

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра картографии и геоинформатики**

Авторы-составители: **Шихов Андрей Николаевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ**  
Код УМК 90519

Утверждено  
Протокол №3  
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Дистанционное зондирование Земли

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование  
направленность Дистанционное зондирование

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Дистанционное зондирование Земли** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование (направленность : Дистанционное зондирование)

**УК.1** Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

#### **Индикаторы**

**УК.1.1** Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников

**УК.2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений

#### **Индикаторы**

**УК.2.1** Формулирует задачи, исходя из поставленной цели

**УК.2.3** Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений

**УК.4** Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

#### **Индикаторы**

**УК.4.3** Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах

**ОПК.6** Способен принимать участие в исследованиях в области геодезии и дистанционного зондирования, оценивать и обосновывать их результаты

#### **Индикаторы**

**ОПК.6.1** Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования

**ОПК.6.2** Оценивает результаты исследований в профессиональной области

**ПК.4** Способен выполнять отдельные технологические операции по созданию тематических информационных продуктов и оказанию услуг на основе использования данных ДЗЗ

#### **Индикаторы**

**ПК.4.1** Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности

**ПК.4.2** Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (направленность: Дистанционное зондирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7,8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 триместр) Экзамен (8 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Дистанционное зондирование Земли 8 триместр**

Введение. Обзор основных технологий дистанционного зондирования Земли

Физические основы получения изображений земной поверхности

Основы обработки цветных изображений. Цветовые модели

Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов

Модели и методы пространственной фильтрации изображений

### **Введение. Обзор основных технологий дистанционного зондирования Земли**

Современная съемочная аппаратура. Классификация съемочных методов и средств. Аэросъемка.

Космическая съемка. Наземная съемка. Пассивные и активные, прямые и косвенные съемочные методы.

Фотографическая съемка: черно-белая, цветная, спектральная. Разрешающая способность

фотоснимка и разрешение на земной поверхности. Принцип цифровой съемки. Сканирующая съемка.

Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки. Микроволновая радиометрическая съемка.

Радиолокационная съемка. Лазерное сканирование. Многозональная и гиперспектральная съемка.

### **Физические основы получения изображений земной поверхности**

Спектр электромагнитных колебаний, особенности получения изображений в отдельных его

диапазонах. Влияние атмосферы: экранирующее влияние облачности; поглощение лучей атмосферой и

окна прозрачности; рассеивание лучей атмосферой. Искусственное освещение местности. Особенности

орбит спутников: форма, высота, наклонение, период обращения, положение относительно Солнца.

Влияние прецессий орбит и других особенностей орбитальной съемки на

картографо-фотограмметрические свойства снимков Земли.

### **Основы обработки цветных изображений. Цветовые модели**

Понятие о цветных изображениях. Синтезирование цветных изображений. Пространственные фильтры.

Цветовые модели. Аддитивные и субтрактивные модели. Интерпретация координат в модели HSI.

Переходы между цветовыми пространствами. Основы обработки цветных изображений.

### **Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов**

Уровни обработки данных ДЗЗ. Радиометрическая и атмосферная коррекция. Основные виды

геометрических искажений снимков. Виды геометрической коррекции: глобальная трансформация,

ортотрансформация, локальная коррекция, корегистрация. Ортотрансформирование по строгой модели

датчика и с использованием RPC-коэффициентов. Особенности геометрической коррекции снимков

сверхвысокого разрешения. Создание мозаик снимков. Операция Pan-Sharpening.

### **Модели и методы пространственной фильтрации изображений**

Модель изображения для пространственной фильтрации. Задачи пространственной фильтрации.

Линейные фильтры. Фильтры низких и высоких частот. Медианный фильтр. Морфологические

фильтры. Градиентные фильтры. Преобразования Фурье. Вейвлет-преобразования.

### **Основы автоматизированного дешифрирования**

Пространство спектральных признаков. Попиксельный и объектно-ориентированный подход к

классификации. Методы кластеризации (классификации без обучения) IZODATA, K-Means.

Параметрическая классификация с обучением (методы параллелепипеда, спектрального угла,

максимального правдоподобия). Создание обучающей выборки. Выбор метода классификации. Оценка

точности классификации: точность производителя и точность пользователя

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Подготовка к итоговому контрольному мероприятию. Примерные вопросы:

1) Введение. Обзор основных технологий дистанционного зондирования Земли

Современная съемочная аппаратура. Классификация съемочных методов и средств. Аэросъемка. Космическая съемка. Наземная съемка. Пассивные и активные, прямые и косвенные съемочные методы. Фотографическая съемка: черно-белая, цветная, спектральная. Разрешающая способность фотоснимка и разрешение на земной поверхности. Принцип цифровой съемки. Сканерная съемка. Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки. Микроволновая радиометрическая съемка. Радиолокационная съемка. Лазерное сканирование. Многозональная и гиперспектральная съемка.

2) Физические основы получения изображений земной поверхности

Спектр электромагнитных колебаний, особенности получения изображений в отдельных его диапазонах. Влияние атмосферы: экранирующее влияние облачности; поглощение лучей атмосферой и окна прозрачности; рассеивание лучей атмосферой. Искусственное освещение местности. Особенности орбит спутников: форма, высота, наклонение, период обращения, положение относительно Солнца. Влияние прецессий орбит и других особенностей орбитальной съемки на картографо-фотограмметрические свойства снимков Земли.

3) Основы обработки цветных изображений. Цветовые модели

Понятие о цветных изображениях. Синтезирование цветных изображений. Пространственные фильтры. Цветовые модели. Аддитивные и субтрактивные модели. Интерпретация координат в модели HSI. Переходы между цветовыми пространствами. Основы обработки цветных изображений.

4) Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов

Уровни обработки данных ДЗЗ. Радиометрическая и атмосферная коррекция. Основные виды геометрических искажений снимков. Виды геометрической коррекции: глобальная трансформация, ортотрансформация, локальная коррекция, корегистрация. Ортотрансформирование по строгой модели датчика и с использованием RPC-коэффициентов. Особенности геометрической коррекции снимков сверхвысокого разрешения. Создание мозаик снимков. Операция Pan-Sharpning.

5) Модели и методы пространственной фильтрации изображений

Модель изображения для пространственной фильтрации. Задачи пространственной фильтрации. Линейные фильтры. Фильтры низких и высоких частот. Медианный фильтр. Морфологические фильтры. Градиентные фильтры. Преобразования Фурье. Вейвлет-преобразования.

### **Дистанционное зондирование Земли. 10 триместр**

Спектральные преобразования и индексы

Тематическая классификация многозональных снимков

Анализ временной динамики пространственных объектов на основе данных ДЗЗ

Обработка данных в тепловом диапазоне спектра

Обработка данных радиолокационных спутниковых измерений

Создание цифровых моделей рельефа по данным ДЗЗ

Получение и обработка данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА

Съемка в микроволновом диапазоне спектра

### **Спектральные преобразования и индексы**

Спектральные вегетационные индексы: NDVI, NDWI, SVWI, EVI, SAVI и др. Применение вегетационных индексов для оценки состояния растительного покрова. Применение спектральных индексов в геологии. Задачи уменьшения размерности: метод главных компонент, преобразование Tasseled Cap.

### **Тематическая классификация многозональных снимков**

тематическая интерпретация многозональных снимков. Традиционные и новые подходы к

классификации. неуправляемая классификация IZODATA Управляемая классификация. Метод максимального правдоподобия. Метод опорных векторов. Использование нейронных сетей для классификации изображений. Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена. Метод топографических отображений. Оценка точности классификации: точность производителя и точность пользователя.

### **Анализ временной динамики пространственных объектов на основе данных ДЗЗ**

Методы мультивременного анализа снимков. Создание мультивременных композитов. Алгоритмы Change Detection – одноканальное и многоканальное обнаружение изменений. Применение методов Change Detection для обнаружения изменений в лесном фонде, в застройке.

### **Обработка данных в тепловом диапазоне спектра**

Законы излучения абсолютно черного тела в применении к тепловой съемке. Современные источники спутниковых данных в тепловом диапазоне спектра. Точность измерений температуры подстилающей поверхности. Проведение калибровки для получения данных о температуре в градусах Цельсия. Применение спутниковых данных в тепловом диапазоне. Особенности измерения температуры на длине волны 4 мкм. Использование тепловой съемки для мониторинга тепловых аномалий (пожаров)

### **Обработка данных радиолокационных спутниковых измерений**

Основные преимущества радиолокационной съемки. Программное обеспечение для работы с радиолокационными данными: ENVI SARscape, Scanex Image Processor. Фильтрация радиолокационных изображений, удаление спекл-шума. Вычисление текстурных характеристик. Открытые радиолокационные данные Sentinel-1. Применение радиолокационной съемки для мониторинга наводнений, выявления нефтяного загрязнения водных объектов, мониторинга плавучих льдов.

### **Создание цифровых моделей рельефа по данным ДЗЗ**

Технологии получения цифровых моделей рельефа на основе данных ДЗЗ в оптическом и радиолокационном диапазоне, а также воздушного лазерного сканирования. Основные глобальные ЦМР, полученные по данным ДЗЗ: SRTM, ASTER GDEM, GMTED2010. Модели рельефа, распространяемые на коммерческой основе: SPOT DEM, ALOS AW3D, WorldDem.

### **Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА**

Области применения аэрофотосъемки в сравнении с космической съемкой. Программные средства для обработки данных с БПЛА. Создание ортофотопланов и трехмерных моделей местности на основе данных с БПЛА. Процедура создания мозаик снимков.

### **Съемка в микроволновом диапазоне спектра**

Особенности и ограничения съемки в микроволновом диапазоне спектра. Использование данных в микроволновом диапазоне. Данные радиометра AMSR-E/Aqua. Определение влажности почвы и запасов воды в снеге по данным в МКВ диапазоне спектра.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Подготовка к итоговому контрольному мероприятию по пройденным темам. Примерные вопросы:

1. Спектральные преобразования и индексы

Спектральные вегетационные индексы: NDVI, NDWI, SVWI, EVI, SAVI и др. Применение вегетационных индексов для оценки состояния растительного покрова. Применение спектральных индексов в геологии. Задачи уменьшения размерности: метод главных компонент, преобразование Tasseled Cap.

2. Тематическая классификация многозональных снимков

Пространство спектральных признаков. Попиксельный и объектно-ориентированный подход к классификации. Методы кластеризации (классификации без обучения) IZODATA, K-Means. Параметрическая классификация с обучением. Создание обучающей выборки. Выбор метода классификации. Оценка точности классификации: точность производителя и точность пользователя. Новые подходы к классификации, метод топографических отображений.

### 3. Анализ временной динамики пространственных объектов на основе данных ДЗЗ

Методы мультивременного анализа снимков. Создание мультивременных композитов. Алгоритмы Change Detection – одноканальное и многоканальное обнаружение изменений. Применение методов Change Detection для обнаружения изменений в лесном фонде, в застройке.

### 4. Обработка данных в тепловом диапазоне спектра

Законы излучения абсолютно черного тела в применении к тепловой съемке. Современные источники спутниковых данных в тепловом диапазоне спектра. Точность измерений температуры подстилающей поверхности. Проведение калибровки для получения данных о температуре в градусах Цельсия. Применение спутниковых данных в тепловом диапазоне. Особенности измерения температуры на длине волны 4 мкм. Использование тепловой съемки для мониторинга тепловых аномалий (пожаров)

### 5. Обработка данных радиолокационных спутниковых измерений

6. Основные преимущества радиолокационной съемки. Программное обеспечение для работы с радиолокационными данными: ENVI SARscape, Scanex Image Processor. Фильтрация радиолокационных изображений, удаление спекл-шума. Вычисление текстурных характеристик. Открытые радиолокационные данные Sentinel-1. Применение радиолокационной съемки для мониторинга наводнений, выявления нефтяного загрязнения водных объектов, мониторинга плавучих льдов.

### 7. Создание цифровых моделей рельефа по данным ДЗЗ

Технологии получения цифровых моделей рельефа на основе данных ДЗЗ в оптическом и радиолокационном диапазоне, а также воздушного лазерного сканирования. Основные глобальные ЦМР, полученные по данным ДЗЗ: SRTM, ASTER GDEM, GMTED2010. Модели рельефа, распространяемые на коммерческой основе: SPOT DEM, ALOS AW3D, WorldDem. Получение и обработка данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА

8. Области применения аэрофотосъемки в сравнении с космической съемкой. Программные средства для обработки данных с БПЛА. Создание ортофотопланов и трехмерных моделей местности на основе данных с БПЛА. Процедура создания мозаик снимков.

### 9. Съемка в микроволновом диапазоне спектра

Особенности и ограничения съемки в микроволновом диапазоне спектра. Использование данных в микроволновом диапазоне. Данные радиометра AMSR-E/Aqua. Определение влажности почвы и запасов воды в снеге по данным в МКВ диапазоне спектра.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения: учебное пособие для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровней бакалавриат и магистратура направления 05.00.03 Картография и геоинформатика/А. Н. Шихов [и др.].-Пермь:ПГНИУ,2020, ISBN 978-5-7944-3476-7.-191.-Библиогр.: с. 187-190 <https://elis.psu.ru/node/642172>

### Дополнительная:

1. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений:[учебное пособие]/Р. А. Шовенгердт ; пер.: А. В. Кирюшин, А. И. Демьяников.-Москва:Техносфера,2010, ISBN 978-5-94836-244-1.-560.-Библиогр. в конце глав

2. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования/У. Рис.-Москва:Техносфера,2006, ISBN 5-94836-094-6.-336.

3. Гонсалес Р.,Вудс Р. Цифровая обработка изображений/Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ. под ред. П. А. Чочиа.-М.:Техносфера,2006, ISBN 5-94836-028-8.-1072.-Библиогр. в конце глав

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://gis.psu.ru> Сайт кафедры картографии и геоинформатики, ГИС-центра, Центра космического мониторинга ПермГУ

<http://www.scanex.ru/> Сайт группы компаний «СканЭкс»

<http://gisa.ru> Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации - сообщество профессионалов в области геоинформационных технологий

<http://arcgis.com> Сайт компании ESRI.

<http://gis-lab.info/>. Сообщество специалистов в области ГИС и дистанционного зондирования Земли.

<http://resources.arcgis.com/ru/help> Ресурсы ArcGIS.

<http://russianspacesystems.ru/> Российские космические системы: разработка информационных систем космического назначения

[gis.psu.ru](http://gis.psu.ru) Сайт кафедры картографии и геоинформатики, ГИС-центра, Центра космического мониторинга ПермГУ

[gisa.ru](http://gisa.ru) Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации - сообщество профессионалов в области геоинформационных технологий

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Дистанционное зондирование Земли** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)

Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

Доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

ПО: LibreOffice; комплект программ ArcGIS 10; QGIS; EasyTrace 8.65; Notepad ++; Google Chrome; Mozilla Firefox; 7zip; Adobe Acrobat Reader DC; Google Earth; FileZilla Client 3.7.3; Blender 2.73.

ПО на ноутбук: ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020).

Архивы кафедры картографии и геоинформатики и ГИС-центра ПГНИУ:

- Архив цифровых топографических карт масштаба 1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000 за 2002-2017 годы;
- Архив цифровых и печатных космических снимков (LandSat, SPOT, IRS, Sentinel-2) за 2007-2017 годы;
- Архив цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности;
- Архив периодической, учебной и технической литературы кафедры, в т.ч. электронные издания;
- Архив цифровых тематических электронных слоев баз пространственных данных;
- Архив печатной технической литературы по сопровождению лицензионных программных продуктов.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для лабораторных занятий: компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для практических занятий: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для групповых и индивидуальных консультаций: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для самостоятельной работы: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Для занятий требуется специализированное оборудование: периферийное оборудование для наземного комплекса активной координатной сети Spektra Precision ProMark 220, земная станция приема и обработки космической информации X-диапазона, терминал обработки информации с искусственного спутника Земли (ИСЗ), терминал обработки информации с искусственного спутника Земли (ИСЗ) EROS В, терминал обработки информации с искусственного спутника Земли (ИСЗ) SPOT-5.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Дистанционное зондирование Земли**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.6**

**Способен принимать участие в исследованиях в области геодезии и дистанционного зондирования, оценивать и обосновывать их результаты**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p>	<p>Знать: основные свойства космических снимков, данных аэрофотосъемки и снимков с БПЛА, характеристики точности их систематической геометрической коррекции; критерии оценки точности ортофотопланов, цифровых моделей местности и рельефа (RMSE, SE90, MRE, Rmax). Уметь: создавать ортофотопланы, фотокарты, цифровые модели местности и рельефа на основе данных дистанционного зондирования; осуществлять оценку их точности с использованием критериев (RMSE, SE90, MRE, Rmax), определять пригодность полученных данных для создания карт и планов местности в различных масштабах. Владеть программными средствами и технологиями обработки данных космической съемки и съемки с БПЛА (Scanex Image Processor, Agisoft PhotoScan и др.) для геометрической коррекции снимков, создания ортофотопланов, фотокарт, цифровых моделей местности и оценки их точности.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные свойства космических снимков, данных аэрофотосъемки и снимков с БПЛА, характеристики точности их систематической геометрической коррекции; критерии оценки точности ортофотопланов, цифровых моделей местности и рельефа. Не умеет создавать ортофотопланы, фотокарты, цифровые модели местности и рельефа на основе данных дистанционного зондирования; осуществлять оценку их точности, определять пригодность полученных данных для создания карт и планов местности в различных масштабах.</p> <p>Не владеет программными средствами и технологиями обработки данных космической съемки и съемки с БПЛА (Scanex Image Processor, Agisoft PhotoScan и др.) для геометрической коррекции снимков, создания ортофотопланов, фотокарт, цифровых моделей местности и оценки их точности.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные свойства космических снимков, данных аэрофотосъемки и снимков с БПЛА. Имеет некоторое представление о характеристиках точности систематической геометрической коррекции; критериях оценки точности ортофотопланов, цифровых моделей местности и рельефа (RMSE, SE90, MRE, Rmax). Демонстрирует частично сформированные умения создавать ортофотопланы, фотокарты, цифровые модели местности и рельефа на основе данных дистанционного</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>зондирования; но не способен осуществлять оценку их точности и определять пригодность полученных данных для создания карт и планов местности в различных масштабах.</p> <p>Владеет некоторыми инструментами обработки данных космической съемки и съемки с БПЛА в программных пакетах (Scanex Image Processor, Agisoft PhotoScan и др.) для геометрической коррекции снимков, создания ортофотопланов, фотокарт, цифровых моделей местности и оценки их точности, но не способен к самостоятельному решению задач.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные свойства космических снимков, данных аэрофотосъемки и снимков с БПЛА. В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания характеристик точности систематической геометрической коррекции данных ДЗЗ, критериев оценки точности ортофотопланов, цифровых моделей местности и рельефа (RMSE, SE90, MRE, Rmax).</p> <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения создавать ортофотопланы, фотокарты, цифровые модели местности и рельефа на основе данных дистанционного зондирования; осуществлять оценку их точности с использованием критериев (RMSE, SE90, MRE, Rmax), определять пригодность полученных данных для создания карт и планов местности в различных масштабах.</p> <p>Демонстрирует в целом успешное владение программными средствами и технологиями обработки данных космической съемки и съемки с БПЛА (Scanex Image Processor, Agisoft PhotoScan и др.) для геометрической коррекции снимков, создания ортофотопланов, фотокарт, цифровых моделей местности. Способен оценивать точность полученного результата и решать задачи самостоятельно</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует высокий уровень знаний свойств космических снимков, данных аэрофотосъемки и снимков с БПЛА, характеристик точности их геометрической коррекции; критериев оценки точности ортофотопланов, цифровых моделей местности и рельефа (RMSE, SE90, MRE, Rmax), способен применять все имеющиеся знания на практике.</p> <p>Демонстрирует успешные умения создавать ортофотопланы, фотокарты, цифровые модели местности и рельефа на основе данных дистанционного зондирования; осуществлять оценку их точности с использованием критериев (RMSE, SE90, MRE, Rmax), определять пригодность полученных данных для создания карт и планов местности в различных масштабах.</p> <p>Владеет программными средствами обработки данных космической съемки и съемки с БПЛА (Scanex Image Processor, Agisoft PhotoScan и др.) для геометрической коррекции снимков, создания ортофотопланов, фотокарт, цифровых моделей местности и оценки их точности; способен решать самостоятельно задачи по выбору данных ДЗЗ, их обработке и оценке точности полученного результата.</p>
<p><b>ОПК.6.2</b> Оценивает результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>Знать основные инструкции и регламенты использования специального оборудования в профессиональной области.</p> <p>Уметь применять современные технологии и методы автоматизации обработки данных дистанционного зондирования; выполнять комплекс работ по дешифрованию видеoinформации, аэрокосмических и наземных снимков.</p> <p>Владеть программным инструментарием для решения</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные инструкции и регламенты использования специального оборудования в профессиональной области</p> <p>Не умеет применять современные технологии и методы автоматизации обработки данных дистанционного зондирования; выполнять комплекс работ по дешифрованию видеoinформации, аэрокосмических и наземных снимков.</p> <p>Не владеет программным инструментарием для решения пространственных задач, в т.ч. - путем обмена данными между геоинформационными системами и пакетами для статистической обработки данных.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>пространственных задач, в т.ч. - путем обмена данными между геоинформационными системами и пакетами для статистической обработки данных.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основные инструкции и регламенты использования специального оборудования в профессиональной области Демонстрирует частично успешные умения применять современные технологии и методы автоматизации обработки данных дистанционного зондирования; выполнять комплекс работ по дешифрованию видеоинформации, аэрокосмических и наземных снимков. Частичное владение программным инструментарием для решения пространственных задач, в т.ч. - путем обмена данными между геоинформационными системами и пакетами для статистической обработки данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основные инструкции и регламенты использования специального оборудования в профессиональной области В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения применять современные технологии и методы автоматизации обработки данных дистанционного зондирования; выполнять комплекс работ по дешифрованию видеоинформации, аэрокосмических и наземных снимков. В целом результативное владение программным инструментарием для решения пространственных задач, в т.ч. - путем обмена данными между геоинформационными системами и пакетами для статистической обработки данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания основные инструкции и регламенты использования специального оборудования в профессиональной области</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Успешные и самостоятельно применяемые умения применять современные технологии и методы автоматизации обработки данных дистанционного зондирования; выполнять комплекс работ по дешифрованию видеоинформации, аэрокосмических и наземных снимков.</p> <p>Свободное владение программным инструментарием для решения пространственных задач, в т.ч. - путем обмена данными между геоинформационными системами и пакетами для статистической обработки данных.</p>

#### **ПК.4**

#### **Способен выполнять отдельные технологические операции по созданию тематических информационных продуктов и оказанию услуг на основе использования данных ДЗЗ**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знать особенности съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочные признаки различных природных и антропогенных объектов, математические основы методов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровни обработки данных ДЗЗ. Уметь: производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, производить необходимую предварительную обработку снимков (геометрическую коррекцию, пан-шарпенинг, удаление дымки и др.), извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает особенности съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочные признаки различных природных и антропогенных объектов, математические основы методов автоматизированного дешифрирования, уровни обработки данных ДЗЗ.</p> <p>Не умеет производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, производить необходимую предварительную обработку снимков, извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования.</p> <p>Не владеет методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами (Scanex Image Processor, ArcGis, QGIS).</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>и автоматизированного дешифрирования.</p> <p>Владеть: методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами (Scanex Image Processor, ArcGis, QGIS).</p>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общее представление об особенностях съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочных признаках различных природных и антропогенных объектов, математических основах методов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровнях обработки данных ДЗЗ.</p> <p>Демонстрирует частично сформированные умения производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, производить необходимую предварительную обработку снимков, извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования.</p> <p>Владеет некоторыми методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ. Имеет представление о программных продуктах в данной области.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В целом сформированные, но содержание отдельные пробелы знания особенностей съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочных признаков различных природных и антропогенных объектов, математических основ методов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровней обработки данных ДЗЗ.</p> <p>В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы умения производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а производить необходимую предварительную обработку снимков и извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>дешифрирования. В целом успешное владение современными программными средствами обработки данных ДЗЗ, методами и технологиями визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует глубокие знания особенностей съемки в различных спектральных диапазонах, дешифровочных признаков различных природных и антропогенных объектов, алгоритмов автоматизированного дешифрирования на основе многомерного анализа (классификации снимков), уровни обработки данных ДЗЗ. Способен применять эти знания на практике Способен самостоятельно производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач, а также производить необходимую предварительную обработку снимков (геометрическую коррекцию, пан-шарпенинг, удаление дымки и др.), извлекать из снимков тематическую информацию с помощью методов визуального и автоматизированного дешифрирования. Свободно владеет методами визуально-интерактивного и автоматизированного дешифрирования, технологиями предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ для решения различных задач и соответствующими программными средствами (Scanex Image Processor, ArcGis, QGIS).</p>
<p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение</p>	<p>Знать: теоретические основы дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенности съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативные спектральные</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретические основы дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенности съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативные спектральные каналы. Не умеет производить анализ динамики</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p>	<p>каналы. Уметь: производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах Владеть: программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов)</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах. Не владеет программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов)</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Общие, но не структурированные знания теоретических основ дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенностей съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативных спектральных каналов. Демонстрирует частично сформированные умения производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах Владеет элементами технологии анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ, включая алгоритмы одноканального обнаружения изменений, многоканального обнаружения изменений, анализа динамики вегетационных индексов, но не способен решать задачи самостоятельно.</p> <p><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенностей съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>изменений, наиболее информативных спектральных каналов. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра, и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах. В целом успешное владение программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует глубокие знания теоретических основ дешифрирования изменений природных и антропогенных объектов (Change detection), особенностей съемки в оптическом и радиоволновом диапазонах для анализа изменений, наиболее информативных спектральных каналов. Демонстрирует успешные умения производить анализ динамики природных и антропогенных объектов на основе временных рядов данных ДЗЗ в оптическом и радиоволновом диапазонах спектра, и представлять полученные данные в картографическом, графическом, табличном форматах. Свободно владеет программными средствами, реализующими алгоритмы анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ (одноканальное обнаружение изменений, многоканальное обнаружение изменений, анализ динамики вегетационных индексов), и способен решать тематические задачи самостоятельно</p>

## УК.1

### Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p>	<p>Знать: Основные понятия о геодезии и дистанционном зондировании Земли. Понятие о фигуре Земли, общеземных и референц-эллипсоидах. Физические и технологические принципы работы систем глобального позиционирования. Основные понятия о дистанционном зондировании Земли, физические и технологические основы космической съемки, аэрофотосъемки. Основные свойства данных дистанционного зондирования. спектральные диапазоны съемки Области применения дистанционного зондирования.</p> <p>Уметь: Отображать аэрокосмическую информацию в ГИС-пакетах, совмещать ее с данными, полученными с ГНСС-приемников а также растровыми и векторными данными.</p> <p>Владеть: способами сбора пространственных данных с помощью ГНСС-приемника.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает основные понятия о геодезии и дистанционном зондировании Земли. Не имеет представления о фигуре Земли, общеземных и референц-эллипсоидах. Не знает физические и технологические принципы работы систем глобального позиционирования, основные понятия о дистанционном зондировании Земли, физические и технологические основы космической съемки, аэрофотосъемки, а также Области применения дистанционного зондирования. Не знает основные свойства данных дистанционного зондирования. Не умеет отображать аэрокосмическую информацию в ГИС-пакетах, совмещать ее с данными, полученными с ГНСС-приемников, а также с прочими растровыми и векторными данными. Не владеет способами сбора пространственных данных с помощью ГНСС-приемника</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Демонстрирует частично сформированные знания об основах геодезии и дистанционном зондировании Земли. Имеет представление о фигуре Земли, общеземных и референц-эллипсоидах, физических и технологических принципах работы систем глобального позиционирования, основных понятиях о дистанционном зондировании Земли, физических и технологических основах космической съемки, аэрофотосъемки, а также об областях их применения и об основных свойствах данных дистанционного зондирования. Знает некоторые из основных свойств данных дистанционного зондирования. Демонстрирует частично сформированные умения отображать аэрокосмическую информацию в ГИС-пакетах, совмещать ее с данными, полученными с ГНСС-</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>приемников, а также с прочими растровыми и векторными данными. Владеет некоторыми элементами работы с ГНСС-приемниками</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные понятия о геодезии и дистанционном зондировании Земли. Имеет представление о фигуре Земли, общеземных и референц-эллипсоидах. Знает физические и технологические принципы работы систем глобального позиционирования, основные понятия о дистанционном зондировании Земли. Имеет представление о физических и технологических основах космической съемки, аэрофотосъемки, а также об областях их применения. Знает основные свойства данных дистанционного зондирования и их классификации. Демонстрирует в целом сформированное умение отображать аэрокосмическую информацию в ГИС-пакетах, совмещать ее с данными, полученными с ГНСС-приемников, а также с прочими растровыми и векторными данными. Владеет основными элементами сбора пространственных данных с помощью ГНСС-приемника</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные понятия о геодезии и дистанционном зондировании Земли. Демонстрирует высокий уровень знаний о фигуре Земли, общеземных и референц-эллипсоидах. Знает физические и технологические принципы работы систем глобального позиционирования, основные понятия о дистанционном зондировании Земли. Хорошо ориентируется в физических и технологических основах космической съемки, аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования, а также в областях их применения. Знает основные свойства данных космической съемки и их классификации.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет отображать аэрокосмическую информацию в ГИС-пакетах, совмещать ее с данными, полученными с ГНСС-приемников, а также с прочими растровыми и векторными данными в ГИС. Владеет способами пространственных данных с помощью ГНСС-приемника.</p>

## УК.2

**Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; Владеть: методами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач Не умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; Не владеет методами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания видов ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основных методов оценки разных способов решения задач Демонстрирует частично успешные умения проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; Частичное владение способами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания видов ресурсов и ограничений для решения</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>профессиональных задач; основных методов оценки разных способов решения задач В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; В целом результативное владение способами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания видов ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основных методов оценки разных способов решения задач Успешные и самостоятельно применяемые умения проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; Свободное владение способами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p>
<p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p>	<p>Знать: основные понятия целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений применительно к профессиональной деятельности Уметь: формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. Владеть: навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные понятия целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений применительно к профессиональной деятельности Не умеет формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. Не владеет навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их решения</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	решения	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>применительно к профессиональной деятельности Демонстрирует частично успешные умения формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. Частичное владение навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их решения</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений применительно к профессиональной деятельности В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. В целом результативное владение навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их решения</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания основных понятий целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений применительно к профессиональной деятельности Успешные и самостоятельно применяемые умения формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач. Свободное владение навыками решать поставленные задачи за отведенное время и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> публично представлять результаты их решения

#### УК.4

#### Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>Знать: требования законодательства в области геоинформационных систем и технологий, знать основные законодательный акты, базовые позиции и нормативное регулирование в профессиональной области; сущность и содержание основных цивилистических понятий и категорий.</p> <p>Уметь: пользоваться источниками ДЗЗ, отвечающими требованиям законодательства, находить необходимую нормативно-правовую информацию для обеспечения своей работы.</p> <p>Владеть: приемами деятельности о области геоинформационных систем и технологий, отвечающими требованиям законодательства, навыками использования нормативных источников в своей деятельности.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает требования законодательства в области геоинформационных систем и технологий, знать основные законодательный акты, базовые позиции и нормативное регулирование в профессиональной области; сущность и содержание основных цивилистических понятий и категорий.</p> <p>Не умеет пользоваться источниками ДЗЗ, отвечающими требованиям законодательства, находить необходимую нормативно-правовую информацию для обеспечения своей работы.</p> <p>Не владеет приемами деятельности о области геоинформационных систем и технологий, отвечающими требованиям законодательства, навыками использования нормативных источников в своей деятельности.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания требований законодательства в области геоинформационных систем и технологий, знать основные законодательный акты, базовые позиции и нормативное регулирование в профессиональной области; сущность и содержание основных цивилистических понятий и категорий.</p> <p>Частично сформированные умения пользоваться источниками ДЗЗ, отвечающими требованиям законодательства, находить необходимую нормативно-правовую информацию для</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>обеспечения своей работы. Владение некоторыми приемами деятельности о области геоинформационных систем и технологий, отвечающими требованиям законодательства, навыками использования нормативных источников в своей деятельности.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания требований законодательства в области геоинформационных систем и технологий, знать основные законодательный акты, базовые позиции и нормативное регулирование в профессиональной области; сущность и содержание основных цивилистических понятий и категорий. В основном успешные умения пользоваться источниками ДЗЗ, отвечающими требованиям законодательства, находить необходимую нормативно-правовую информацию для обеспечения своей работы. Уверенное владение приемами деятельности о области геоинформационных систем и технологий, отвечающими требованиям законодательства, навыками использования нормативных источников в своей деятельности.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знать: требования законодательства в области геоинформационных систем и технологий, знать основные законодательный акты, базовые позиции и нормативное регулирование в профессиональной области; сущность и содержание основных цивилистических понятий и категорий. Уметь: пользоваться источниками ДЗЗ, отвечающими требованиям законодательства, находить необходимую нормативно-правовую информацию для обеспечения своей работы.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Владеть: приемами деятельности о области геоинформационных систем и технологий, отвечающими требованиям законодательства, навыками использования нормативных источников в своей деятельности.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
------------------------------------	--	---

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p> <p><b>ОПК.6.2</b></p>	<p>Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами и инструментами предварительной обработки космических снимков высокого разрешения: методами геометрической коррекции и ортотрансформирования снимков, оценки точности геометрической коррекции; повышения пространственного разрешения мультиспектрального снимка путем его панхроматической настройки.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
Оценивает результаты исследований в профессиональной области		



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p> <p><b>ОПК.6.2</b></p>	<p>Основы автоматизированного дешифрирования</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент показывает владение методами и инструментами управляемой классификации космических снимков, создания и редактирования обучающих выборок для классификации; а также способами постобработки результатов классификации (переклассификация, локальная перекодировка, сглаживание, растрово-векторные преобразования).</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
Оценивает результаты исследований в профессиональной области		

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p> <p><b>ОПК.6.2</b></p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент освоил основные теоретические разделы первой части курса: физические основы дистанционного зондирования Земли, основные свойства данных ДЗЗ, основы обработки цветных изображений, методы геометрической коррекции и предварительной обработки космических снимков, методы пространственной фильтрации изображений, основные алгоритмы автоматизированной классификации снимков.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Оценивает результаты исследований в профессиональной области		

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
На основе исходного космического снимка создан ортофотоплан в естественных цветах, с требуемым пространственным разрешением	15
Проведена тональная балансировка изображения.	5
Проведено совмещение созданного ортофотоплана с векторными контурами зданий и дорожной сети, оценены расхождения	5
Точность выполненной геометрической коррекции находится в пределах допуска. Рассчитаны показатели точности: RMSE, CE90, MRE	5

#### Основы автоматизированного дешифрирования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Легенда результатов классификации проработана в достаточной степени и соответствует имеющимся на изучаемом участке тематическим классам.	10
На основе исходного снимка созданы обучающие полигоны (сэмплы) различных типов местности для последующей классификации снимка.	8
Создан файл спектральных сигнатур и выполнена классификация (получен классифицированный растр)	7
Проведена оценка достоверности результатов классификации по критериям общей точности, точности производителя и точности пользователя.	5

#### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы

Студент знает особенности съемки в различных спектральных диапазонах, технологии получения данных ДЗЗ, теоретические основы предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ, уровни обработки данных ДЗЗ, и способен применять эти знания на практике. Способен самостоятельно производить поиск, отбор, заказ и получение аэрокосмической информации для решения различных задач	20
Студент освоил основное содержание курса, имеет представление об основных технологиях дистанционного зондирования Земли и методах обработки данных, знает физические основы получения изображений земной поверхности	20

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

#### **Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
------------------------------------	--	---

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p> <p><b>ОПК.6.2</b></p>	<p>Обработка данных радиолокационных спутниковых измерений</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент способен отображать радарные снимки с помощью специализированного ПО, производить фильтрацию спекл-шума, геометрическую коррекцию и совмещение снимков, определение изменений, произошедших на территории, по паре разновременных снимков.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
Оценивает результаты исследований в профессиональной области		

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p> <p><b>ОПК.6.2</b></p>	<p>Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент демонстрирует навыки работы с данными аэрофотосъемки с БПЛА, способен произвести ориентирование снимков по GPS-навигатору БПЛА, тональную балансировку и блочное уравнивание множества изображений создать ортофотоплан и выполнить оценку его точности.</p>



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
Оценивает результаты исследований в профессиональной области		

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p><b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>ПК.4.1</b> Изучает пространственные характеристики объекта наблюдения, анализирует рынок тематических продуктов на основе данных ДЗЗ, исследует и обосновывает целесообразность применения ДЗЗ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Разрабатывает техническое задание на создание космических продуктов и оказание космических услуг, осуществляет техническое сопровождение процессов создания космических продуктов и оказание космических услуг</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ОПК.6.1</b> Применяет традиционные и современные методы и технологии комплексных исследований в области геодезии и дистанционного зондирования</p> <p><b>ОПК.6.2</b></p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент усвоил знания из разделов курса: «Физические основы получения изображений земной поверхности»; «Виды и технологии получения аэрокосмической съемки»; «Основные методы и приемы обработки космических снимков»; «Основы работы с цветными изображениями»; «Технологии применения ДЗЗ в картографии»; «Основы дешифрирования снимков»; «применение методов классификации снимков»</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Оценивает результаты исследований в профессиональной области		

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Обработка данных радиолокационных спутниковых измерений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнена интерпретация разновременных радиолокационных снимков, выявлены изменения на изучаемой территории, на основе полученных данных составлена тематическая карта	15
Успешно проведено геометрическое совмещение разновременных снимков Sentinel-1	5
Радиолокационный снимок Sentinel-1 корректно отображен в программе	5
Проведена фильтрация спекл-шума на разновременных снимках Sentinel-1	5

#### Основы обработки данных аэрофотосъемки и съемки с БПЛА

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
На основе снимков с БПЛА создан ортофотоплан территории. Пространственное разрешение ортофотоплана соответствует требованиям Технического задания.	15
Выполнено ориентирование снимков по GPS-навигатору БПЛА, тональная балансировка и блочное уравнивание снимков.	8
Точность геометрической коррекции снимка соответствует требованиям допуска. Проведена оценка точности по критериям RMSE, CE90	7

#### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Студент знает физические основы получения изображений земной поверхности, имеет представление о различных технологиях дистанционного зондирования Земли, включая радиолокационную, микроволновую и тепловую съемку	10

Студент знает основы получения и обработки снимков с БПЛА и способен применять эти знания на практике.	10
Студент знает теоретические основы различных методов управляемой и неуправляемой классификации изображений, их преимущества и недостатки	10
Студент знает основные методы анализа изменений объектов земной поверхности по снимкам в оптическом и радиолокационном диапазонах	10