

***Программа магистратуры «Методы и технологии дистанционного зондирования Земли» факультета космических исследований МГУ им М.В. Ломоносова.***

*Лупян Е.А., Бурцев М.А., Сазонов В.В.*

*Институт Космических Исследований РАН  
Факультет Космических Исследований МГУ им М.В. Ломоносова*

**Двадцать вторая международная конференция  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»  
14 ноября 2024, ИКИ РАН, Москва**

## **История создания**

***В 2017 году был создан факультет космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (ФКИ МГУ).***

В рамках создания факультета научный руководитель (Соловьев В.А) и декан (Сазонов В.В) ФКИ МГУ предложили Институту космических исследований РАН (ИКИ РАН) создать на факультете программу, ориентированную на подготовку специалистов в области дистанционного зондирования Земли из космоса.

ИКИ РАН совместно с ФКИ МГУ была разработана программа магистратуры «Методы и технологии дистанционного зондирования Земли»

На ФКИ МГУ была открыта кафедра Технологий дистанционного зондирования (заведующий кафедрой Лупян Е.А.)

В 2017 году на программу магистратуры «Методы и технологии дистанционного зондирования Земли» поступили первые студенты.

## ***Основная задачи программы***

Обеспечить подготовку специалистов, способных:

- **проводить обработку и анализ данных ДЗЗ (в том числе долговременных рядов наблюдений)** для изучения и мониторинга различных природных и антропогенных процессов, явлений и объектов;
- **разрабатывать методы и программные комплексы автоматизированной обработки данных** современных и перспективных систем ДЗЗ;
- **создавать и внедрять автоматизированные системы** сбора, обработки, архивации и представления данных ДЗЗ, обеспечивающих работу со сверхбольшими объемами информации;
- **формировать требования к перспективным спутниковым системам**, обеспечивающим ведение дистанционного мониторинга различных природных и антропогенных процессов, явлений и объектов;
- **создавать, внедрять и поддерживать информационные системы дистанционного мониторинга**

## Кто в основном поступает на программу

Распределение по специальностям бакалавриата  
(статистика по студентам, защитившим диплом):

- Прикладная математика 69%
- Математика 6%
- Физика 19%
- **Дистанционное зондирование 6%**

В первые годы в основном были студенты, окончившие бакалавриат МГУ им М.В. Ломоносова. Также обучаются студенты, окончившие бакалавриат в МАИ, МГТУ им. Баумана, Кубанском университете, Новосибирском университете, ВШЭ, Калужском университете и др.

## Основные тематические курсы

- *Общая физика и волновые процессы (А.Ю. Чикишев)*
- *Дополнительные главы физики (А.П. Шкуринов)*
- *Физические основы работы систем ДЗЗ (В.Н. Аксенов)*
- *Обработка и распознавание изображений (С.А. Гладилин)*
- *Устройство и оборудование космических аппаратов (С.В. Соловьев)*
- *Космическое картографирование (М.В. Зимин)*
- *Системы ДЗЗ: задачи, возможности и особенности (В.П. Саворский)*
- *Методы дистанционного зондирования водных объектов (О.Ю. Лаврова)*
- *Методы дистанционного зондирования растительного покрова (С.А. Барталев)*
- *Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга (Е.А. Лупян)*

A faint world map is visible in the background, showing continents and oceans. The map is centered on the Atlantic Ocean and includes labels for various regions and oceans such as 'ARCTIC OCEAN', 'NORTH ATLANTIC OCEAN', 'EUROPE', 'RUSSIA', 'UNITED STATES', 'BRAZIL', 'AFRICA', 'ASIAN OCEAN', 'AUSTRALIA', 'SOUTH ATLANTIC OCEAN', 'SOUTH PACIFIC OCEAN', and 'SOUTHERN OCEAN'.

# ***Кратко о некоторых тематических курсах***

# Курс «Системы ДЗЗ: задачи, возможности и особенности» (В.П. Саворский)

## Обзорный курс о действующих системах дистанционного зондирования Земли из космоса, решаемых ими задачах, возможностях и особенностях их применения в научных и прикладных исследованиях природных ресурсов

### Задачи курса

#### Дать магистранту представления о:

- истории создания спутниковых систем ДЗЗ;
- общих принципах построения современных спутниковых систем ДЗЗ;
- физических принципах, на которых построены современные приборы наблюдения Земли из космоса;
- возможностях и особенностях применения современных приборов наблюдения Земли из космоса;
- основных областях применения современных спутниковых систем ДЗЗ;
- возможностях действующих и перспективных спутниковых систем ДЗЗ;
- российских системах ДЗЗ, в т. ч. о перспективных планах их развития в соответствии с Федеральной космической программой.

#### Научить магистранта:

- проводить анализ задач и требований, предъявляемым к конкретным научным и прикладным системам ДЗЗ;
- осуществлять выбор оптимальных решений для применения комплексов современных приборов наблюдения Земли из космоса для их применения в конкретной предметной области;
- осуществлять планирование, проектирование и разработку схем применения современных систем ДЗЗ для решения целевых задач

#### Дать магистранту необходимые знания и навыки для:

- самостоятельной постановки;
- анализа;
- решения различных научных и прикладных задач, связанных с организацией дистанционного мониторинга различных природных и антропогенных объектов.

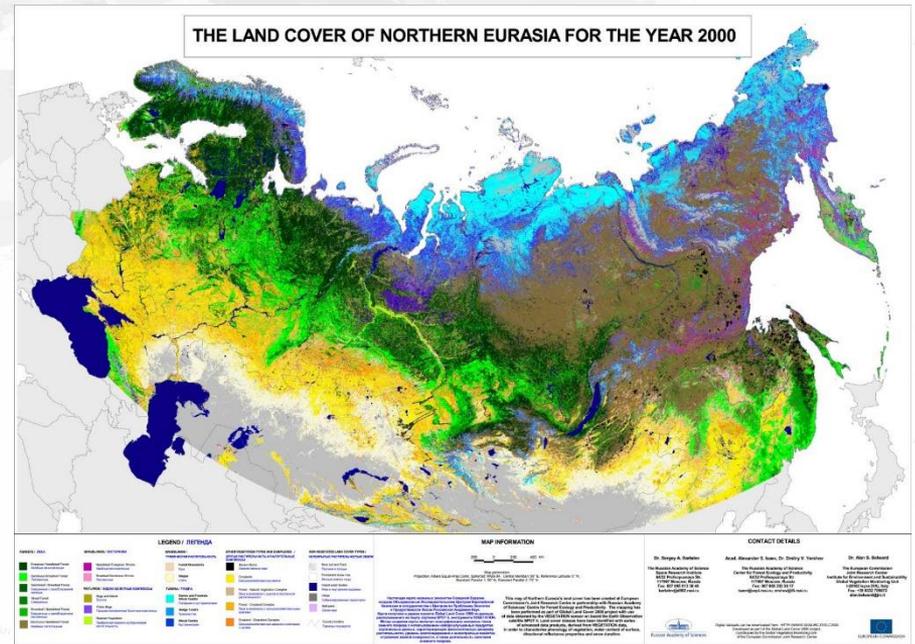
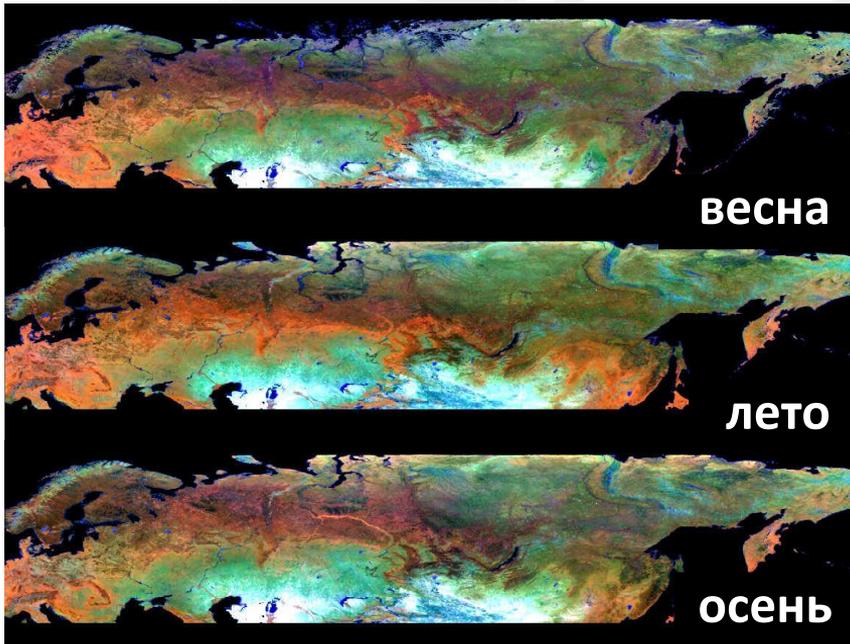
### Программа лекций

- 1) История создания спутниковых систем ДЗЗ
- 2) Общие принципы построения современных систем ДЗЗ
- 3) Основные возможности и особенности современных спутниковых систем наблюдения Земли
- 4) Физические принципы и особенности построения систем наблюдения Земли в видимом и ближнем ИК диапазонах
- 5) Физические принципы и особенности построения систем наблюдения Земли теплового ИК диапазона
- 6) Физические принципы и особенности построения гиперспектральных систем наблюдения Земли
- 7) Физические принципы и особенности построения радиолокационных систем наблюдения Земли
- 8) Физические принципы и особенности построения СВЧ радиометрических систем наблюдения Земли
- 9) Области применения, современных систем ДЗЗ – исследования суши
- 10) Области применения, современных систем ДЗЗ – исследования суши (продолжение)
- 11) Области применения, современных систем ДЗЗ – исследования морской поверхности
- 12) Области применения, современных систем ДЗЗ – исследования атмосферы (включая гидрометеорологию)
- 13) Области применения, современных систем ДЗЗ – опасные природные явления
- 14) Области применения, современных систем ДЗЗ – исследования глобальной и региональной многолетней изменчивости
- 15) Возможности действующих и перспективных зарубежных спутниковых систем ДЗЗ (в том числе основные тенденции);
- 16) Возможности действующих и перспективных спутниковых российских систем ДЗЗ (в том числе перспективные планы в соответствии с Федеральной космической программой)



# Курс «Методы дистанционного зондирования растительного покрова» (С.А. Барталев с коллегами)

Курс посвящен знакомству с подходами и методами использования возможностей современных систем дистанционного зондирования Земли для изучения и мониторинга растительного покрова

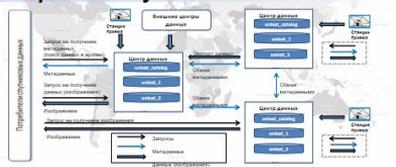


# Курс: «Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга» (Е.А. Лупян с коллегами)

## Лекции 2 и 3. Организация получения спутниковых данных в современных системах спутникового мониторинга

- Современные источники спутниковых данных (центры приема, центры архивации и представления данных)
- Возможности различных центров (USGS, центр ESA, ЕТРИС ДЗЗ и др.)
- Современные особенности организации автоматического получения данных
- Построение систем автоматической загрузки данных
- Организация онлайн доступа к данным

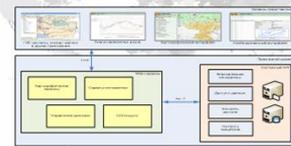
## Лекции 4 Технологии ведения сверхбольших распределенных архивов спутниковых данных



## Лекция 5 Технология построения систем потоковой обработки данных

- Уровни обработки спутниковых данных (принятая классификация)
- Обзор наиболее распространенного ПО обработки спутниковых данных
- Перечисляющая обработка данных
- Примеры организации тематической обработки данных (в том числе анализ временных серий)
- Построение и управление распределенными системами потоковой обработки данных

## Лекции 6-7 Построение интерфейсов распределенной работы с пространственными данными



## Лекция 8 Технологии построения инструментов распределенной онлайн обработки спутниковых данных



## Лекция 9 Технология построения блоков контроля и управления системами дистанционного мониторинга

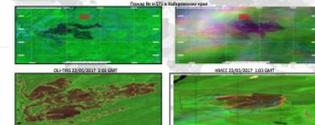
- Цель контроля, принципы, особенности
- Структура системы контроля работоспособности
- Основные виды проверок для контроля работоспособности
- Безопасность и управление доступом к данным

## Лекция 10 Система работы с данными центров приема НИЦ «Планета» Росгидромета



<http://moscow.planeta.smislab.ru/>

## Лекция 11 Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Росдесхоз)



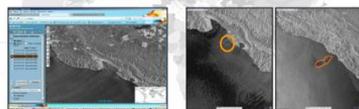
<http://nfc.aviales.ru>

## Лекция 12 Отраслевая система мониторинга Рыболовства

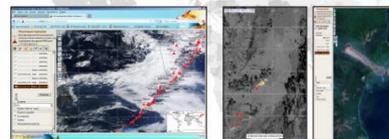


<http://ocean.smislab.ru>

## Лекция 13 Спутниковый сервис See The Sea



## Лекция 13 Информационная система дистанционного мониторинга вулканов Камчатки и Курилы



<http://volcanoes.smislab.ru>

## Лекция 14

Возможности и особенности построения ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

Тенденции развития технологий построения систем дистанционного мониторинга

# Лабораторные и практические работы с данными ДЗЗ (Примеры работ)

## **«Методы дистанционного зондирования растительного покрова Земли»:**

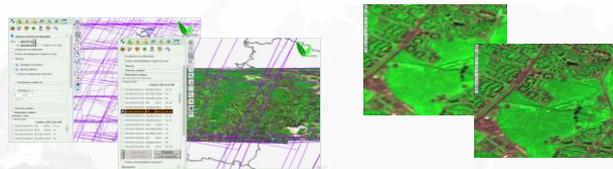
- Определение спектральных свойств растительности
- Выявление вырубок с использованием разновременных изображений
- Картографирование пожаров на основе кластерного анализа
- Картографирование типов наземных экосистем на основе классификации с обучением
- Картографирование породного состава лесов на основе классификации с обучением
- Картографирование запасов стволовой древесины на основе классификации с обучением

## **«Применение сервиса спутникового мониторинга BEGA-Science для решения задач сельского хозяйства»:**

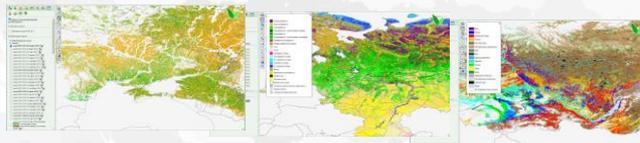
- Интерактивное выделение границ используемой пашни с применением векторного редактора
- Автоматизированное выделение границ используемой пашни с применением инструмента сегментации
- Выделение участков современного и ретроспективного использования пахотных земель на основе анализа внутрисезонной динамики индекса NDVI с применением алгебры изображений
- Анализ внутрисезонной динамики сельскохозяйственных культур по спутниковым изображениям и временным портретам вегетационных индексов
- Распознавание сельскохозяйственных культур с применением инструмента классификации

# Лабораторные и практические работы с данными ДЗЗ (Вега-Science как основа для выполнения)

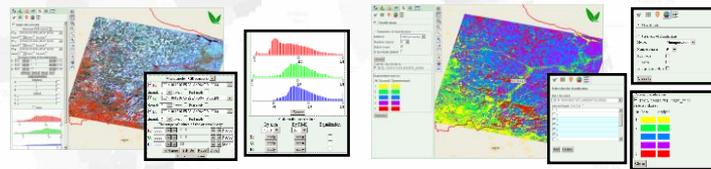
(I) Большие, постоянно пополняющиеся архивы данных более чем 50 спутниковых систем



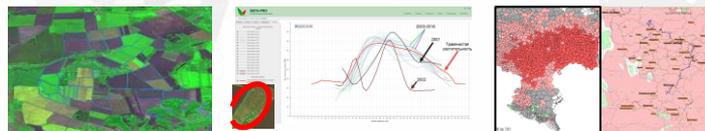
(II) Результаты обработки спутниковых данных



(III) Базовые инструменты работы со спутниковыми данными



(IV) Созданные для решения конкретных задач функции, включая уникальные



(V) Инструменты анализа результатов обработки спутниковых данных



## **Некоторые особенности реализации программы**

- **Базовые курсы и классические тематические курсы на основе ФКИ**
- **Специальные тематические курсы и лабораторные работы на базе ИКИ РАН (ежегодно обновляются)**
- **Курсовые работы и практика на базе ИКИ РАН**
- **Поддерживается очный и распределенный формат**
- **Доступны записи всех тематических лекций и семинаров**
- **Обязательное участие в школах молодых ученых**

## Основные направления курсовых и дипломных работ

- **Разработка алгоритмов автоматизированной обработки данных 16%**
- **Создание элементов информационных систем дистанционного мониторинга 40%**
- **Разработка новых подходов обработки данных дистанционного зондирования 24%**
- **Исследование различных процессов и явлений с использованием данных ДЗЗ 20%**

## **Примеры магистерских диссертаций, которые были защищены**

**Мухамеджанов Ильдар**

**Разработка специализированной системы дистанционного мониторинга водных ресурсов Узбекистана**

**Дмитрий Лозин**

**Исследование связи энергетических характеристик горения с повреждениями лесного покрова с использованием технологий дистанционного зондирования Земли из космоса**

**Якушева Анна**

**Развитие и реализация алгоритмов компьютерного зрения для восстановления характеристик тропических циклонов по данным спутниковых наблюдений Земли**

**Сычков Александр**

**Разработка метода оценки и предварительного прогноза урожайности озимой пшеницы по данным дистанционного зондирования Земли с использованием нейросетей**

## **Публикационная активность, участие в конференциях и конкурсах**

**Статей - более 25**

**Всего публикаций – более 100**

**Докладов на конференциях – около 80**

**Студенты и выпускники становились победителями конкурсов молодых ученых, в том числе на конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»**

**В 2024 году аспирант ФКИ МГУ им. М.В. Ломоносова Дмитрий Лозин вышел в финал IX Всероссийского конкурса НИР студентов и аспирантов в разделе «Науки о Земле, экология и рациональное природопользование»**

## Некоторая статистика

Год набора-выпуска	Поступило (в т.ч. иностранцев)	Выпустилось (в т.ч. иностранцев)	% защитившихся от поступивших (в т.ч. иностранцев)
2017-2019	20 (5)	15 (3)	75 (60)
2018-2020	14 (3)	8 (0)	57(0)
2019-2021	5 (1)	2 (0)	40(0)
2020-2022	2 (0)	1 (0)	50(0)
2021-2023	9 (2)	6 (2)	67(100)
2022-2024	8 (3 )	5 (2)	63 (67)
2023-2025	12 (6)	9(3)	75(50)
2024-2026	14 (7)		
<b>Всего выпустились</b>	<b>58(14)</b>	<b>37(7)</b>	<b>64(50)</b>

**Работает по специальности и/или учится в аспирантуре 11 выпускников  
35% от окончивших магистратуру (37% для российских выпускников)**

# Что нас волнует

- **Неопределенность с судьбой магистерских программ**
- **Одна базовая организация (сегодня студенты выполняют курсовые, проходят практику и защищаются только ИКИ РАН)**



**Спасибо за внимание !**

*Контактная информация:*

*Лузян Евгений Аркадьевич  
e-mail: [evgeny@smis.iki.rssi.ru](mailto:evgeny@smis.iki.rssi.ru)  
тел. +7 916 124 71 49*