

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



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Дистанционное зондирование Земли из космоса

Специальность: 03.05.01 - Астрономия  
Специализация: Астрофизика и космология  
Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель  
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): заведующий кафедрой, к.н. Безменов В.М. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Vladimir.Bezmenov@kpfu.ru

**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-5	Способность вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1. принципы устройства и работы съемочных систем дистанционного зондирования;
2. методы и технологии выполнения аэрокосмических съемок;
3. факторы, влияющие на качество изображений, и методы оценки качества изображений, получаемых съемочными системами дистанционного зондирования;
4. дешифровочные признаки природных и антропогенных объектов;
5. методы и технологии топографического дешифрирования аэрокосмических снимков при создании и обновлении карт различного назначения;
6. основы теории фотограмметрии;
7. основные методы и системы, используемые для фотограмметрической обработки снимков;
8. основные технологии создания и обновления топографических карт и планов, тематических карт фотограмметрическими методами;
9. особенности использования фотограмметрических методов при решении не топографических задач в различных областях науки и техники.

Должен уметь:

1. обосновывать оптимальные варианты технологий создания и обновления топографических планов и карт, тематических карт различного назначения фотограмметрическими методами;
2. выполнять комплекс работ по дешифрированию аэрокосмических снимков;
3. выполнять проектирование комплекса работ по наземной фотограмметрической съемке и наземному лазерному сканированию;
4. выполнять обработку материалов аэрокосмических съемок, необходимых для составления карт различного назначения;

Должен владеть:

1. основными навыками анализа и оценки качества изображений, получаемых съемочными системами дистанционного зондирования;
2. навыками дешифрирования природных и антропогенных объектов;
3. основными навыками работы на цифровых фотограмметрических системах, выполняемых при создании и обновлении топографических карт и планов;
4. основными навыками работы с наземными съемочными камерами и наземными лазерными съемочными системами.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке задачи и выбору путей её решения;
2. выполнять комплекс работ по дешифрованию видеоинформации, аэрокосмических и наземных снимков, по созданию и обновлению топографических карт по воздушным, космическим и наземным снимкам фотограмметрическими методами;
3. к тестированию, исследованию, поверкам и юстировке, эксплуатации геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъемочного оборудования;
4. к изучению экологического состояния территории Российской Федерации и ее отдельных регионов с использованием материалов дистанционного зондирования.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 50 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Предмет и задачи фотограмметрии. Аэрофотосъёмка местности.	8	2	0	0	0	0	0	4
2.	Тема 2. Обработка одиночного снимка.	8	0	0	0	0	2	0	6
3.	Тема 3. Определение пространственных координат точки объекта по координатам её изображения на снимке.	8	2	0	0	0	0	0	2
4.	Тема 4. Связь координат изображения точки с ее пространственными координатами.	8	2	0	0	0	0	0	4
5.	Тема 5. Обработка пары снимков.	8	0	0	0	0	2	0	6
6.	Тема 6. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.	8	2	0	0	0	0	0	4
7.	Тема 7. Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.	8	2	0	0	0	0	0	4
8.	Тема 8. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции.	8	2	0	0	0	0	0	4
9.	Тема 9. Трансформирование аэроснимков.	8	0	0	0	0	2	0	4
10.	Тема 10. Обработка снимков (изображений), полученных неметрическими съёмочными камерами.	8	0	0	0	0	4	0	4
11.	Тема 11. Дешифрирование изображений.	8	2	0	0	0	2	0	4
12.	Тема 12. Наземное и воздушное лазерное сканирование.	8	2	0	0	0	0	0	4
13.	Тема 13. Космическая фотосъёмка Земли, планет и их спутников.	8	2	0	0	0	0	0	0
14.	Тема 14. Координатно-временная привязка точек, дешифрируемых на космических снимках.	8	2	0	0	0	0	0	0
15.	Тема 15. Построение опорных сетей на планетах и спутниках.	8	2	0	0	0	0	0	0

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	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
16.	Тема 16. Изучение материалов аэросъемки.	8	2	0	0	0	0	0	0
17.	Тема 17. Обработка аэронимков: составление фотосхемы.	8	2	0	0	0	2	0	0
18.	Тема 18. Обработка аэронимков: создание ортофотоплана.	8	2	0	0	0	2	0	0
19.	Тема 19. Физические основы дистанционного зондирования Земли.	8	2	0	0	0	0	0	0
20.	Тема 20. Интерпретация данных дистанционного зондирования земли.	8	2	0	0	0	0	0	0
	Итого		32	0	0	0	16	0	50

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Предмет и задачи фотограмметрии. Аэрофотосъёмка местности.

Аэрофотосъёмочные работы. Требования к аэросъёмочным работам. Основные параметры аэрофотосъёмки и их определение.

Влияние факторов полета самолета на качество съемки.

Наземная фотосъемка, задачи решаемые наземной фотосъемкой. Современные аэросъёмочные системы, технические средства для наземной фотосъемки.

##### Тема 2. Обработка одиночного снимка.

Понятия об аналоговом и цифровом снимках и их основных характеристиках. Системы координат, применяемые в фотограмметрии. Элементы внутреннего ориентирования снимка. Принципы определения элементов внутреннего ориентирования. Элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков. Элементы внешнего ориентирования наземных снимков. Принципы определения элементов внешнего ориентирования.

**Тема 3. Определение пространственных координат точки объекта по координатам её изображения на снимке.**

Зависимость между пространственными координатами точки объекта и координатами её изображения на аэроснимке.

Зависимость между пространственными координатами точки объекта и координатами её изображения на наземном снимке.

Особенности обработки одиночного снимка. Масштаб снимка.

**Тема 4. Связь координат изображения точки с ее пространственными координатами.**

Зависимость между координатами изображения точки на снимке и ее пространственными координатами - уравнение коллинеарности. Задачи фотограмметрии, решаемые на основе уравнения коллинеарности

Влияние рельефа местности на координаты изображения.

**Тема 5. Обработка пары снимков.**

Теория пары снимков. Элементы внешнего ориентирования пары снимков. Продольный и поперечный параллаксы. Связь между координатами точки местности и координатами ее изображений на стереопаре. Построение по паре снимков связок проектирующих лучей и модели местности.

Основные случаи наземной стереосъемки

**Тема 6. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.**

Понятие о стереопаре. Системы элементов взаимного ориентирования пары снимков. Определение элементов взаимного ориентирования снимков, геометрические условия определения элементов взаимного ориентирования. Неопределенность элементов взаимного ориентирования. Значение элементов взаимного ориентирования

**Тема 7. Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей.**

Пространственная фототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей. Структура системы нормальных уравнений при построении и уравнивании фототриангуляции методом независимых и частично зависимых моделей. Учет бортовых навигационных измерений. Двойная обратная фотограмметрическая засечка. Деформации фотограмметрической модели.

### **Тема 8. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции.**

Способ связок. Структура системы нормальных уравнений при построении и уравнивании фототриангуляции способом связок. Учет не фотограмметрических бортовых измерений. Построение оптимального алгоритма решения системы нормальных уравнений.

### **Тема 9. Трансформирование аэроснимков.**

Понятие о трансформировании снимков. Геометрические условия трансформирования. Аналитическое трансформирование снимка. Трансформирование цифровых изображений. Учет влияния рельефа при трансформировании. Понятие фотоплана. Цифровой фотоплан.

### **Тема 10. Обработка снимков (изображений), полученных неметрическими съёмочными камерами.**

Не метрические съёмочные системы (камеры), не метрические снимки. Принципы обработки не метрических снимков. Обработка не метрических снимков с использованием зависимостей проективной геометрии с использованием векторной интерпретации проективных координат. Обработка не метрических снимков с использованием зависимостей аффинной геометрии.

### **Тема 11. Дешифрирование изображений.**

Понятие о дешифрировании изображений. Классификация дешифрирования. Дешифрировочные признаки, используемые при визуальном дешифрировании. Содержание работ по дешифрированию аэрофотоснимков. Физиологические особенности дешифрирования. Генерализация информации при дешифрировании.

### **Тема 12. Наземное и воздушное лазерное сканирование.**

Физические основы лазерной локации. Лазерно-локационные данные и их информационные характеристики. Инструментальные

средства лазерной локации. Наземные лазерные сканеры. Воздушная лазерно-локационная съемка. Навигационное обеспечение лазерной локации. Современные методы обработки данных лазерного сканирования.

### **Тема 13. Космическая фотосъемка Земли, планет и их спутников.**

Космическая фотосъемка. Задачи космической фотограмметрии. Системы координат, применяемые космической фотограмметрии. Принципы космической съемки. Состав оборудования искусственного спутника Земли (ИСЗ) и космического аппарата (КА), предназначенных для космической. съемки.

**Тема 14. Координатно-временная привязка точек, дешифрируемых на космических снимках.**

Фундаментальное уравнение космической фотограмметрии.

Интерполирование координат ИСЗ на момент фотографирования.

Определение спутнико-центрического направления на точку поверхности планеты. Определение гринвичских координат определяемой точки.

**Тема 15. Построение опорных сетей на планетах и спутниках.**

Условия построения опорных сетей на планетах и спутниках, принципы построения опорных сетей. Опорные сети на планетах и спутниках, точностные характеристики опорных сетей. Построение космической фототриангуляции с одновременным уточнением орбитальных навигационных параметров КА, ИСЗ.

**Тема 16. Изучение материалов аэрофотосъемки.**

Качественный анализ материалов аэрофотосъемки.

Численный анализ материалов аэрофотосъемки. Метрические свойства снимков (изображений). Определение масштаба снимка. Цифровое изображение: физический размер пиксела, размер пиксела на местности.

### **Тема 17. Обработка аэронимков: составление фотосхемы.**

Понятие фотосхемы. Практическое значение фотосхемы.

Составление фотосхемы по материалам аэрофотосъемки.

Освоение основных этапов методики построения фотосхемы с использованием цифровых изображений в программном комплексе Фотомод.

### **Тема 18. Обработка аэронимков: создание ортофотоплана.**

Понятие ортофотоплана. Назначение ортофотоплана. Порядок создания цифрового ортофотоплана.

Контроль качества создания ортофотоплана. Технология создания ортофотоплана с использованием программного обеспечения Фотомод. Особенности создания ортофотоплана по снимкам, полученным с беспилотного летательного аппарата.

### **Тема 19. Физические основы дистанционного зондирования Земли.**

Определения и начальные сведения о дистанционном зондировании. Практические применения дистанционного зондирования. Системы дистанционного зондирования. Системы отображения снимков. Спектральные диапазоны съемки. Системы обработки данных. Интерпретация снимков.

## **Тема 20. Интерпретация данных дистанционного зондирования земли.**

Спектральные образы объектов. Видимый и коротковолновый диапазон спектра. Средний и тепловой инфракрасные диапазоны спектра.

Общая модель датчика, разрешение. Пространственный отклик. спектральный отклик. Геометрические искажения. Модели данных.

## **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

Безменов В. М. (Владимир Михайлович) Теоретические основы определения параметров преобразования пространственных геоцентрических систем координат: [методические указания]. Электронная копия: Казань [Казанский государственный университет] 2008 - [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_046\\_A5-000558.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_046_A5-000558.pdf)

Безменов, Владимир Михайлович . Фотограмметрия. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции [Текст: электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студентов физического факультета КГУ, обучающихся по Электронные данные (1 файл: 1,2 Мб) .? (Казань : Казанский государственный университет, 2009) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый . - [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_046\\_A5-000557.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_046_A5-000557.pdf)

Савиных, Виктор Петрович. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования / В. П. Савиных, В. Я. Цветков .? Москва : Картгеоцентр - Геодезиздат, 2001 .? 228 с. : ил. ? Библиогр.: с.220-223 .? ISBN 5-86066-043-2 . - [http://z3950.ksu.ru/bcover/645244\\_con.pdf](http://z3950.ksu.ru/bcover/645244_con.pdf)

### 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)

Erdas Imagine - <http://erdas-russia.ru/>

Intergraph - <http://www.intergraph.com/>

Microimage - <http://www.microimages.com/>

ИТЦ Сканекс - [www.scanex.ru](http://www.scanex.ru)

Ракурс Фотомод - [www.rakurs.ru](http://www.rakurs.ru)

Совзонд - [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. 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.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>При выполнении лабораторной работы обратить внимание на исходные данные. Вам может понадобиться материал, изучавшийся на других курсах, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям). Необходимо прежде всего опираться на руководство по применению программного обеспечения.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа включает 2 этапа. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает: - уяснение задания на самостоятельную работу; - подбор рекомендованной литературы; - составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе. Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену Вам может понадобиться материал, изучавшийся на других курсах, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям). При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах в течение семестра. В каждом билете на экзамене содержится три вопроса.</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.

Специализированная лаборатория.

## **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 специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации "Астрофизика и космология".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.02 Дистанционное зондирование Земли из космоса

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

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли : учебное 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. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/506009> (дата обращения: 29.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Ловцов, Д. А. Геоинформационные системы : учебное пособие / Д. А. Ловцов, А. М. Черных. - Москва : РАП, 2012. - 192 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/517128> (дата обращения: 29.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Климов, Г. К. Науки о Земле : учебное пособие / Г. К. Климов, А. И. Климова. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 390 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005148-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1842525> (дата обращения: 29.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений: [учебное пособие] / Р. А. Шовенгердт; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - Москва: Техносфера, 2010. - 556 с. (45 экз.- НБ КФУ).
2. Безменов, В. М. Решение задач фотограмметрии на основе векторной интерпретации инвариантов проективной геометрии : монография / В. М. Безменов ; научные редакторы Ю. А. Нефедьев, Р. А. Кашеев. - Казань : КФУ, 2014. - 244 с. - ISBN 978-5-00019-251-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72828> (дата обращения: 29.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Безменов В.М. Фотограмметрия. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции: учебно-методическое пособие /В.М. Безменов. - Казань: КГУ, 2009. - 87 с. - Текст: электронный. - URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1746134501/Bezmenov.V.M..Fotogrammetriya.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_1746134501/Bezmenov.V.M..Fotogrammetriya.pdf)(дата обращения: 29.05.2023). - Режим доступа: открытый.
4. Безменов В.М. Космическая фотограмметрия. Часть 1: лабораторные работы / В.М. Безменов;; Казанский госуд. университет; Физический фак-т. - Казань: КГУ, 2008. - 71 с. - Текст: электронный. - URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_451482218/Bezmenov.kosmicheskaya.fotogrammetriya.ch.1.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_451482218/Bezmenov.kosmicheskaya.fotogrammetriya.ch.1.pdf)(дата обращения: 29.05.2023).- Режим доступа: открытый.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.02 Дистанционное зондирование Земли из космоса

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

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.