

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Решение практических задач экологии с использованием данных дистанционного зондирования Земли

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экология и управление окружающей средой

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Мухарамова С.С. (кафедра моделирования экологических систем, отделение экологии), Svetlana.Mukharamova@krfu.ru ; ведущий научный сотрудник, д.н. (профессор) Савельев А.А. (Учебно-научная лаборатория Центр агро- и экобиотехнологий, Институт экологии и природопользования), Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8	Способен использовать программные продукты и цифровые технологии анализа пространственных данных и моделирования природных процессов при решении задач экологии и природопользования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

методы, применяемые при автоматизированной обработке и анализе данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) из космоса в целях мониторинга окружающей среды.

Должен уметь:

самостоятельно выбирать ДДЗЗ, подходящие для решения задач мониторинга окружающей среды, выбирать и применять методы их обработки и анализа, выбирать и применять программные средства, реализующие эти методы.

Должен владеть:

навыками работы с компьютерными программами, реализующими различные методы обработки и анализа ДДЗЗ.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.12.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 "Экология и природопользование (Экология и управление окружающей средой)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 49 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 32 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 23 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)	8	4	0	0	0	8	0	3

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Интерпретация данных ДЗЗ	8	6	0	0	0	12	0	10
3.	Тема 3. Использование данных ДЗЗ для решения практических задач	8	6	0	0	0	12	0	10
	Итого		16	0	0	0	32	0	23

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)

Физические основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) Основы дистанционного зондирования. Извлечение информации из изображений, полученных дистанционным путем. Спектральные составляющие изображений ДЗЗ. Спектральные сигнатуры. Системы дистанционного зондирования Земли. Оптические системы. Формирование изображений из нескольких сенсоров. Формирование многоканальных изображений. Системы отображения ДДЗЗ. Системы хранения ДДЗЗ. Модели излучения в оптическом диапазоне. Видимый и ближний инфракрасный диапазон. Солнечная радиация. Компоненты излучения. Отраженное излучение при прямом отражении от поверхности. Отраженное излучение, рассеянное атмосферой. Рассеянная атмосферой компонента. Суммарная солнечная радиация на сенсоре. Примеры изображений в видимом диапазоне. Затенение рельефом. Дымка и облачность. Атмосферная коррекция. Средневолновое и тепловое излучение. Тепловое излучение. Компоненты теплового излучения. Излучение поверхности. Отраженное поверхностью, излученное атмосферой. Суммарная излученная радиация на сенсоре. Суммарная солнечная и тепловая восходящая радиация. Примеры изображений в термальном диапазоне.

##### Тема 2. Интерпретация данных ДЗЗ

Интерпретация данных ДЗЗ Модели сенсоров. Общее представление о модели сенсора. Пространственное и спектральное разрешение. Спектральный отклик. Выборка и квантизация. Геометрические искажения (дисторсия). Модели положения сенсора. Модели ориентации сенсора. Модели сканирования. Модель Земли. Геометрия сканера (сенсор из одного пикселя). Геометрия сканера (линейка сенсоров). Топографическая дисторсия. Характеристики изображений. Выборка данных. Одномерные статистики изображений. Гистограмма. Кумулятивная гистограмма. Статистические параметры распределения. Многомерные статистики изображения. Спектральные преобразования. Пространство характеристик. Мультиспектральные отношения. Вегетационные индексы. Примеры изображений. Главные компоненты. Стандартизованные главные компоненты. Преобразование "шапочка с кисточкой". Увеличение контраста. Линейное преобразование гистограммы. Нелинейное преобразование гистограммы. Нормализация гистограммы. Приведение к образцу. Использование порога (бинаризация).

##### Тема 3. Использование данных ДЗЗ для решения практических задач

Использование данных ДЗЗ для решения практических задач Регистрация и слияние изображений. Основы регистрации. Автоматический поиск GCP. Корреляция областей. Связь с пространственной статистикой. Другие характеристики изображения для регистрации. Орторектификация (ортофотопланы). Слияние нескольких изображений. Слияние в пространстве характеристик. Слияние в пространственной области. Повышение пространственного разрешения. Примеры слияния изображений. Использование данных ДЗЗ для мониторинга природных систем. Программы ДЗЗ низкого и среднего разрешения и использование их результатов. Программы ДЗЗ низкого и среднего разрешения и

использование их результатов. Использование данных ДЗЗ для мониторинга глобальных изменений и использование их результатов.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

КонсультантПлюс - [http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&utm\\_csourse=online&utm\\_cmedium=button](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&utm_csourse=online&utm_cmedium=button)

Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

01 Сайт специалистов в области ГИС и ДЗЗ - <http://gis-lab.info/>

02 Сайт ИТЦ СканЭкс - <http://www.scanex.com>

03 Сайт геологической службы США - <http://www.usgs.gov/>

04 Сайт космической программы Landsat - <http://landsat.gsfc.nasa.gov>

05 Сайт космической программы MODIS - <http://modis.gsfc.nasa.gov/>

06 Сайт компании ?Совзонд? - <https://sovzond.ru/>

07 Сайт программы Copernicus - <https://www.copernicus.eu/en>

08 Работа с растровыми данными в R: rgdal - <http://gis-lab.info/qa/rgdal.html>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
лабораторные работы	В ходе лабораторных работ и при подготовке к ним: -Познакомиться с рекомендуемой преподавателем литературой и новыми российскими и зарубежными исследованиями в изучаемой области -Сформулировать вопросы, для ответов на которые требуется помощь преподавателя. Быть готовым задать эти вопросы на аудиторном занятии -Познакомиться с программными продуктами, рекомендованными преподавателем -При необходимости установить необходимые продукты на ПК, при условии, что эти программы свободно распространяются и не нарушают закон о интеллектуальной собственности (*Все платные программы и программы с ключами, приобретенные университетом используются только на аудиторных ПК!)
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы: -Познакомиться с рекомендуемой преподавателем литературой и новыми российскими и зарубежными исследованиями в изучаемой области -Сформулировать вопросы, для ответов на которые требуется помощь преподавателя. Быть готовым задать эти вопросы на аудиторном занятии -Познакомиться с программными продуктами, рекомендованными преподавателем -При необходимости установить необходимые продукты на ПК, при условии, что эти программы свободно распространяются и не нарушают закон о интеллектуальной собственности (*Все платные программы и программы с ключами, приобретенные университетом используются только на аудиторных ПК!)
зачет	Для подготовки к зачету студенту необходимо провести самостоятельную работу, которая подразумевает подготовку по темам лекционных и лабораторных занятий на основании материалов лекций и рекомендованных программой учебников и учебных пособий к устным формам контроля и письменным контрольным работам.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).



### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.03.06 "Экология и природопользование" и профилю подготовки "Экология и управление окружающей средой".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.12.01 Решение практических задач экологии с  
использованием данных дистанционного зондирования Земли*

### **Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экология и управление окружающей средой

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### **Основная литература:**

1. Введение в геоинформационные системы: Учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 112 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-91134-698-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/428244>
2. Базовые и прикладные информационные технологии: Учебник / В.А. Гвоздева. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 384 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0572-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/428860>
3. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ. Часть I [Электронный ресурс] / К.В. Шошина, Р.А. Алешко - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 76 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261009177.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>
2. Ловцов, Д.А. Геоинформационные системы [Электронный ресурс] : учеб. пос. / Д.А. Ловцов, А.М. Черных. - М.: РАП, 2012. - 192 с. - ISBN 978-5-93916-340-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/517128>
3. Базы данных: Учебное пособие / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2009. - 400 с. ISBN 978-5-91134-098-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/182482>



*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.12.01 Решение практических задач экологии с  
использованием данных дистанционного зондирования Земли*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экология и управление окружающей средой

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.