



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Геодезический факультет
Кафедра аэрокосмических съемок



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
17 февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДУЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК И ФОТОГРАММЕТРИИ
«Б1.В.01.03 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Аэрокосмические съёмки и фотограмметрия

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 8 з.е.
в академических часах: 288 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:

Доцент кафедры Аэрокосмических съемок, к.н. Алтынов А. Е.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	23.01.2023, № 8

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре ОП
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
 - 5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля
6. Оценочные материалы текущего контроля
7. Оценочные материалы промежуточной аттестации
8. Порядок проведения промежуточной аттестации
9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
 - 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 9.4. Оборудование и технические средства обучения
10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - совокупности теоретических знаний и практических навыков, обеспечивающих знания методов и средств аэрокосмических съемок для решения научных и прикладных задач в области геодезии и картографии, проведения работ, связанных с проектированием и изысканиями на местности.

Задачи изучения дисциплины:

- обоснование правильности выбранной модели аэрокосмических съемок путем сопоставления экспериментальных данных и ожидаемых решений;;
- сбор и анализ научно-технической информации в области интеллектуальных информационных систем и технологий аэрокосмических съемок различного назначения;;
- сбор, анализ и обобщение данных о отражательно-излучательных свойствах поверхности Земли и планет..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-7 Способен выполнять технологические операции по созданию космических продуктов и оказанию космических услуг на основе использования данных ДЗЗ

ПК-7.1 Выполнение операции по подготовке плана космической съемки, приему и восстановлению характеристик (первичной обработке) данных ДЗЗ

Знать:

ПК-7.1/Зн1 Основы дистанционного зондирования, методов планирования космической съемки

Уметь:

ПК-7.1/Ум1 Работать с программным обеспечением для обработки изображений, включая выполнение первичной обработки данных (восстановление характеристик, геометрическая коррекция)

Владеть:

ПК-7.1/Нв1 Навыками работы с геоинформационными системами (ГИС) для анализа и интеграции данных.

ПК-7.2 Выполняет технологические операции по фотограмметрической обработке данных ДЗЗ

Знать:

ПК-7.2/Зн1 Принципы устройства и работы различных съемочных систем дистанционного зондирования Земли, включая спутниковое зондирование и съемку с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

Уметь:

ПК-7.2/Ум1 Проводить все этапы фотограмметрической обработки данных ДЗЗ.

Владеть:

ПК-7.2/Нв1 Программным обеспечением для фотограмметрической обработки, создания ортофотомозаик и 3D-моделей

ПК-7.3 Выполняет дешифрирование материалов космической съемки

Знать:

ПК-7.3/Зн1 Основы дистанционного зондирования Земли, методы дешифрирования и характеристики космических аппаратов

Уметь:

ПК-7.3/Ум1 Применять специализированное программное обеспечение, анализировать изображения и интерпретировать полученные данные, а также

Владеть:

ПК-7.3/Нв1 Навыками работы с различными типами материалов космической съемки для решения конкретных задач

ПК-7.4 Создает тематические информационные продукты на основе данных ДЗЗ

Знать:

ПК-7.4/Зн1 Теоретические и методические основы радиометрической коррекции и фотограмметрической обработки данных ДЗЗ

Уметь:

ПК-7.4/Ум3 Применять средства вычислительной техники для математической обработки результатов фотограмметрических измерений

Владеть:

ПК-7.4/Нв1 Владеть навыками использования специализированного программного обеспечения для обработки и анализа данных дистанционного зондирования, что позволяет эффективно разрабатывать космические продукты и предоставлять услуги в различных областях, таких как экология, сельское хозяйство и управление земельными ресурсами.

ПК-13 Способен организовывать метрологическое обеспечение подразделений

ПК-13.1 Организует работы по поверке (калибровке) средств измерений в подразделении

Знать:

ПК-13.1/Зн5 Принципы построения и состав типовых оптических систем

Уметь:

ПК-13.1/Ум5 Обобщать и анализировать информацию

Владеть:

ПК-13.1/Нв1 Навыками разработка нормативных документов на проведение поверки (калибровки) средств измерений и навыками их проведения

ПК-13.2 Организует работы по обновлению эталонной базы, поверочного оборудования и средств измерений

Знать:

ПК-13.2/Зн3 Принципы построения и состав типовых оптических систем

Уметь:

ПК-13.2/Ум4 Обобщать и анализировать информацию

Владеть:

ПК-13.2/Нв2 Навыками исследования новых геодезических, астрономических, гравиметрических, фотограмметрических приборов, инструментов и систем, аэрофотосъемочного оборудования.

ПК-13.3 Анализирует состояние метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации

Знать:

ПК-13.3/Зн4 Распространенные методики исследования инструментальных погрешностей для оценки эффективности выбора той или иной технологии с последующим применением в профессиональной сфере

Уметь:

ПК-13.3/Ум5 Обобщать и анализировать информацию

Владеть:

ПК-13.3/Нв5 Навыками определения положения и размера изображения

ПК-13.4 Готовит подразделения метрологической службы организации к прохождению аккредитации в области обеспечения единства измерений

Знать:

ПК-13.4/Зн3 Принципы построения и состав типовых оптических систем

Уметь:

ПК-13.4/Ум3 Обобщать и анализировать информацию

Владеть:

ПК-13.4/Нв2 Наиболее распространенными методиками исследования инструментальных погрешностей геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъемочного оборудования и ГНСС

ПК-13.5 Организует рабочие места в подразделении метрологической службы организации

Знать:

ПК-13.5/Зн4 Принципы построения и состав типовых оптических систем

Уметь:

ПК-13.5/Ум4 Обобщать и анализировать информацию

Владеть:

ПК-13.5/Нв2 Навыками эксплуатации и исследования новых геодезических, астрономических, гравиметрических, фотограмметрических приборов, инструментов и систем, аэрофотосъемочного оборудования.

ПК-13.6 Организует работы по метрологической экспертизе технической документации

Знать:

ПК-13.6/Зн3 Принципы построения и состав типовых оптических систем

Уметь:

ПК-13.6/Ум3 Обобщать и анализировать информацию

Владеть:

ПК-13.6/Нв4 Навыками определения положения и размера изображения

ПК-16 Способен разрабатывать проекты создания фотограмметрической продукции

ПК-16.1 Разрабатывает проекты создания фотограмметрической продукции

Знать:

ПК-16.1/Зн2 Нормативно-правовые акты и нормативно-техническая документация в области аэрофотогеодезии

Уметь:

ПК-16.1/Ум3 Порядок планирования и проектирования фотограмметрических работ

Владеть:

ПК-16.1/Нв2 Навыками сбора и обработки исходной пространственной информации для планирования и организации проведения геоинформационных проектов

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.01.03 «Техника и технология аэрокосмических съемок» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5, 6, 7.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
5 семестр	108	3	34	17	21	Экзамен (36)
6 семестр	72	2	28	28	16	Зачет с оценкой
7 семестр	108	3	30	15	27	Курсовая работа Экзамен (36)
Всего	288	8	92	60	64	72

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение в АКС	12	4	4	4	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4 ПК-13.6
Тема 1.1. Аэрокосмические съемки как комплекс методов и средств дистанционного зондирования Земли и планет Солнечной системы.	6	2	2	2	
Тема 1.2. Основные спектральные диапазоны функционирования аэрокосмических систем ДЗЗ.	6	2	2	2	

Раздел 2. Распространение и взаимодействие излучения с окружающей средой	33	18	6	9	ПК-7.3 ПК-13.1 ПК-13.2
Тема 2.1. Излучательные характеристики природных объектов.	11	6	2	3	ПК-13.3 ПК-13.4 ПК-13.5
Тема 2.2. Распространение излучения и взаимодействие излучения с окружающей средой.	11	6	2	3	
Тема 2.3. Модель входных сигналов в частотной и пространственной области.	11	6	2	3	
Раздел 3. Методы, средства и компоненты съёмочных систем для получения данных ДЗ пассивным методом	27	12	7	8	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4
Тема 3.1. Аэрофотосъёмочный комплекс, состав, основные компоненты.	10	4	3	3	ПК-13.6 ПК-16.1
Тема 3.2. Приемники и накопители энергии излучения природных объектов в системах ДЗЗ	9	4	2	3	
Тема 3.3. Панхроматические, спектрзональные и многозональные фотографические и оптико-электронные системы самолетного и космического базирования. Системы видимого и ближнего инфракрасного диапазона	8	4	2	2	
Раздел 4. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет	42	16	16	10	ПК-7.3 ПК-7.4
Тема 4.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - теплови-зоры	10	4	4	2	
Тема 4.2. Активные методы аэрокосмических съемок.	10	4	4	2	
Тема 4.3. Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона	10	4	4	2	
Тема 4.4. РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА)	12	4	4	4	
Раздел 5. Основы навигации и расчет орбит космических летательных аппаратов ДЗЗ	30	12	12	6	ПК-7.1 ПК-13.2

Тема 5.1. Носители съемочной аппаратуры для съемок и ДЗЗ	10	4	4	2	
Тема 5.2. Траектории движения КЛА.	6	2	2	2	
Тема 5.3. Трасса, высота и скорость движения КЛА по орбите	8	4	4		
Тема 5.4. . Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач ДЗЗ	6	2	2	2	
Раздел 6. Системы отображения, форматы записи и уровни предварительной обработки данных аэрокосмических съемок	12	4	4	4	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6
Тема 6.1. Математическая модель аналогового и цифрового изображения.	6	2	2	2	
Тема 6.2. Системы отображения и предварительной обработки материалов космических съемок.	6	2	2	2	
Раздел 7. Статистические и спектральный пространственный анализ аэрокосмических изображений	22	8	5	9	ПК-13.2
Тема 7.1. Спектральная функция. Определение спектральной функции	11	4	3	4	
Тема 7.2. Пространственная фильтрация изображения	11	4	2	5	
Раздел 8. Методы описания, оценки и прогнозирования качества аэрокосмических снимков	38	18	6	14	ПК-7.1 ПК-7.3 ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-16.1
Тема 8.1. Многомерный статистический анализ изображений.	16	10	2	4	
Тема 8.2. Улучшение визуального восприятия аэрокосмической информации	12	4	2	6	
Тема 8.3. Пространственный статистический анализ данных ДЗЗ	10	4	2	4	
Итого	216	92	60	64	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение в АКС

Тема 1.1. Аэрокосмические съемки как комплекс методов и средств дистанционного зондирования Земли и планет Солнечной системы.

Цели и задачи аэрокосмических съемок в геодезии и исследовании природных ресурсов Земли: метеорологические, природоресурсные, (картографические), разведывательные (военные), геодезические (навигационные), ретрансляционные (связь и телекоммуникации). Модель аэрокосмической съемки природных и антропогенных объектов, основные звенья информационного канала получения данных ДЗ.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Устный опрос

Тема 1.2. Основные спектральные диапазоны функционирования аэрокосмических систем ДЗЗ.

Классификация методов аэрокосмических съемок: пассивные и активные (полуактивные) методы; фотографические (аналоговые и цифровые) методы, оптико-электронные радио-теплолокационные пассивные, оптико-электронные и радиоэлектронные активные методы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Распространение и взаимодействие излучения с окружающей средой

Тема 2.1. Излучательные характеристики природных объектов.

Излучение Солнца. Отраженное и собственное излучение объектов. Параметры и характеристики собственного излучения объектов – законы Кирхгофа, Планка, Вина и Стефана-Больцмана. Энергетические контрасты, обусловленные собственным излучением объектов в различных участках электромагнитного спектра. Характеристики объектов-излучателей в области отраженного излучения, индикатрисы отражения и рассеяния объектов. Интегральные и спектральные коэффициенты отражения излучения природными объектами.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Распространение излучения и взаимодействие излучения с окружающей средой.

. Распространение излучения и взаимодействие излучения с окружающей средой. Прохождение солнечного, отраженного, собственного и зондирующего излучения сквозь атмосферу: общие характеристики влияния атмосферы; состав атмосферы и ее модели; поглощение и излучение атмосферой; рассеяние излучения в атмосфере. Передаточная характеристика атмосферы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.3. Модель входных сигналов в частотной и пространственной области.

Модель входных сигналов в частотной и пространственной области. Энергетические, фотометрические и пространственные параметры и характеристики входных данных об исходящем излучении природных и антропогенных объектов. Информационные характеристики сигналов

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 3. Методы, средства и компоненты съёмочных систем для получения данных ДЗ пассивным методом

Тема 3.1. Аэрофотосъёмочный комплекс, состав, основные компоненты.

Оптический канал съёмочного комплекса (объектив, светофильтр, иллюминатор). Основные типы, конструкция и параметры объективов. Требования к абберационным параметрам объективов. Основные типы, конструкция и параметры объективов. Абберационные характеристики объективов АФА. Энергетические характеристики объектива Габаритные характеристики объектива. Разрешающая способность, ФПМ объектива, ФПМ оптического канала съёмочной системы. Ортоскопия объектива, калибровка и получение элементов внутреннего ориентирования системы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.2. Приемники и накопители энергии излучения природных объектов в системах ДЗЗ

Приемник излучений - как преобразователь энергии излучения (оптической, тепловой, радио) в электрический сигнал. Способы и методы формирования изображений на (или с помощью) приемниках(ов) излучений. Фотографические, фотоэлектронные и радио- методы приема и накопления информации об объектах съемки.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.3. Панхроматические, спектрзональные и многозональные фотографические и оптико-электронные системы самолетного и космического базирования. Системы видимого и ближнего инфракрасного диапазона

Методы и способы сканирования: механические, оптико-механические фотоэлектронные и электрооптические сканирующие системы. Параметры и характеристики сканирующих систем. Оптико-электронные многоканальные сканирующие съёмочные системы, их классификация, принципы устройства. Параметры и характеристики оптико-электронных сканирующих систем. Многоспектральные (гиперспектральные) сканирующие съёмочные системы. Гиперспектральные сканерные системы самолетного и космического базирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет

Тема 4.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - теплови-зоры

Формирование температурного поля (поля ИК излучения) объектами земной поверхности. Влияние различных факторов на характер температурного поля (тепловая инерция, альbedo, турбулентный обмен с атмосферным воздухом, влажность, микро- и макрорельеф поверхности, растительность). Методы и аппаратура тепловизионной съемки земной поверхности. Принципиальные схемы бортовых телевизионных систем. Тепловизоры с оптико-механическим и электронным сканированием. Основные параметры и характеристики тепловизионных систем. Определение параметров тепловизионных систем.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 4.2. Активные методы аэрокосмических съемок.

Активные методы аэрокосмических съемок. Лидарная (лазерная) съемка земной поверхности. Принципы лазерного сканирования земной поверхности. Особенности ограничения метода, преимущества и недостатки.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 4.3. Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона

Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона: панорамные радиолокаторы, радиолокационные системы (РЛС) бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой, скаттерометры, радиовысотометры. Принципы построения РЛС обзора земной поверхности для ДЗЗ и картографирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 4.4. РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА)

РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА). Принципы построения изображения РСА, обработка сигналов в РСА. Разрешающая способность изображений, получаемых РСА. Математическая модель снимка (сцены), получаемого РЛС БО (РСА). Измерительные и изобразительные свойства радиолокационных изображений. Критерии оценки свойств РЛС-изображений – влияние рельефа, влияние кривизны Земли и атмосферной рефракции. Дешифровочные признаки радиолокационных изображений. Методы и способы дешифрирования РЛС-изображений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 5. Основы навигации и расчет орбит космических летательных аппаратов ДЗЗ

Тема 5.1. Носители съемочной аппаратуры для съемок и ДЗЗ

Носители съемочной аппаратуры для съемок и ДЗЗ: высотные летательные аппараты, аэростаты, баллистические ракеты, ИСЗ, ОС, АМС.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 5.2. Траектории движения КЛА.

Траектории движения КЛА. Управляемое движение воздушного летательного аппарата по трассе. Движение космического летательного аппарата по баллистическим траекториям. Математическая модель невозмущенного движения КЛА. Кеплеровы элементы невозмущенного движения. Эллиптическое движение. Типы орбит КЛА (круговые, эллиптические, параболические и гиперболические). Общая характеристика возмущенного и невозмущенного движения, вековые и периодические возмущающие факторы, и их учет при расчетах эфемерид орбиты КЛА. Основные параметры орбит КЛА.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 5.3. Трасса, высота и скорость движения КЛА по орбите

Трасса, высота и скорость движения КЛА по орбите. Учет влияния эллиптичности земного эллипсоида и параметров орбиты на конфигурацию трассы и параметры космической съемки земной поверхности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 5.4. . Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач ДЗЗ

Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач ДЗЗ. Кратные геосинхронные орбиты, солнечно-синхронные орбиты. Освещенность территории при космических съемках. Закономерности изменения освещенности по трассе полета КЛА.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 6. Системы отображения, форматы записи и уровни предварительной обработки данных аэрокосмических съемок

Тема 6.1. Математическая модель аналогового и цифрового изображения.

Математическая модель аналогового и цифрового изображения. Представление аэрокосмического изображения в матричной модели. Средства и методы анализа аэро- и космических изображений.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 6.2. Системы отображения и предварительной обработки материалов космических съемок.

Системы отображения и предварительной обработки материалов космических съемок. Форматы записи данных спутниковых оптико-электронных систем наблюдений. Получение, передача и предварительная обработка материалов съемок.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 7. Статистические и спектральный пространственный анализ аэрокосмических изображений

Тема 7.1. Спектральная функция. Определение спектральной функции

Спектральная функция. Определение спектральной функции. Виды спектральных функций и их свойства. Амплитудный и энергетический спектры аэрокосмических изображений и методы их определения. Преобразование Фурье. Фурье анализ изображений.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 7.2. Пространственная фильтрация изображения

Пространственная фильтрация изображения. Модель изображения при пространственной фильтрации. Фильтры-свёртки. Линейные фильтры, направленная фильтрация. Статистические фильтры. Градиентные фильтры. Устранение неопределённости граничной области. Многомасштабные преобразования. Понятие пирамиды изображения.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 8. Методы описания, оценки и прогнозирования качества аэрокосмических снимков

Тема 8.1. Многомерный статистический анализ изображений.

Многомерный статистический анализ изображений. Статистические параметры многоканальных изображений. Многомерная диаграмма рассеяния. Статистическая оценка качества изображения. Контрастность изображения. Коэффициент модуляции. Отношение сигнал/шум.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 8.2. Улучшение визуального восприятия аэрокосмической информации

Улучшение визуального восприятия аэрокосмической информации. Контрастные преобразования аэрокосмических снимков. Линейные методы увеличения контраста. Нелинейные методы увеличения контраста. Нормальное растяжение. Рефератное растяжение. Пороговое ограничение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 8.3. Пространственный статистический анализ данных ДЗЗ

Пространственный статистический анализ данных ДЗЗ. Спектральный анализ аэрокосмических изображений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Экзамен, 5 семестр.

Форма экзамена (устная, письменная, тестовая или иная), порядок его проведения (включая время на подготовку к устному ответу или время на проведение экзаменов в письменной и тестовой форме), критерии оценивания ответа студента утверждаются в Положении о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МИИГАиК. Экзамены принимаются преподавателями, ведущими занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц без разрешения Ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается. Экзамен могут также принять заведующий соответствующей кафедрой или преподаватель, назначенный заведующим кафедрой.

Экзаменационные материалы (билеты, тесты, кейсы и т.п.) утверждаются кафедрой на заседании. При проведении экзамена в устной форме по экзаменационным билетам экзаменатор может задавать студенту дополнительные вопросы, не входящие в билет, в пределах программы дисциплины (модуля).

Перед экзаменом преподаватель проводит консультацию.

Студент, допущенный к экзамену, обязан явиться к началу экзамена, определенному расписанием. Во время экзамена студенты могут пользоваться учебными программами, а с разрешения экзаменатора и справочной литературой. На экзамене не разрешается пользоваться мобильными телефонами.

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 6 семестр.

Выполнение всех работ является обязательным для всех обучающихся. Студенты, не выполнившие в полном объеме все эти работы, не допускаются кафедрой к сдаче зачёта. Итоговый контроль по курсу: для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачёт с оценкой.

На зачете студент должен показать знание содержания предмета, терминологии, умение свободно оперировать ею. При подготовке к ответу на зачете с оценкой студенту разрешено пользоваться рабочей программой дисциплины. Если студент затрудняется с самостоятельным изложением материала, то преподаватель имеет право задать ему ряд вопросов, побуждающих и направляющих студентов к полному высказыванию по данной теме в случае, если ответы на эту тему исчерпывают тему, оценка за ответ снижается.

Промежуточная аттестация: Курсовая работа, 7 семестр.

Курсовая работа должна представлять собой самостоятельное и логически завершенное теоретическое или экспериментальное исследование, связанное с разработкой теоретических вопросов, экспериментальными исследованиями или решением задач прикладного характера, являющихся, как правило, частью научно-исследовательских работ, выполняемых выпускающей кафедрой. Обучающийся выполняет курсовую работу на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных в период обучения, сформированных за период обучения в Университете компетенций. Содержание курсовой работы должно учитывать требования ФГОС ВО к профессиональной подготовленности.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 7 семестр.

Экзамен является формой оценки учебной работы студента за семестр (курс) по данной дисциплине (модулю), полученных знаний и компетенций. Экзамен проводится по окончании изучения данной дисциплины (модуля) в объеме, установленном программой учебной дисциплины (модуля). К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все требования программы по данной дисциплине (модулю).

Форма экзамена (устная, письменная, тестовая или иная), порядок его проведения (включая время на подготовку к устному ответу или время на проведение экзаменов в письменной и тестовой форме), критерии оценивания ответа студента утверждаются в Положении о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МИИГАиК. Экзамены принимаются преподавателями, ведущими занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц без разрешения Ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается. Экзамен могут также принять заведующий соответствующей кафедрой или преподаватель, назначенный заведующим кафедрой.

Экзаменационные материалы (билеты, тесты, кейсы и т.п.) утверждаются кафедрой на заседании. При проведении экзамена в устной форме по экзаменационным билетам экзаменатор может задавать студенту дополнительные вопросы, не входящие в билет, в пределах программы дисциплины (модуля).

Перед экзаменом преподаватель проводит консультацию.

Студент, допущенный к экзамену, обязан явиться к началу экзамена, определенному расписанием. Во время экзамена студенты могут пользоваться учебными программами, а с разрешения экзаменатора и справочной литературой. На экзамене не разрешается пользоваться мобильными телефонами.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение в АКС

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4 ПК-13.6

Тема 1.1. Аэрокосмические съемки как комплекс методов и средств дистанционного зондирования Земли и планет Солнечной системы.

Форма контроля/оценочное средство: Устный опрос

Вопросы/Задания:

1. Выделите основные спектральные диапазоны получения видеоинформации методами АКС.
2. Дайте определение основным параметрам, характеризующим видеоинформацию, получаемую при дистанционном зондировании.
3. На каких принципах основана классификация методов и средств аэрокосмических съемок Земли и планет.

Тема 1.2. Основные спектральные диапазоны функционирования аэрокосмических систем ДЗЗ.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Проектирование аэрокосмических съемок для различных масштабов и целей

Раздел 2. Распространение и взаимодействие излучения с окружающей средой

Контролируемые ИДК: ПК-7.3 ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-13.4 ПК-13.5

Тема 2.1. Излучательные характеристики природных объектов.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Анализ рельефа объекта съемки по ЦТК; применение ЦРМ для изучения рельефа при разбиении объекта на участки съемки.

Тема 2.2. Распространение излучения и взаимодействие излучения с окружающей средой.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Анализ рельефа объекта съемки по ЦТК; применение ЦРМ для изучения рельефа при разбиении объекта на участки съемки.

Тема 2.3. Модель входных сигналов в частотной и пространственной области.

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 3. Методы, средства и компоненты съёмочных систем для получения данных ДЗ пассивным методом

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4 ПК-13.6 ПК-16.1

Тема 3.1. Аэрофотосъёмочный комплекс, состав, основные компоненты.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разделение объекта съемки на участки по различным критериям. Построение цифровой картограммы объекта съемки в ГИС.

Тема 3.2. Приемники и накопители энергии излучения природных объектов в системах ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разделение объекта съемки на участки по различным критериям. Построение цифровой картограммы объекта съемки в ГИС.

Тема 3.3. Панхроматические, спектрзональные и многозональные фотографические и оптико-электронные системы самолетного и космического базирования. Системы видимого и ближнего инфракрасного диапазона

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разделение объекта съемки на участки по различным критериям. Построение цифровой картограммы объекта съемки в ГИС.

Раздел 4. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет

Контролируемые ИДК: ПК-7.3 ПК-7.4

Тема 4.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - теплови-зоры

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет параметров орбиты КЛА при заданных начальных условиях выведения.

Тема 4.2. Активные методы аэрокосмических съемок.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет трассы орбиты КЛА с учетом возмущающих факторов, определение координат подспутниковых точек надирной трассы и представление рас-четов в ГИС

Тема 4.3. Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет трассы орбиты КЛА с учетом возмущающих факторов, определение координат подспутниковых точек надирной трассы и представление рас-четов в ГИС

Тема 4.4. РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА)

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 5. Основы навигации и расчет орбит космических летательных аппаратов ДЗЗ

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-13.2

Тема 5.1. Носители съемочной аппаратуры для съемок и ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Подготовка полетного задания для АФС с использованием навигационного ком-плекса ФНК-АФ "ПРИН"

Тема 5.2. Траектории движения КЛА.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Подготовка полетного задания для АФС с использованием навигационного ком-плекса ФНК-АФ "ПРИН"

Тема 5.3. Трасса, высота и скорость движения КЛА по орбите

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет освещенности по трассе КЛА и экспонетрический расчет для выполнения АКС с орбиты

Тема 5.4. . Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 6. Системы отображения, форматы записи и уровни предварительной обработки данных аэрокосмических съемок

Контролируемые ИДК: ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6

Тема 6.1. Математическая модель аналогового и цифрового изображения.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Оценка качества аэрокосмического изображения по его статистическим признакам. Пространственный анализ аэрокосмических изображений

Тема 6.2. Системы отображения и предварительной обработки материалов космических съемок.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Оценка качества аэрокосмического изображения по его статистическим признакам. Пространственный анализ аэрокосмических изображений

Раздел 7. Статистические и спектральный пространственный анализ аэрокосмических изображений

Контролируемые ИДК: ПК-13.2

Тема 7.1. Спектральная функция. Определение спектральной функции

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Спектральный анализ аэрокосмических изображений. Прогнозирование контраста аэрокосмического изображения

Тема 7.2. Пространственная фильтрация изображения

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Спектральный анализ аэрокосмических изображений. Прогнозирование контраста аэрокосмического изображения

Раздел 8. Методы описания, оценки и прогнозирования качества аэрокосмических снимков

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.3 ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-16.1

Тема 8.1. Многомерный статистический анализ изображений.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Спектральный анализ аэрокосмических изображений. Прогнозирование контраста аэрокосмического изображения

Тема 8.2. Улучшение визуального восприятия аэрокосмической информации

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Спектральный анализ аэрокосмических изображений. Прогнозирование контраста аэрокосмического изображения

Тема 8.3. Пространственный статистический анализ данных ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-13.1 ПК-16.1 ПК-7.2 ПК-13.2 ПК-7.3 ПК-13.3 ПК-7.4 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6

Вопросы/Задания:

1. Выделите основные спектральные диапазоны получения видеоинформации методами АКС.

2. Дайте определение основным параметрам, характеризующим видеоинформацию, получаемую при дистанционном зондировании.

3. В каком спектральном диапазоне электромагнитного излучения выше пространственное разрешение - видимом или инфракрасном?

4. Чем объясняется более высокое пространственное разрешение фотографических оп-тико-электронных систем по сравнению с радиоэлектронными приборами?

5. Отобразите основные узлы системы получения видеоинформации при дистанцион-ном зондировании и их назначение.

6. Охарактеризуйте основные достоинства и недостатки активного методов получения видеоинформации при дистанционном зондировании

7. Каким законом описывается распределение энергии излучения черного тела по спектру длин волн.

8. Что такое серый излучатель?

9. Что такое яркостная температура? Что такое цветовая температура?

10. Дайте определение радиационной температуры.

11. Каковы отличия кривых спектральной плотности энергетической светимости черного тела и серого тела при одной и той же температуре?

12. Из реальных тел наивысшей поглощательной способностью обладает сажа (копоть). Чем это объясняется?

13. Что называется, параметром приемников излучения?

14. Приведите основные параметры ПИ видимого, ИК и радиодиапазона

15. Объясните принцип действия фотоэлектрических ПИ.
16. Объясните принцип действия тепловых ПИ.
17. Объясните принцип действия радиоэлектронных ПИ.
18. Дайте определение порога чувствительности ПИ в единичной полосе частот.
19. Что такое пороговый поток приемника излучения
20. Что называется, характеристикой приемников излучения

6 семестр, Зачет с оценкой

*Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-13.1 ПК-16.1 ПК-7.2 ПК-13.2 ПК-7.3 ПК-13.3 ПК-7.4
ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6*

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение трассы летательного аппарата.
2. Укажите основные элементы небесной сферы.
3. Объясните суть горизонтальной системы координат.
4. Объясните суть экваториальной системы координат
5. Покажите связь между горизонтальными и экваториальными координатами точек небесной сферы.
6. Что такое звёздное время?
7. Укажите основные принципы сканирования
8. Перечислите основные параметры и характеристики сканирующих систем
9. Что такое параллельное сканирование?
10. Что такое последовательное сканирование?
11. Перечислите достоинства и недостатки оптико-механических сканирующих систем.
12. Перечислите достоинства и недостатки фотоэлектронных сканирующих систем.
13. Укажите основные достоинства и недостатки фотоэлектронных сканирующих систем на базе матричных многоэлементных приемников излучения.
14. Приведите схемы оптико-механических сканирующих систем
15. Приведите принципиальные схемы оптико-электронных сканирующих систем

16. Приведите схемы радиоэлектронных сканирующих систем
17. Расскажите суть пассивных методов дистанционного зондирования.
18. Фотографические системы аэрокосмических съемок.

7 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-13.1 ПК-16.1 ПК-7.2 ПК-13.2 ПК-7.3 ПК-13.3 ПК-7.4 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6

Вопросы/Задания:

1. Оценка точности тематической классификации. Какие типы статистических распределений используются при анализе аэрофотоизображений?
2. Как по изображению, представленному в цифровом виде, построить гистограмму?
3. Как по гистограмме определить моду и медиану?
4. Как называют начальный момент 1-го порядка, центральные моменты 2-го, 3-го и 4-го порядков?
5. Что такое центрированные и стандартизованные случайные величины?
6. Поведение какого параметра характеризует статистическое распределение хи-квадрат и для чего оно используется?
7. Для заданной гистограммы изображения в виде $f(x)$ и двух точек x_1 и x_2 что означают величины $f(x_1)$, $f(x_2)$ и площадь гистограммы между ними?
8. Для каких целей при анализе аэрофотоизображений используют методы дискриминантного анализа?
9. Какие типы статистических признаков используют при анализе аэрофотоизображений?
10. Чем отличаются энтропия 1-го порядка от энтропии 2-го порядка?
11. В каком случае 1-ая энтропия изображения будет максимальной, и в каком случае она будет равна нулю?
12. Что такое критерий значимости и как его используют при оценке степени приближения полученной гистограммы изображения к предполагаемому закону распределения вероятностей?
13. Что такое проверка гипотез применительно к анализу аэрофотоизображений и какие ошибки при этом учитывают?
14. Как влияют яркостно-контрастные характеристики изображения на значения его статистических параметров.

15. Суть контрастных преобразований аэрокосмических снимков.
16. Что такое линейные методы увеличения контраста?
17. Суть спектрального анализа аэрокосмических изображений.
18. Что такое пространственная фильтрация изображения и модель изображения при пространственной фильтрации.
19. Что такое фильтры-свёртки. Статистические фильтры. Градиентные фильтры.
20. Какие типы статистических распределений используются при анализе аэрофотоизображений.

7 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-13.1 ПК-16.1 ПК-7.2 ПК-13.2 ПК-7.3 ПК-13.3 ПК-7.4 ПК-13.4 ПК-13.5 ПК-13.6

Вопросы/Задания:

1. Оценка качества изображения, полученного мультиспектральной космической съёмочной системой.
2. Автоматизированная обработка и анализ данных ДЗЗ для определения динамики изменений природно-территориальных комплексов

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Алтынов А.Е., Грузинов В.С., Мишин И.В. Статистический анализ аэрокосмических изображений: Методическое пособие. М.: Изд-во МИИГАиК, 2015, 52 с.
2. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования / У.Г. Рис. - 2-е изд. - Издательство Техносфера, 2006. - 336с - 5-94836-094-6. - Текст: непосредственный.
3. Составители: Севастьянова М.Н., Серебряков С.А. Методическое пособие по курсу «Техника и технология аэрокосмической съёмки». Раздел «Цифровые аэрофотосъёмочные системы». М.: Изд. МИИГАиК, 201. 58 с.

Дополнительная литература

1. Гонин Г.Б. Космическая фотосъёмка для изучения природных ресурсов. / Г.Б. Гонин. - Недра: Ленинград. отд.-е., 1980.. - 319 - Текст: непосредственный.
2. Журкин И.Г. Автоматизация обработки аэрокосмической информации: учеб. пособие. / И.Г. Журкин, Н.К. Шавенько. - МИИГАиК, 1989. - 147 - Текст: непосредственный.
3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы, проблемы: Учебное пособие. / Ю.Ф. Книжников. - Изд-во МГУ, 1997. - 129 - 5-211-03664-6. - Текст: непосредственный.
4. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: Учебное пособие. / В.А. Малинников, А.Ф. Стеценко, А.Е. Алтынов, С.М. Попов. - МИИГАиК, 2009. - 140 - 978-5-91188-015-6. - Текст: непосредственный.

5. Алмазов И.В. Методические указания для выполнения курсовой работы по курсу "Аэрокосмическая съёмка". Определение изобразительных, фотограмметрических и статистических параметров аэрофотоизображения. / И.В. Алмазов, А.Ф. Стеценко. - МИИГАиК, 2007. - 14 - Текст: непосредственный.

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. <https://www.garant.ru> - Информационно-правовой портал "Гарант"

Ресурсы «Интернет»

1. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts/catalognational> - Каталог национальных стандартов
2. <http://www.geoprofi.ru> - Журнал «Геопрофи»
3. <https://racurs.ru/> - ФИРМА «РАКУРС»
4. <https://gisinfo.ru/> - Сайт ЗАО КБ "Панорама". Видеоуроки.
5. <http://www.dataplus.ru/news/arcreview> - Электронные версии журнала ArcReview
6. <http://jr.rse.cosmos.ru> - Электронная версия журнала "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. MapInfo;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 15 шт.

Маркерная доска - 1 шт.

Плоттер - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.