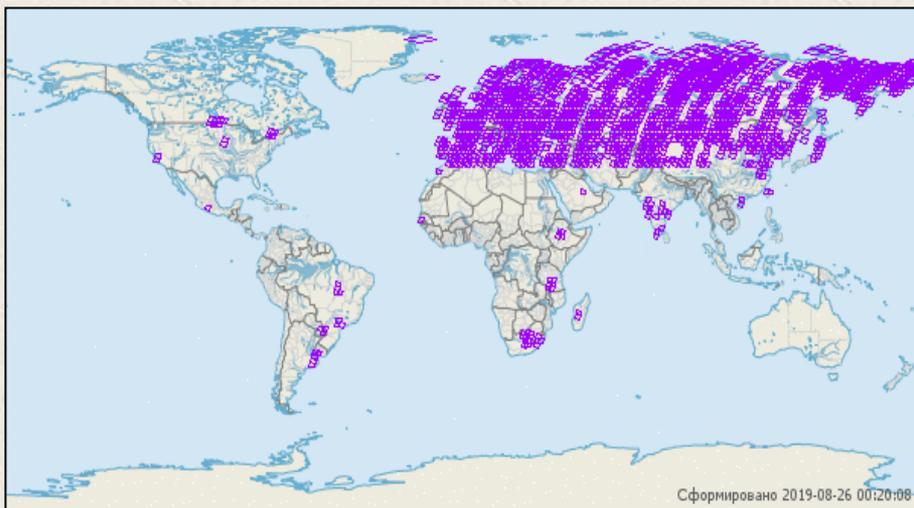
# Текущие зоны покрытия данными



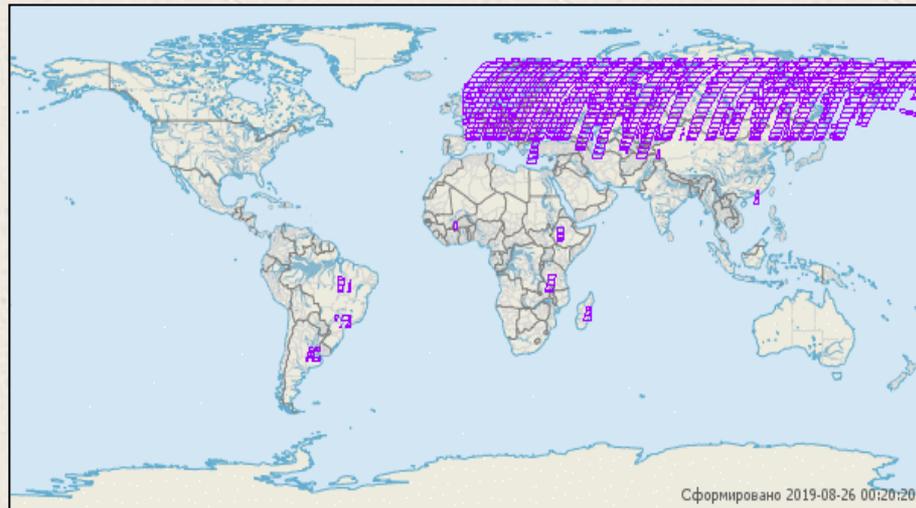
Modis



KMCC



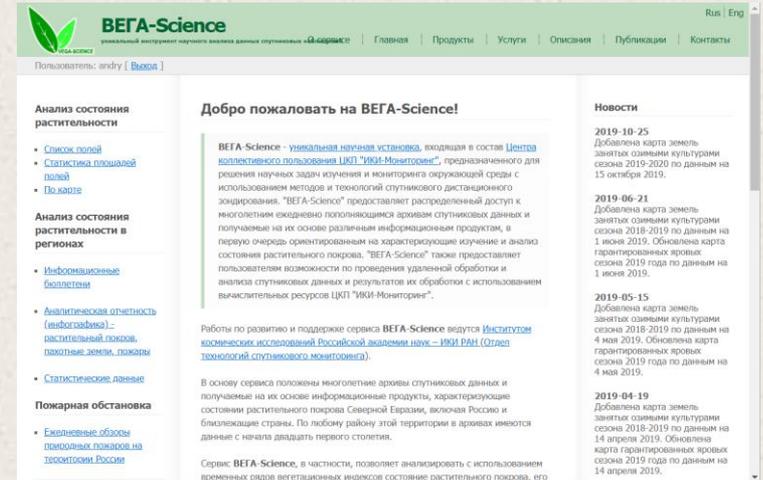
Landsat



Sentinel 2

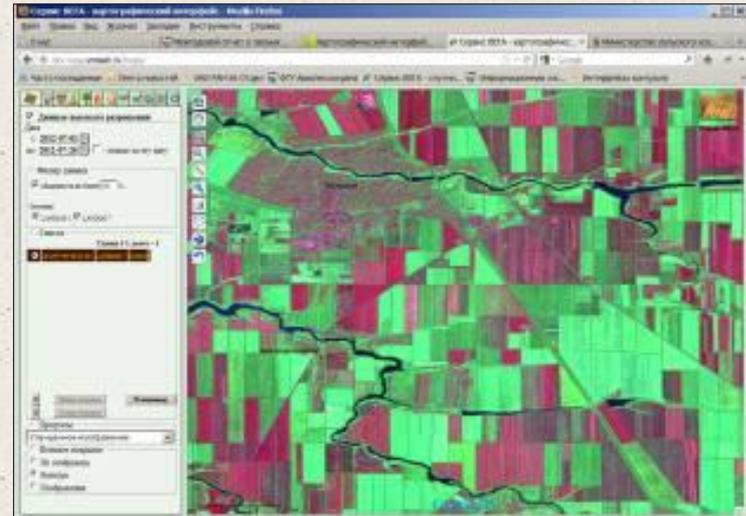
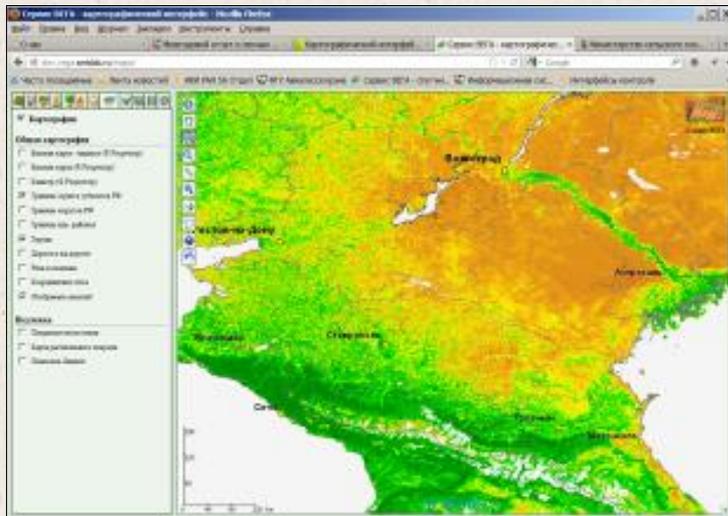
# Спутниковый сервис ВЕГА-Science

**ВЕГА-Science** – это уникальная научная установка, входящая в состав ЦКП «ИКИ-Мониторинг», обеспечивающая доступ к многолетним ежедневно пополняющимся архивам спутниковых данных и получаемым на их основе информационным продуктам, в первую очередь, ориентированная на изучение и анализ состояния растительного покрова.



The screenshot shows the BEGA-Science website interface. At the top, there is a logo and the text "ВЕГА-Science" followed by "уникальный инструмент научного анализа данных спутниковых". Navigation links include "Главная", "Продукты", "Услуги", "Описание", "Публикации", and "Контакты". A user login field shows "Пользователь: andry [ Выход ]". The main content area is titled "Добро пожаловать на BEGA-Science!" and contains several sections: "Анализ состояния растительности" with links for "Список полей", "Статистика полевой работы", and "Поиск"; "Анализ состояния растительности в регионах" with links for "Информационные бюллетени", "Аналитическая отчетность (информация) - растительный покров, пашенные земли, пожары", and "Статистические данные"; "Пожарная обстановка" with a link for "Ежегодные обзоры пашенных полей на территории России"; and a "Новости" section with three entries: "2019-10-25" (added field map), "2019-05-15" (updated field map), and "2019-04-19" (updated field map).

## Картографический WEB интерфейс

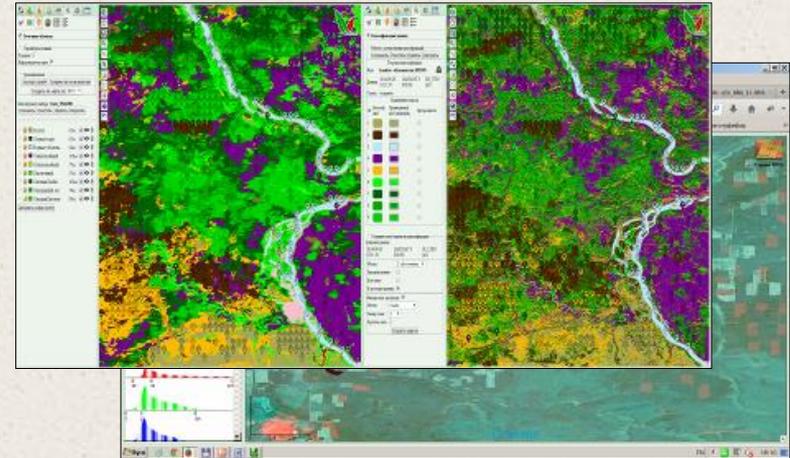


# Спутниковый сервис ВЕГА-Science

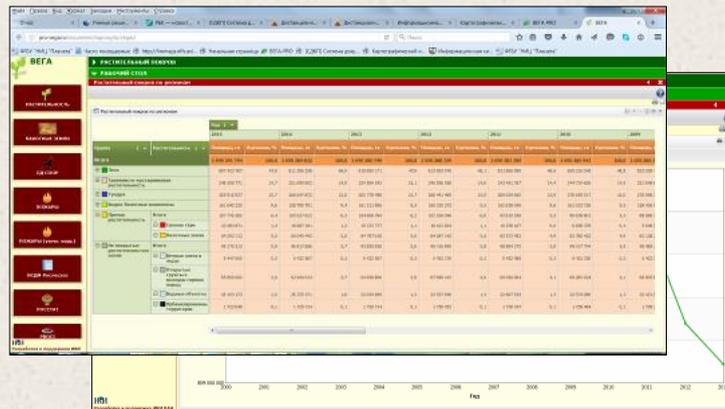
## Тематические продукты



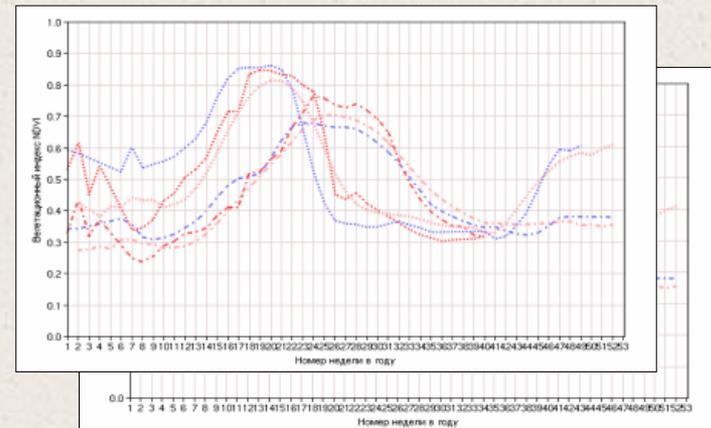
## Инструменты работы с данными



## Возможности анализа данных

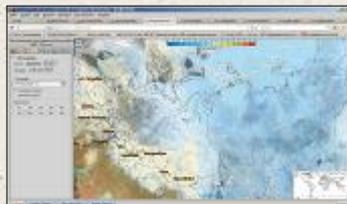


## Анализ временных рядов

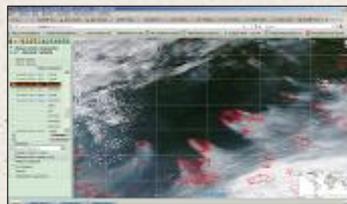


# Примеры ИС, использующих возможности ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

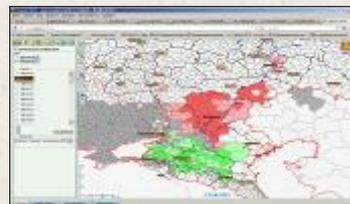
Система работы с данными дистанционного гидрометеорологического мониторинга  
(ИС НИЦ «Планета» Росгидромета)



Дистанционный мониторинг лесных пожаров и их последствий  
(ИСДМ-Рослесхоз)



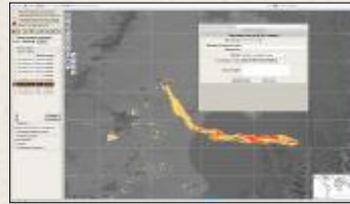
Система мониторинга водных биологических ресурсов  
(ОСМ Росрыболовства)



Система дистанционного контроля сельскохозяйственной переписи  
(МСКД ВСХД Росстат)



Система дистанционного агрометеорологического мониторинга  
(ИС Вега-Агрометеоролог)



Система комплексного дистанционного мониторинга лесов Приморского Края  
(ИС Вега-Приморье)

ИС развития глобальной системы мониторинга сельского хозяйства  
(ИС Вега-Geoglam)

Система дистанционного мониторинга сельскохозяйственной и лесной растительности  
(ИС Вега-Pro)

Система дистанционного изучения пограничных морей России  
(ИС Sea The See)

Система мониторинга вулканической активности на Камчатке и Курилах  
(ИС VolSatView)

## Позиции ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

**По объему доступных для работы данных (более 2,5 Пб)**

**Входит в десятку в мире**

**(после USGS, NOAA, GOOGLE, ESA, CNSA)**

**По данным в online –**

**Входит в пятерку в мире**

**(после USGS, NOAA, GOOGLE)**

**По возможностям инструментов online анализа данных**

**Конкурирует с передовыми мировыми системами**

**(отличается по подходу от GOOGLE EARTH ENGINE)**

**В настоящее время систему использует более**

**80 научных организаций**

# Проблемы поддержки и развития

Несмотря на достигнутые успехи, мы понимаем, что поддержка и развитие ЦКП «ИКИ-Мониторинг» за счет возможностей одной организации имеет существенные недостатки:

## ■ Ограниченность материальных ресурсов

Стремительное развитие спутниковых систем ДЗЗ приводит к экспоненциальному росту объемов поступающих в архивы спутниковых данных, для хранения и обработки которых требуется все больше дорогостоящего оборудования, для размещения которого также требуются материальные ресурсы

## ■ Ограниченность людских ресурсов

Силами одного коллектива, даже при наличии сотрудничества с другими организациями, проблематично наращивать возможности центра настолько быстро, чтобы в полной мере реализовать потенциал данных, получаемых с современных спутниковых систем ДЗЗ. Значительных людских ресурсов требует также поддержка бесперебойного функционирования постоянно растущего парка оборудования и программных систем

# Проблемы поддержки и развития

## ■ Проблемы устойчивости функционирования

Размещение всего оборудования на одной площадке является не самым надежным вариантом, т.к. в случае серьезного сбоя с оборудованием или сетью, ресурс оказывается полностью недоступным. Кроме того, в настоящее время, мы не в состоянии держать резервные копии данных, что является весьма желательным для действительно надежного хранения данных.

## ■ Ограниченная скорость доступа для региональных пользователей

Несмотря на постоянное развитие компьютерных сетей, скорость передачи данных по-прежнему ограничивает возможности по работе с объемными спутниковыми данными, особенно для территориально удаленных региональных центров.

## ■ Ограниченность тематики

Хотя мы сотрудничаем с большим количеством научных организаций мы не можем обеспечить полноценное развитие функциональных возможностей центра во всех сферах применения данных ДЗЗ

## Распределенная модель построения ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

На наш взгляд, наиболее перспективным направлением развития ЦКП «ИКИ-Мониторинг», позволяющим устранить вышеперечисленные недостатки, является переход на распределенную модель построения, ориентированную на развитие информационных узлов ЦКП в крупных научных и образовательных центрах, а также в центрах приема и обработки спутниковых данных.

Переход на такую модель развития в перспективе может позволить создать объединенный центр коллективного пользования, в поддержке и развитии которого будут участвовать различные научные и образовательные организации.

# Предполагаемые типы информационных узлов

В соответствии со спецификой решаемых задач могут быть реализованы следующие основные типы информационных узлов:

- Специализированные научные узлы
- Специализированные образовательные узлы
- Специализированные узлы усвоения данных

## Специализированные научные узлы

Предназначены для проведения научных исследований, выполняемых ведущими российскими и зарубежными научными группами и коллективами, в частности, для решения следующих задач:

- Мониторинг состояния окружающей среды
- Исследование атмосферных и климатических процессов
- Дистанционное исследование поверхности океана и ледяных покровов
- Применение данных ДЗЗ в задачах геологии и геофизики
- Дистанционное зондирование ионосферы

Использование научных узлов будет способствовать плодотворному сотрудничеству различных научных коллективов и способствовать междисциплинарным исследованиям.

Такой узел, в частности, мог бы быть развернут на базе ВЦ ДВО РАН в г. Хабаровске, что позволило бы привлечь к совместной работе многочисленные научные организации в этом регионе, уже имеющие опыт работы с ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

## Специализированные образовательные узлы

Предназначены для использования в различных образовательных программах и проектах и позволят обеспечить студентам доступ к спутниковым данным и к инструментам для работы с ними при выполнении практикумов, лабораторных работ, подготовки дипломных проектов и выполнения НИР. Определенный задел в этом направлении у нас уже есть, так как мы являемся базовой кафедрой Факультета космических исследований Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (<https://cosmos.msu.ru>), магистерская программа «Методы и технологии дистанционного зондирования Земли».

Использование образовательных узлов позволит в будущем получить высококвалифицированные научные кадры в различных областях знаний, владеющие навыками работы с данными ДЗЗ

## Специализированные узлы усвоения данных

Предназначены для сбора и обработки данных, поступающих с современных и перспективных российских и зарубежных спутников. Основными задачами таких узлов являются автоматизированная обработка поступающих со станций приема данных до уровня L1B, организация надежного их хранения и обеспечение эффективных механизмов доступа к ним, включая возможности их обработки и анализа в интерактивном режиме. Также на базе таких узлов можно было бы получать продукты и более высоких уровней обработки.

Отметим, что у нас имеется большой опыт плодотворного сотрудничества с центрами приема и обработки спутниковых данных ФГБУ «НИЦ «Планета» и мы, естественно, заинтересованы в наращивании их возможностей, одним из вариантов которого, является установка в этих центрах информационных узлов усвоения данных.

## Примерная комплектация информационного узла

Предположительно в состав информационного узла ЦКП «ИКИ-Мониторинг» должны входить следующие программные компоненты:

- Сервера хранения данных, суммарным объемом ~1 Пб
- 2 специализированных сервера для СУБД
- ~ 10 серверов обработки данных, включая сервера формирования изображений для работы картографического WEB-интерфейса

## Основные технологические решения

Планируется использование при реализации информационных узлов следующих технологий, разработанных в ИКИ РАН:

- Технология UNISAT для построения сверхбольших распределенных архивов спутниковых данных
- Технология построения параллельной многопоточковой обработки спутниковых данных
- Технология построения распределенной обработки спутниковых данных, на базе которой реализуются интерактивные инструменты для анализа и обработки спутниковых данных
- Технология GEOSMIS, предназначенная для разработки сложных картографических WEB интерфейсов
- ПО для обеспечения надежной бесперебойной работы всех компонент программно-аппаратного комплекса, функционирующее в рамках системы документирования и контроля проектов (СДКП)

## Преимущества распределенной модели построения ЦКП

- Усиление интеграции различных научных коллективов, повышающее эффективность проведения исследований. Участие специалистов различных организаций в развитии возможностей центра
- Активное использование возможностей ЦКП «ИКИ-Мониторинг» в образовательных программах, подготовка квалифицированных специалистов
- Повышение эффективности работы центров сбора и обработки спутниковых данных
- Использование инфраструктуры информационных узлов, позволяющее нарастить ресурсы для хранения и обработки спутниковых данных, доступные всем пользователям центра коллективного пользования
- Оптимальный доступ к данным для региональных пользователей. Возможность проведения обработки данных по месту их расположения.



Спасибо за внимание