



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

Геодезический факультет
Кафедра астрономии и космической геодезии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДУЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЁМОК И ФОТОГРАММЕТРИИ
«Б1.В.02.10 СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**

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): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2026

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	28.01.2026, № 14

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 - получение профессиональных компетенций обучающегося по использованию результатов аэрокосмических съёмок поверхности Земли для проведения комплексных исследований междисциплинарного характера с использованием как дистанционных, аналитических и геоинформационных методов направленных на исследование природной среды.

Задачи изучения дисциплины:

- глубокая осведомленность, анализ и обобщение информации о технологиях исследования Земли и планет дистанционными методами;;
- разработка и внедрение информационных технологий в области аэрокосмических съёмок Земли и планет Солнечной системы, геоинформационного анализа, обработки результатов космической деятельности;;
- использование математических методов обработки, анализа и синтеза при проектировании и реализации съёмочных систем оптико-электронного и радиоэлектронного наблюдений..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-13 Способен выполнять технологические операции по созданию космических продуктов и оказанию космических услуг на основе использования данных ДЗЗ

ПК-13.1 Выполнение операции по подготовке плана космической съемки, приему и восстановлению характеристик (первичной обработке) данных ДЗЗ

Знать:

ПК-13.1/Зн1 Основы дистанционного зондирования, методов планирования космической съемки

Уметь:

ПК-13.1/Ум1 Работать с программным обеспечением для обработки изображений, включая выполнение первичной обработки данных (восстановление характеристик, геометрическая коррекция)

Владеть:

ПК-13.1/Нв1 Навыками работы с геоинформационными системами (ГИС) для анализа и интеграции данных.

ПК-13.2 Выполняет технологические операции по фотограмметрической обработке данных ДЗЗ

Знать:

ПК-13.2/Зн1 Принципы устройства и работы различных съёмочных систем дистанционного зондирования Земли, включая спутниковое зондирование и съемку с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

Уметь:

ПК-13.2/Ум1 Проводить все этапы фотограмметрической обработки данных ДЗЗ.

Владеть:

ПК-13.2/Нв1 Программным обеспечением для фотограмметрической обработки, создания ортофотомозаик и 3D-моделей

ПК-13.3 Выполняет дешифрирование материалов космической съемки

Знать:

ПК-13.3/Зн1 Основы дистанционного зондирования Земли, методы дешифрирования и характеристики космических аппаратов

Уметь:

ПК-13.3/Ум1 Применять специализированное программное обеспечение, анализировать изображения и интерпретировать полученные данные, а также

Владеть:

ПК-13.3/Нв1 Навыками работы с различными типами материалов космической съемки для решения конкретных задач

ПК-13.4 Создает тематические информационные продукты на основе данных ДЗЗ

Знать:

ПК-13.4/Зн1 Теоретические и методические основы радиометрической коррекции и фотограмметрической обработки данных ДЗЗ

ПК-13.4/Зн2 Основы фотограмметрии

Уметь:

ПК-13.4/Ум1 Выполнять специализированные фотограмметрические работы при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов разного назначения

ПК-13.4/Ум2 Создавать трехмерные цифровые модели физической поверхности Земли и инженерных сооружений

ПК-13.4/Ум3 Применять средства вычислительной техники для математической обработки результатов фотограмметрических измерений

Владеть:

ПК-13.4/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.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.02.10 «Системы дистанционного зондирования Земли» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

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)
6 семестр	72	2	30	30	12	Зачет с оценкой
Всего	72	2	30	30	12	

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, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет.	39	16	16	7	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-13.4
Тема 1.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - тепловизоры.	10	4	4	2	
Тема 1.2. Активные методы аэрокосмических съемок.	10	4	4	2	
Тема 1.3. Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона	10	4	4	2	
Тема 1.4. РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА)	9	4	4	1	
Раздел 2. Основы навигации и расчет орбит космических летательных аппаратов ДЗЗ.	33	14	14	5	ПК-13.2
Тема 2.1. Носители съемочной аппаратуры для съемок и ДЗЗ	9	4	4	1	
Тема 2.2. Основные системы пространственно-временных координат, используемых в АКС и астронавигации	7	2	4	1	
Тема 2.3. Траектории движения КЛА	7	4	2	1	
Тема 2.4. Трасса, высота и скорость движения КЛА по орбите.	5	2	2	1	
Тема 2.5. Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач	5	2	2	1	
Итого	72	30	30	12	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет.

Тема 1.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - тепловизоры.

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 1.2. 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
Письменный опрос

Тема 1.3. Системы и аппаратура дистанционного зондирования радио (СВЧ) диапазона

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

Тема 1.4. РЛС бокового обзора с реальной и синтезированной апертурой (РСА)

Принципы построения изображения РСА, обработка сигналов в РСА. Разрешающая спо-собность 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.

Раздел 2. Основы навигации и расчет орбит космических летательных аппаратов ДЗЗ.

Тема 2.1. 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 2.2. Основные системы пространственно-временных координат, используемых в АКС и астронавигации

Основные системы пространственно-временных координат, используемых в АКС и астронавигации. Элементы небесной сферы. Формулы связи координат в различных системах. Системы измерения времени в астрономии и космической навигации. Принципы измерения времени. Звездное, солнечное и местное время, их связь с долготой места.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.3. 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 н-возмущенного 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 2.4. 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 2.5. Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач

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
Практическая работа

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: 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.

На зачете студент должен показать знание содержания предмета, терминологии, умение свободно оперировать ею. При подготовке к ответу на зачете 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.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Современные и перспективные методы дистанционного зондирования Земли и планет.

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

Тема 1.1. Системы и аппаратура дистанционного зондирования дальнего ИК-диапазона - тепловизоры.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Определение параметров сканирующей системы ДЗЗ и геометрии одноэлементного и многоэлементного сканирования

Тема 1.2. Активные методы аэрокосмических съемок.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Что называется, параметром приемников излучения?
2. Приведите основные параметры ПИ видимого, ИК и радиодиапазона
3. Объясните принцип действия фотохимических ПИ.
4. Объясните принцип действия фотоэлектрических ПИ.

Раздел 2. Основы навигации и расчет орбит космических летательных аппаратов ДЗЗ.

Контролируемые ИДК: ПК-13.2

Тема 2.1. Носители съемочной аппаратуры для съемок и ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

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

Тема 2.2. Основные системы пространственно-временных координат, используемых в АКС и астронавигации

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 расчетов в ГИС

Тема 2.3. Траектории движения КЛА

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

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

Тема 2.4. Трасса, высота и скорость движения КЛА по орбите.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

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

Тема 2.5. Классификация орбит трасс КЛА, эксплуатируемых для решения задач

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

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

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет с оценкой

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

Вопросы/Задания:

1. Что называется, параметром приемников излучения?
2. Приведите основные параметры ПИ видимого, ИК и радиодиапазона
3. Что называется, характеристикой приемников излучения.
4. Приведите примеры характеристик ПИ видимого, ИК и радиодиапазона
5. Приведите классификацию приемников излучения
6. Объясните принцип действия фотохимических ПИ.
7. Объясните принцип действия фотоэлектрических ПИ.
8. Дайте определение трассы летательного аппарата.
9. Укажите основные элементы небесной сферы.

10. Объясните суть горизонтальной системы координат.
11. Объясните суть экваториальной системы координат
12. Покажите связь между горизонтальными и экваториальными координатами точек небесной сферы.
13. Что такое звёздное время?
14. Что такое местное и среднее солнечное время?
15. Для чего ввели в практику поясное и декретное время.
16. Что такое Кеплерова невозмущенная орбита?
17. Укажите основные элементы орбиты КЛА.
18. Расскажите порядок расчёта надирной трассы КЛА.
19. Дайте определение координат под спутниковыми точками КЛА.
20. Дайте развернутую классификацию орбит и трасс КЛА.
21. Что такое возмущенная орбита КЛА?
22. Что такое порог чувствительности ПИ в единичной полосе частот?
 - А) Максимальный уровень сигнала, который ПИ может обработать.
 - Б) Минимальный уровень сигнала в полосе, который позволяет надежно обнаружить излучение.
 - В) Разница между максимальным и минимальным сигналом в полосе.
 - Г) Величина, связанная с шумами на выходе ПИ.
23. Что из перечисленного лучше всего характеризует тепловой ПИ?
 - А) Использует свойства полупроводников.
 - Б) Преобразует энергию излучения в тепловой сигнал.
 - В) Усиливает электрический сигнал с помощью транзисторов.
 - Г) Работает только на радиочастотных диапазонах.
24. Расположите этапы работы теплового ПИ в правильной последовательности:
 - А) Измерение изменения температуры чувствительного элемента.
 - Б) Преобразование теплового сигнала в электрический.
 - В) Поглощение излучения чувствительным элементом.
 - Г) Обработка электрического сигнала.
25. Расположите последовательность действий радиоэлектронного ПИ:
 - А) Усиление сигнала.
 - Б) Восприятие радиочастотного излучения.
 - В) Обработка полученного сигнала.
 - Г) Передача сигнала на выход устройства.

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. Стеценко А.Ф., Севастьянова М.Н. Методические указания для выполнения курсовой работы "Расчет трассы КА и параметров космических съемок" по курсу дисциплины "Аэрокосмические съемки". М.: изд. МИИГАиК, 2003, с. 23.

Дополнительная литература

1. Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е., Попов С.М. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами. Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Изд. МИИГАиК. 2008 г., 145 с.
2. Гонин Г.Б. Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов. / Г.Б. Гонин. - Недра: Ленинград. отд.-е., 1980.. - 319 - Текст: непосредственный.
3. Составители: Севастьянова М.Н., Серебряков С.А. Методическое пособие по курсу «Техника и технология аэрокосмической съемки». Раздел «Цифровые аэрофотосъемочные системы». М.: Изд. МИИГАиК, 201. 58 с.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.dataplus.ru/news/arcreview> - Электронные версии журнала ArcReview
2. <http://jr.rse.cosmos.ru> - Электронная версия журнала "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"
3. <http://www.geoprofi.ru> - Журнал «Геопрофи»
4. <https://geoportal.roskosmos.ru/help> - Геопортал Роскосмоса: Руководство пользователя
5. <https://developers.google.com/earth-engine> - Google Earth Engine Documentation
6. https://docs.qgis.org/latest/ru/docs/user_manual/ - QGIS User Guide
7. <https://www.earthdata.nasa.gov/learn> - NASA Earthdata: Data User Resources
8. <https://stacspec.org> - SpatioTemporal Asset Catalog (STAC) Specification

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) - 14 шт.

Меловая доска - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

Сканер - 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;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

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.