

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Автоматизированное дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли и методы машинного обучения

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология, цифровые и дистанционные методы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## 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. Мухарамова С.С. (Кафедра моделирования экологических систем, Отделение экологии), Svetlana.Mukharamova@kpfu.ru ; ассистент, б.с. Полякова А.Р. (Кафедра моделирования экологических систем, Отделение экологии), zakieva.alika@mail.ru ; главный научный сотрудник, д.н. Савельев А.А. (Учебно-научная лаборатория "Центр агро- и экобиотехнологий", Институт экологии, биотехнологии 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-1	Способен планировать и вести научно-исследовательскую деятельность по решению экологических задач аналитического характера, управлять исследовательской группой и результатами исследований

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

современные методы, применяемые при обработке и анализе данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) из космоса.

Должен уметь:

самостоятельно выбирать ДДЗЗ, подходящие для решения задач природно-тематического дешифрирования, 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.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Системная экология, цифровые и дистанционные методы)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений. Осваивается на 2 курсе в 3 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 31 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 41 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	Само- стоя- тель- ная ра- бота
1.	Тема 1. Данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ).	3	4	0	6	0	0	0	14
2.	Тема 2. Предварительная обработка ДДЗЗ.	3	4	0	6	0	0	0	15
4.2	<b>Содержание дисциплины (модуля)</b>								
	Тема 3. Анализ и автоматизированная интерпретация ДДЗЗ.			0	8	0	0	0	12
	Тема 1. Данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Излучение, отражение, поглощение электромагнитной энергии. Методы дистанционного зондирования. Процесс космической съемки, орбиты спутников, приборы, их основные параметры. Данные дистанционного зондирования Земли, цифровые снимки. Их классификация по спектральным характеристикам, пространственному разрешению, временному разрешению.								41

Обзор современных спутниковых данных. Данные MODIS. Данные Landsat. Данные Sentinel.

## Тема 2. Предварительная обработка ДДЗЗ.

Предварительная обработка ДДЗЗ. Программные средства обработки снимков. Синтез изображений. Геометрическая коррекция, трансформирование и ортотрансформирование. Радиометрическая коррекция. Создание мозаик. Улучшение пространственного разрешения. Алгебра каналов, вычисление индексов. Работа со статистикой каналов.

## Тема 3. Анализ и автоматизированная интерпретация ДДЗЗ.

Визуальный и автоматизированный анализ ДДЗЗ. Дешифровочные признаки. Классификация, теория распознавания образов. Методы контролируемой (с обучением) и неконтролируемой (без обучения) классификации. Детерминированный и статистический подходы. Сегментация.

Методы неконтролируемой классификации. Алгоритм быстрого выделения кластеров, ISODATA, К-Средних, топографические отображения: нейронные сети Кохонена (SOM), генеративное топографическое отображение (GTM). Тематическая калибровка классов. Методы контролируемой классификации. Параметрические и непараметрические методы. Метод ближайшего соседа (k-пп), метод минимального расстояния (1-пп), древовидная классификация, нейронные сети прямого распространения, метод максимальной энтропии. Дискриминация. Идентификация.

## 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 планируемым результатам 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)

- 01 Сайт специалистов в области ГИС и ДЗЗ - <http://gis-lab.info/>
- 02 Сайт космической программы Landsat - <http://landsat.gsfc.nasa.gov>
- 03 Сайт космической программы MODIS - <http://modis.gsfc.nasa.gov/>
- 04 Сайт геологической службы США - <http://www.usgs.gov/>
- 05 Работа с растровыми данными в R: rgdal - <http://gis-lab.info/qa/rgdal.html>
- 06 Сайт инженерно-технологического центра СканЭкс - <http://www.scanex.ru/>
- 07 Сайт программы eCognition - <http://www.ecognition.com/>
- 08 Сайт компании ?Совзонд? - <https://sovzond.ru/>
- 09 Сайт программы Copernicus - <https://www.copernicus.eu/en>
- 10 Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
- 11 КонсультантПлюс - [http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&utm\\_csourc=online&utm\\_cmedium=button](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&utm_csourc=online&utm_cmedium=button)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендации: <ul style="list-style-type: none"><li>- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала обратиться к рекомендованным основным и дополнительным литературным источникам, либо к лектору;</li><li>- самостоятельно составлять тезаурус понятий по изучаемым темам.</li></ul>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Рекомендации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приобрести и закреплять навыки работы с программными средствами обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли;</li> <li>- нарабатывать практические навыки работы с программой ScanEx IMAGE Processor;</li> <li>- использовать знания, полученные на лекциях по данной дисциплине, на занятиях по другим дисциплинам, связанным с ГИС и ЭВМ;</li> <li>- до очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия;</li> <li>- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и при выполнении индивидуального задания.</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Рекомендации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять домашние задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения; разбирать на аудиторных занятиях и консультациях неясные вопросы;</li> <li>- при выполнении заданий использовать знания, полученные на лекциях и практических занятиях по данной дисциплине, на занятиях по другим смежным дисциплинам; использовать основную и дополнительную литературу, Интернет-ресурсы;</li> <li>- установить на домашнем компьютере программы QGIS, Sen2Cor, R; нарабатывать навыки работы с ней (загрузка растровых слоев, синтез изображения по ДДЗЗ, создание векторных слоев эталонов);</li> <li>- выполнять и сдавать в срок домашние работы;</li> <li>- при подготовке к экзамену прорабатывать теоретические и практические разделы курса, все неясные вопросы выносить на плановую консультацию.</li> <li>- нарабатывать практические навыки работы в Интернет с целью поиска необходимых ДДЗЗ в открытых архивах.</li> </ul>
экзамен	<p>Рекомендации при подготовке к экзамену:</p> <p>При подготовке к экзамену изучить основную и дополнительную литературу, изучить конспекты лекций и материал наработанный во время практических занятий, устного опроса и выполнения домашнего задания, проработать менее запомнившиеся темы и вопросы, которые возникали во время изучения дисциплины.</p>

#### 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 05.04.06 "Экология и природопользование" и магистерской программе "Системная экология, цифровые и дистанционные методы".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.07 Автоматизированное дешифрирование данных  
дистанционного зондирования Земли и методы машинного  
обучения*

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

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология, цифровые и дистанционные методы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Гвоздева, В. А. Базовые и прикладные информационные технологии: учебник / В.А. Гвоздева. - Москва: ИД 'ФОРУМ': ИНФРА-М, 2019. - 383 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-107668-2. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1019243> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Блиновская, Я. Ю. Введение в геоинформационные системы : учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. - 2-е изд. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. - 112 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-115-0. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1029281> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Трифонова Т.А., Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях : учебное пособие для вузов / Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. - Москва: Академический Проект, 2020. - 352 с. ('Gaudeamus') - ISBN 978-5-8291-2999-6 - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829129996.html> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Дистанционное зондирование Земли: учебное пособие / В.М. Владимиров, Д.Д. Дмитриев, О.А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/506009> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Шошина К.В., Геоинформационные системы и дистанционное зондирование. Часть I / К.В. Шошина, Р.А. Алешко - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 76 с. - ISBN 978-5-261-00917-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261009177.html> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Ловцов, Д.А. Геоинформационные системы : учебное пособие / Д.А. Ловцов, А.М. Черных. - Москва : РАП, 2012. - 192 с. - ISBN 978-5-93916-340-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/517128> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.



*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
**Б1.В.07 Автоматизированное дешифрирование данных**  
**дистанционного зондирования Земли и методы машинного**  
**обучения**

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

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология, цифровые и дистанционные методы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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.