

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

Направления подготовки	21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (направленность: Дистанционное зондирование)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8,10
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	84
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	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-Sharpning.

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 Сайт кафедры картографии и геоинформатики, ГИС-центра, Центра космического мониторинга ПермГУ

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).

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>ПК.27 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">Неудовлетворител</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">Удовлетворительн</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;">Удовлетворительн</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;">Хорошо</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;">Отлично</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>ПК.25 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>Неудовлетворител</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>Удовлетворительн</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;">Удовлетворительн</p> <p>обнаружения изменений, многоканального обнаружения изменений, анализа динамики вегетационных индексов, но не способен решать задачи самостоятельно.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</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;">Отлично</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;">Отлично</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>ПК.29 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;">Неудовлетворител</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;">Удовлетворительн</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>Удовлетворительн</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>Хорошо</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;">Хорошо</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;">Отлично</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
УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит	Знать: основные российские и зарубежные информационные ресурсы и источники научной литературы по тематике ДЗЗ,	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные российские и зарубежные информационные ресурсы и источники научной литературы по тематике ДЗЗ,</p>

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>Неудовлетворител</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>Удовлетворительн</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>Хорошо</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>Хорошо информационные ресурсы.</p> <p>Отлично 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>УК.2.3 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>Неудовлетворител</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>Удовлетворительн</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;">Удовлетворительн</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;">Хорошо</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;">Отлично</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>УК.2.1 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;">Неудовлетворител</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>Неудовлетворител</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>Удовлетворительн</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>Хорошо</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>Отлично</p> <p>Глубокие и систематизированные знания</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</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>УК.4.3 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;">Неудовлетворител</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;">Удовлетворительн</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;">Удовлетворительн</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;">Хорошо</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;">Отлично</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>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично 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
УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников УК.2.3 Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели 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	Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция. Создание ортофотопланов Защищаемое контрольное мероприятие	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.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p>УК.4.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ПК.25 способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p>ПК.29 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>Защищаемое контрольное мероприятие</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>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.3 Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p>УК.4.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ПК.25 способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p>ПК.27 готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p>ПК.29 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>Итоговое контрольное мероприятие</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**

Показатели оценивания	Баллы
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**

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 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

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>ПК.25 способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p>ПК.27 готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p>ПК.29 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>Защищаемое контрольное мероприятие</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>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>ПК.25 способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p>ПК.27 готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p>ПК.29 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>Защищаемое контрольное мероприятие</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>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.3 Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p>УК.4.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ПК.25 способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования</p> <p>ПК.27 готовность к исследованию новых геодезических, фотограмметрических приборов и систем, аппаратуры для аэрокосмических съемок</p> <p>ПК.29 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>Итоговое контрольное мероприятие</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, выставяемый 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 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, выставяемый 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, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
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