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

Геодезический факультет
Кафедра физики
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)
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЗЗ
«Б1.В.05.02 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Исследование природных ресурсов методами дистанционного зондирования

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:
Заведующий кафедрой Космического мониторинга и экологии,
д.н., профессор Малинников В. А.

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 - является формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность студента к использованию теоретических знаний и практических навыков исследования, разработки, внедрения и эксплуатации средств дистанционного зондирования земных ландшафтов и атмосферы.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний о физических основах дистанционного зондирования окружающей среды; распространения электромагнитного излучения в земных покровах;
- освоение основные сведения об особенностях параметров природных объектов в различных диапазонах электромагнитного спектра; о взаимодействии электромагнитного излучения ИК и радиодиапазона с подстилающей поверхностью и атмосферой;
- получение компетенций по решению задач в области физики распространения электромагнитного излучения в окружающей среде;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи согласно технологическим схемам и алгоритмам реализации технологий дистанционного зондирования земных покровов.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен проводить прикладные исследования, обрабатывать и анализировать результаты

ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок

Знать:

ПК-1.1/Зн4 Основные закономерности распространения излучения в водной и воздушной средах

Уметь:

ПК-1.1/Ум4 Применять современные фундаментальные знания о земных покровах в области технических наук

Владеть:

ПК-1.1/Нв4 Навыками сбора и обработки информации о природной среде, имеющей значения для реализации научно-технических проектов в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований

Знать:

ПК-1.2/Зн4 Методы и средства поиска, систематизации и обработки информации о земных покровах

Уметь:

ПК-1.2/Ум3 Проведения статистического анализа информации о природной и антропогенной среде

Владеть:

ПК-1.2/Нв2 Навыками подготовки аналитических обзоров и отчетов

ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ

Знать:

ПК-1.3/Зн4 Закономерности взаимодействия излучения с различными средами

Уметь:

ПК-1.3/Ум4 Формулировать технические требования к проектам на основе физических моделей

Владеть:

ПК-1.3/Нв4 Методами проектного планирования в области ДЗЗ

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.05.02 «Физические основы методов дистанционного зондирования Земли» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 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)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	144	4	15	30	30	33	Экзамен (36)
Всего	144	4	15	30	30	33	36

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	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Основы волновой теории электромагнитного излучения	**72**	**10**	**20**	**20**	**22**	ПК-1.1 ПК-1.3
Тема 1.1. Методы дистанционного зондирования	36	5	10	10	11	
Тема 1.2. Волновая теория электромагнитного излучения	36	5	10	10	11	

Раздел 2. Прикладные методы дистанционного зондирования	**36**	**5**	**10**	**10**	**11**	ПК-1.2
Тема 2.1. Методы теплового инфракрасного дистанционного зондирования	36	5	10	10	11	
Итого	**108**	**15**	**30**	**30**	**33**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Основы волновой теории электромагнитного излучения

Тема 1.1. Методы дистанционного зондирования

Предмет «Физические основы методов дистанционного зондирования». Взаимодействие электромагнитного излучения (ЭМИ) с веществом. Волновая и квантовая модель излучения. Рассеяние и поглощение ЭМИ. Задачи дистанционного зондирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.2. Волновая теория электромагнитного излучения

Уравнения электромагнитного поля . Диэлектрики и проводники. Граничные условия на поверхности раздела на поверхности раздела сред. Энергия электромагнитного поля. Комплексная форма уравнений электродинамики. Электромагнитные волны в свободном пространстве.

Плоские волны в среде с поглощением. Глубина проникновения волн в среду. Нормальное падение плоской волны на плоскую границу раздела сред. Переходной слой. Условия согласования сред. Скин-слой. Наклонное падение плоской волны на плоскую границу раздела сред. Формулы Френеля. Отражение радиоволн от шероховатой поверхности. Рассеяние электромагнитного излучения малыми частицами, рассеяние Релея.

.Излучение и прием электромагнитных волн.. Элементарный электрический излучатель. Поле в ближней и дальней зоне. Поле протяженного излучателя. Поле излучающей площадки.Характеристики излучающих и приемных антенн. Типы излучающих и приемных антенн СВЧ-диапазона.

Диапазон радиоволн в свободном пространстве и формула радиосвязи. Распространение поверхностных волн. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн. Поглощение УКВ в атмосфере. Рассеяние излучения объемом малых частиц, гидрометеорами.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Прикладные методы дистанционного зондирования

Тема 2.1. Методы теплового инфракрасного дистанционного зондирования

Законы теплового излучения. Излучение реальных тел. Структура фотосферы и формирование излучения Солнца, его спектр. Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Поглощение, рассеяние и переизлучение радиации в атмосфере.
Уравнение переноса излучения в атмосфере. Интегрирование уравнения переноса. Функция пропускания. Спектральная плотность энергетической яркости излучения подстилающей поверхности. Интегральное уравнение переноса излучения для плоскопараллельной атмосферы (восходящее излучение). Нисходящее излучение в плоскопараллельной атмосфере. Спектральные плотности восходящего и нисходящего ИК-излучения в плоскопараллельной атмосфере. Эффективная и диффузная функции пропускания.
Спектры поглощения. Схема энергетических уровней двухатомной молекулы. Спектр поглощения двухатомных атмосферных газов. Спектр поглощения трехатомных молекул. Контур линии поглощения. Окна прозрачности атмосферы. Теоретические модели полос поглощения.
Методы определения температуры подстилающей поверхности. Особенности дистанционного зондирования подстилающей поверхности в тепловом ИК-диапазоне. Одноканальный метод определения температуры подстилающей поверхности. Передаточная функция. Комплексный многоспектральный метод определения температуры подстилающей поверхности. Многоволновые методы определения температуры подстилающей поверхности . Расчет коэффициентов линейной регрессии волновых методов для конечных спектральных интервалов. Угловые методы определения температуры подстилающей поверхности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Расчетно-графическая 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: Экзамен, 7 семестр.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, полностью выполнившие все обязательные работы в рамках текущего контроля по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится по билетам. На подготовку к ответу отводится 20-40 минут. Сначала студент пишет ответ на вопросы/решает тестирование билета, затем устно отвечает на наводящие вопросы, связанные с вопросами билета.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Основы волновой теории электромагнитного излучения

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.3

Тема 1.1. Методы дистанционного зондирования

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Особенности дистанционного зондирования подстилающей поверхности в тепловом ИК-диапазоне.

Тема 1.2. Волновая теория электромагнитного излучения

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Волновая и квантовая природа света

Раздел 2. Прикладные методы дистанционного зондирования

Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 2.1. Методы теплового инфракрасного дистанционного зондирования

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Поглощение, рассеяние и переизлучение радиации в атмосфере.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

Вопросы/Задания:

1. Энергия электромагнитного поля.

2. Отражение радиоволн от шероховатой поверхности.

3. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн.

4. Окна прозрачности атмосферы

5. Основные характеристики электромагнитного поля.

6. Уравнения Максвелла (интегральная и дифференциальная формы, физический смысл уравнений).

7. Плоские электромагнитные волны в свободном пространстве. Амплитуда волны, фаза, волновое число, скорость распространения волны в среде.

8. Связь характеристик электромагнитного поля в материальной среде. Основные характеристики сред. Диэлектрическая, магнитная проницаемости, проводимость, волновое сопротивление среды.

9. Комплексные амплитуды. Комплексная диэлектрическая проницаемость, тангенс угла потерь. Зависимость tgδ от частоты. Диэлектрики и проводники.

10. Плоская волна, основные характеристики. Вектор Умова-Пойнтинга.

11. Волны в среде с поглощением. Зависимость амплитуды от расстояния, проходимого волной. Единицы измерения поглощения - неперы и децибелы.

12. Нормальное падение плоской волны на плоскую границу раздела двух сред (постановка задачи, граничные условия, решение, анализ).

13. Взаимодействие плоской волны с трёхслойной средой. условия, при которых отсутствует отраженная волна.

14. Взаимодействие электромагнитной волны со средой, относящейся к проводникам. скин-слой. толщина скин-слоя.

15. Поляризация электромагнитных волн.

16. Что такое электромагнитное излучение (ЭМИ) и какова его роль в дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ)?

17. Что такое спектральная отражательная способность и почему она важна для ДЗЗ?

18. Какие основные виды съемки используются в ДЗЗ и чем они отличаются?

19. Что такое пространственное, спектральное и радиометрическое разрешение снимков?

20. Как атмосфера влияет на данные ДЗЗ и какие методы коррекции используются?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Зольников И. Д. Введение в геоинформационные системы и дистанционное зондирование: учебно-методическое пособие / И. Д. Зольников, Н. В. Глушкова. - Введение в геоинформационные системы и дистанционное зондирование - Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2023. - 88 с. - 978-5-4437-1498-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/134567.html - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Сальников А. Н. Физика. Лабораторный и демонстрационный практикум: учебник для вузов / А. Н. Сальников. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 320 с. - 978-5-507-46127-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/327380 - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://www.nature.com/nphys/ - Журнал «Nature Physics»
2. https://pinhe.mephi.ru/ru/ - Научно-методический журнал «Физическое образование в ВУЗах»

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)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория
Интерактивная панель - 1 шт.
Проектор - 1 шт.
ТВ - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение учебной дисциплины «Физические основы методов дистанционного зондирования» (ФОМДЗ) предполагает систематическую работу в ходе аудиторных занятий и регулярную самостоятельную работу по выполнению домашних заданий. Основной учебный процесс по данной дисциплине строится на сочетании лекционных и практических занятий. В рамках самостоятельной работы обучающимся предстоит изучать рекомендованную учебную и научную литературу по курсу ФОМДЗ, с целью получения систематических знаний о фундаментальных физических основах, лежащих в основе современных систем дистанционного зондирования Земли и ближнего космоса для решения научных и прикладных обратных задач дистанционного зондирования применительно к экологии и природопользованию, выполнять домашние задания по тематической обработки материалов дистанционного зондирования Земли, готовиться к аудиторным и практическим занятиям.
Для успешного изучения учебной дисциплины необходимо регулярно посещать все виды учебных занятий, включая лекции, где даются основные теоретические положения учебного курса, и практические занятия по решению теоретических, практических задач. Все учебные материалы и дополнительные ресурсы будут доступны в электронной образовательной среде университета, с которыми следует своевременно знакомиться.
Контроль результатов обучения по данному учебному курсу осуществляется через текущий контроль и промежуточную аттестацию. Большое внимание уделяется соблюдению дисциплины в аудитории и активному участию в отработке практических навыков. Студенты, не выполнившие программу практических занятий и не прошедшие текущую аттестацию, к итоговой аттестации по дисциплине не допускаются.

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.