

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра картографии и геоинформатики**

Авторы-составители: **Шихов Андрей Николаевич  
Пьянков Сергей Васильевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ**  
Код УМК 90503

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: **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

**ПК.25** способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования

**ПК.27** готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок

**ПК.29** способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (направленность: Дистанционное зондирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8,10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	5
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	180
<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>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (8 триместр) Экзамен (10 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. Сканирующая 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-Sharpening.

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

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

Изучение курса в 10 триместре включает следующие основные разделы

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)

## **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. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И. К. Лурье. — М.: КДУ, 2010. — 425 с. : табл., ил. — ISBN 978-5-98227-706-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех: [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/7103>

2. Попов, С. Ю. Геоинформационные системы и пространственный анализ данных в науках о лесе / С. Ю. Попов. — Санкт-Петербург : Интермедия, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-4383-0034-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/30206>

### Дополнительная:

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

2. Книжников Ю. Ф.,Кравцова В. И.,Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований:учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "География" и специальностям "География" и "Картография"/Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина.- Москва:Академия,2011, ISBN 978-5-7695-6830-5.-410616.

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

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

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

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

<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-образовательную среду университета.

Лицензионный программный комплекс: ArcGIS

Программный комплекс с открытым кодом Q-GIS

Архив открытых геоданных портала GIS-LAB.INFO.

Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система: база данных. – Доступ из сети ПГНИУ

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

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации требуется: 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.

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**

**ПК.27**

**готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.27</b> готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p>	<p>Знать: Основные виды съемочной аппаратуры для проведения космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА, физические принципы устройства съемочной аппаратуры; современные тенденции в развитии аппаратуры для аэрокосмических съемок. Уметь: Оценивать качество данных, полученных с различной съемочной аппаратуры, в том числе новейшей (микро- и наноспутников); производить необходимое обслуживание съемочной аппаратуры и носителей для проведения съемки с БПЛА Владеть: методами и алгоритмами оценки качества данных аэрофото- и космических съемок на основе критериев геометрической точности, радиометрического разрешения и др.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные виды съемочной аппаратуры для проведения космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА, физические принципы устройства съемочной аппаратуры; современные тенденции в развитии аппаратуры для аэрокосмических съемок. Не умеет оценивать качество данных, полученных с различной съемочной аппаратуры, в том числе новейшей (микро- и наноспутников); производить необходимое обслуживание съемочной аппаратуры и носителей для проведения съемки с БПЛА Не владеет методами и алгоритмами оценки качества данных аэрофото- и космических съемок на основе критериев геометрической точности, радиометрического разрешения и др.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные виды съемочной аппаратуры для проведения космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА, имеет общее представление о физических принципах устройства съемочной аппаратуры; современных тенденциях в развитии аппаратуры для аэрокосмических съемок. Демонстрирует частично успешные умения оценивать качество данных, полученных с различной съемочной аппаратуры, в том числе новейшей (микро- и наноспутников); производить необходимое обслуживание съемочной аппаратуры и носителей для проведения съемки с БПЛА Владеет некоторыми методами и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>алгоритмами оценки качества данных аэрофото- и космических съемок на основе критериев геометрической точности, радиометрического разрешения и др.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные виды съемочной аппаратуры для проведения космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА; хорошо ориентируется в физических принципах устройства съемочной аппаратуры; современных тенденциях в развитии аппаратуры для аэрокосмических съемок. Демонстрирует в целом успешные умения оценивать качество данных, полученных с различной съемочной аппаратуры, в том числе новейшей (микро- и наноспутников); производить необходимое обслуживание съемочной аппаратуры и носителей для проведения съемки с БПЛА</p> <p>В целом успешно владеет методами и алгоритмами оценки качества данных аэрофото- и космических съемок на основе критериев геометрической точности, радиометрического разрешения и др.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует глубокие знания основных видов съемочной аппаратуры для проведения космической съемки, аэрофотосъемки и съемки с БПЛА, физических принципов устройства съемочной аппаратуры; современных тенденций в развитии аппаратуры для аэрокосмических съемок. Демонстрирует успешные умения оценивать качество данных, полученных с различной съемочной аппаратуры, в том числе новейшей (микро- и наноспутников); производить необходимое обслуживание съемочной аппаратуры и носителей для проведения съемки с БПЛА</p> <p>Свободно владеет методами и алгоритмами оценки качества данных аэрофото- и космических съемок на основе критериев геометрической точности, радиометрического разрешения и др.</p>

## ПК.25

### способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.25</b> способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</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 каналы.</p> <p>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</p> <p>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></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.</p> <p>Не умеет 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.</p> <p>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></p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>Владеет элементами технологии анализа динамики природных и антропогенных объектов по временным рядам данных ДЗЗ, включая алгоритмы одноканального</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>обнаружения изменений, многоканального обнаружения изменений, анализа динамики вегетационных индексов, но не способен решать задачи самостоятельно.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>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 изменений, наиболее информативных спектральных каналов.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>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>

### ПК.29

**способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования</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 и автоматизированного дешифрирования.</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. 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. 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> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общее представление об особенностях</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<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><b>Удовлетворительн</b></p> <p>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><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 дешифрирования.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>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</p> <p>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>

### 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
<b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит	Знать: основные российские и зарубежные информационные ресурсы и источники научной литературы по тематике ДЗЗ,	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> Не знает основные российские и зарубежные информационные ресурсы и источники научной литературы по тематике ДЗЗ,

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
критическую оценку надежности ее источников	<p>требования к правильному оформлению ссылок на информационные ресурсы и научную литературу</p> <p>Уметь: выполнять поиск информационных ресурсов (данных) и научной литературы по определенной тематике, а также оценивать надежность источников информации</p> <p>Владеть: возможностями современных поисковых систем в сети Интернет, включая англоязычные информационные ресурсы</p>	<p><b>Неудовлетворител</b></p> <p>требования к правильному оформлению ссылок на информационные ресурсы и научную литературу</p> <p>Не умеет выполнять поиск информационных ресурсов (данных) и научной литературы по определенной тематике, а также оценивать надежность источников информации</p> <p>Не владеет возможностями современных поисковых систем в сети Интернет, включая англоязычные информационные ресурсы</p> <p><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных российских и зарубежных информационных ресурсов и источников научной литературы по тематике ДЗЗ, требований к правильному оформлению ссылок на информационные ресурсы и научную литературу</p> <p>Частично сформированные умения выполнять поиск информационных ресурсов (данных) и научной литературы по определенной тематике, а также оценивать надежность источников информации</p> <p>Владение некоторыми возможностями современных поисковых систем в сети Интернет, включая англоязычные информационные ресурсы.</p> <p><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных российских и зарубежных информационных ресурсов и источников научной литературы по тематике ДЗЗ, требований к правильному оформлению ссылок на информационные ресурсы и научную литературу</p> <p>В основном успешные умения выполнять поиск информационных ресурсов (данных) и научной литературы по определенной тематике, а также оценивать надежность источников информации</p> <p>Уверенное владение возможностями современных поисковых систем в сети Интернет, включая англоязычные</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p><b>Хорошо</b> информационные ресурсы.</p> <p><b>Отлично</b> Глубокие и самостоятельно применяемые знания основных российских и зарубежных информационных ресурсов и источников научной литературы по тематике ДЗЗ, требований к правильному оформлению ссылок на информационные ресурсы и научную литературу</p> <p>Полностью сформированные и самостоятельно применяемые умения выполнять поиск информационных ресурсов (данных) и научной литературы по определенной тематике, а также оценивать надежность источников информации</p> <p>Свободное владение возможностями современных поисковых систем в сети Интернет, включая англоязычные информационные ресурсы.</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</p> <p>Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов;</p> <p>Владеть: методами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p>	<p><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач</p> <p>Не умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов;</p> <p>Не владеет методами определения цели и задач проекта; оценки реализуемости и продолжительности решения задачи</p> <p><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</p> <p>Демонстрирует частично успешные умения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>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 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</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</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>деятельности и выполнению курсовой/выпускной работы</p> <p>Уметь: формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>Владеть: навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их решения</p>	<p><b>Неудовлетворител</b></p> <p>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><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений применительно к профессиональной деятельности</p> <p>Демонстрирует частично успешные умения формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>Частичное владение навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их решения</p> <p><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</p> <p>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.</p> <p>В целом результативное владение навыками решать поставленные задачи за отведенное время и публично представлять результаты их решения</p> <p><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>основных понятий целей, задач, способов решения задач, ресурсов и ограничений применительно к профессиональной деятельности</p> <p>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 публично представлять результаты их решения</p>

#### 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: основные требования к публичному выступлению и донесению полученных результатов до слушателей, включая требования к структурированию доклада</p> <p>Уметь: четко выстраивать последовательность изложения материала в докладе, представлять доклад таким образом, чтобы основные результаты были понятны для аудитории, добиваться привлечения внимания аудитории к рассматриваемой проблематике и полученным результатам</p> <p>Владеть: навыками публичного выступления, научной стилистикой донесения материала, средствами подготовки презентации</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные требования к публичному выступлению и донесению полученных результатов до слушателей, включая требования к структурированию доклада</p> <p>Не умеет четко выстраивать последовательность изложения материала в докладе, представлять доклад таким образом, чтобы основные результаты были понятны для аудитории, добиваться привлечения внимания аудитории к рассматриваемой проблематике и полученным результатам</p> <p>Не владеет навыками публичного выступления, научной стилистикой донесения материала, средствами подготовки презентации</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных требований к публичному выступлению и донесению полученных результатов до слушателей, включая требования к структурированию доклада</p> <p>Частично сформированные умения четко выстраивать последовательность изложения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>материала в докладе, представлять доклад таким образом, чтобы основные результаты были понятны для аудитории, добиваться привлечения внимания аудитории к рассматриваемой проблематике и полученным результатам Владение базовыми навыками публичного выступления, слабое представление о стилистике научного доклада, владение средствами подготовки презентации</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В основном сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных требований к публичному выступлению и донесению полученных результатов до слушателей, включая требования к структурированию доклада В основном успешные умения четко выстраивать последовательность изложения материала в докладе, представлять доклад таким образом, чтобы основные результаты были понятны для аудитории, добиваться привлечения внимания аудитории к рассматриваемой проблематике и полученным результатам Уверенное владение навыками публичного выступления, имеет представление о стилистике научного доклада, владение средствами подготовки презентации</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и самостоятельно применяемые знания основных требований к публичному выступлению и донесению полученных результатов до слушателей, включая требования к структурированию доклада Полностью сформированные и самостоятельно применяемые умения четко выстраивать последовательность изложения материала в докладе, представлять доклад таким образом, чтобы основные результаты были понятны для аудитории, добиваться привлечения внимания аудитории к рассматриваемой проблематике и полученным результатам</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> Свободное владение навыками публичного выступления, научной стилистикой донесения материала, высококлассное владение средствами подготовки презентации

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**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

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников <b>УК.2.3</b> Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений <b>УК.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели <b>ПК.27</b> готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок <b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования	Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	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.

<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.2.1</b> Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ПК.25</b> способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p><b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования</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>
<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>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ПК.25</b> способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p><b>ПК.27</b> готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p><b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования</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>

### **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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
На основе исходного космического снимка создан ортофотоплан в естественных цветах, с требуемым пространственным разрешением	15
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
Проведена тональная балансировка изображения.	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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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
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

**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>
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.25</b> способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p><b>ПК.27</b> готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p><b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования</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 одновременных снимков.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>УК.1.1</b> Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p><b>ПК.25</b> способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p><b>ПК.27</b> готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p><b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования</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>
<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>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p><b>ПК.25</b> способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p><b>ПК.27</b> готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p><b>ПК.29</b> способность к использованию материалов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий при проведении мониторинга окружающей среды и для рационального природопользования</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>

### 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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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 SNAP	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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

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