



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
16 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.ДВ.01.20 АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Управление производственно-технологическими процессами

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 938

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	11.12.2023, № 7/23

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 - получения профессиональных компетенций, обеспечивающих знания методов и средств физического моделирования полей излучения объектов земной поверхности и атмосферы для проведения работ, связанных с проектированием и эксплуатацией приборов и систем ДЗЗ, при решении научных и прикладных задач в области геодезии и картографии,

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о современных технологиях и методах дистанционного зондирования Земли с воздушных и космических летательных аппаратов;
- формирование знаний об устройствах и принципах работы систем ДЗЗ, методах и средствах моделирования природных явлений; ;
- получения компетенций по планированию экспериментальных исследований на уровне моделей процессов и явлений; ;
- освоения навыков по выполнению оценки и анализа и прогнозирования качества аэрокосмической информации; ;
- освоения навыков владения методами математического и имитационного моделирования оптических явлений в атмосфере..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен управлять производственно-технологическими процессами топографо-геодезических работ

ПК-1.1 Разработка проектов производства топографо-геодезических работ

Знать:

ПК-1.1/Зн20 О современных технологиях и методах дистанционного зондирования Земли (и других планет) с воздушных и космических летательных аппаратов

ПК-1.1/Зн21 Устройств и принципов работы систем ДЗЗ, методов и средств моделировании природных явлений и принципов построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ

Уметь:

ПК-1.1/Ум20 Планировать экспериментальные исследования на уровне моделей процессов и явлений

ПК-1.1/Ум21 Выполнять оценку и анализ и прогнозирование качества аэрокосмической информации

Владеть:

ПК-1.1/Нв14 Навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-1.1/Нв19 Владения методами математического и имитационного моделирования оптических явлений в атмосфере

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.20 «Аэрокосмические съемки» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
3 семестр	108	3	13	26	69	Зачет с оценкой
Всего	108	3	13	26	69	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Введение. Концептуальная структура системы дистанционного зондирования.	23	1	4	18	ПК-1.1
Тема 1.1. Концептуальная структура системы дистанционного зондирования	23	1	4	18	
Раздел 2. Основные законы электромагнитного излучения	16	1	4	11	ПК-1.1
Тема 2.1. Законы электромагнитного излучения	16	1	4	11	
Раздел 3. Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ	69	11	18	40	ПК-1.1
Тема 3.1. Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ. Общая структура математической модели, переменные модели.	23	4	6	13	
Тема 3.2. Обобщенная блок-схема математической модели полей излучения для систем ДЗ.	23	4	6	13	

Тема 3.3. Физические механизмы формирования полей электромагнитных сигналов	23	3	6	14
Итого	108	13	26	69

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение. Концептуальная структура системы дистанционного зондирования.

Тема 1.1. Концептуальная структура системы дистанционного зондирования

Концептуальная структура системы дистанционного зондирования Земли и планет сол-нечной системы. Основные параметры, характеризующие данные аэрокосмических съемок. Задачи, решаемые по результатам съемок. Модель аэрокосмической съемки природ-ных и антропогенных объектов, основные звенья информационного канала получения данных ДЗ.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Основные законы электромагнитного излучения

Тема 2.1. Законы электромагнитного излучения

Излучательные характеристики природных объектов. Излучение Солнца. Отраженное и собственное излучение объектов. Параметры и характеристики собственного излучения объектов - законы Кирхгофа, Планка, Вина и Стефана-Больцмана.

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 излучение в атмосфере. Оптические характеристики атмосферы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ

Тема 3.1. Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ. Общая структура математической модели, переменные модели.

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

Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ. Общая структура математической модели, переменные модели. Виды математических моделей

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.2. Обобщенная блок-схема математической модели полей излучения для систем ДЗ.

Информативные признаки. Условия построения модели. Многомодельное представление.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.3. Физические механизмы формирования полей электромагнитных сигналов

Физические механизмы формирования полей электромагнитных сигналов, обусловленных поверхностью суши, водными объектами, облачными образованиями. Оптические характеристики суши, водных поверхностей и облачности.

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, 3 семестр.

Выполнение всех работ является обязательным для всех обучающихся. Студенты, не выполнившие в полном объёме 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.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение. Концептуальная структура системы дистанционного зондирования.

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.1. Концептуальная структура системы дистанционного зондирования

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет статистических характеристик данных ДЗ

Раздел 2. Основные законы электромагнитного излучения

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 2.1. Законы электромагнитного излучения

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Аппроксимация выборочных распределений теоретическими законами

Раздел 3. Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.1. Принципы построения моделей полей излучения для систем ДЗЗ. Общая структура математической модели, переменные модели.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет спектрального пропускания атмосферы на наклонных трассах

Тема 3.2. Обобщенная блок-схема математической модели полей излучения для систем ДЗ.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Построение конечномерных представлений многомерных моделей полей излучения.

Тема 3.3. Физические механизмы формирования полей электромагнитных сигналов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Генерация изображений с заданными статистическими свойствами методом случайного фазового спектра

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Вопросы/Задания:

1. Что такое модель?
2. Виды моделей
3. Виды математических моделей
4. Пример аналитической модели
5. Пример физической модели
6. Технология разработки математических моделей
7. Разработать модель излучения лампочки накаливания

8. Пример статистической модели
9. Чем аналитико-статистическая модель отличается от аналитической? Статистической?
10. Форма представления статистической модели
11. Форма представления имитационной модели
12. Является ли таблица формой представления модели? Какой?
13. Структура математической модели
14. Переменные модели полей излучения
15. Схема системы ДЗЗ
16. Как связаны регистрируемые при ДЗЗ сигналы с оптическими характеристиками объектов зондирования?
17. Как математическая модель учитывает характеристики аппаратуры ДЗЗ?
18. Что может являться объектом ДЗЗ?
19. Назначение моделей полей излучения
20. Особенности моделей полей ДЗЗ, используемых на разных стадиях создания систем ДЗЗ
21. Какой закон описывает зависимость длины волны максимума излучения абсолютно черного тела от температуры?
- A) Закон Кирхгофа
B) Закон Планка
C) Закон Вина
D) Закон Стефана–Больцмана
22. Закон Стефана–Больцмана описывает зависимость полной энергии излучения абсолютно черного тела от:
- A) Частоты излучения
B) Температуры в четвёртой степени
C) Длины волны максимума излучения
D) Коэффициента поглощения
23. Расположите в правильном порядке законы по времени их открытия:
- A) Закон Кирхгофа
B) Закон Вина
C) Закон Стефана–Больцмана
D) Закон Планка
24. Расположите законы по принципу их применения к характеристикам излучения:
- A) Закон Планка
B) Закон Кирхгофа
C) Закон Вина
D) Закон Стефана–Больцмана

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. У. Биард Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика: теория и практика / Биард У., МакЛэйн У.; перевод А. И. Демьяников. - Малые беспилотные летательные аппараты - Москва: Техносфера, 2015. - 312 с. - 978-5-94836-393-6. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/36871.html> (дата обращения: 16.03.2025). - Режим доступа: по подписке
2. Дейвис Ш.М. Дистанционное зондирование: количественный подход / Под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвис. Пер. с англ. / Ш.М. Дейвис, Д.А. Ландгребе, Т.Л. Филлипс. - Пер. изд. США, 1978, 396с. - Недра, 1983. - 415 - Текст: непосредственный.
3. Изложены теория одиночного и пары снимков, фототриангуляция. Рассмотрены вопросы проективной фотограмметрии и автоматизации фотограмметрических измерений, выполняемых по цифровым изображениям, создания цифровых моделей поверхности рельефа, местности и ортофотопланов, воздушное и наземное лазерное сканирование, фотограмметрические методы обработки изображений, полученных сканерными съемочными системами, технология аэрофототопографической съемки, а также вопросы наземной фотограмметрии. Для студентов геодезических вузов и инженерно-технических работников аэрогеодезического производства.
4. Савиных В.П. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования: Учебник. / В.П. Савиных, В.А. Соломатин. - Машиностроение, 2014. - 432 - 978-5-94275-754-0. - Текст: непосредственный.
5. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования / У.Г. Рис. - 2-е изд. - Издательство Техносфера, 2006. - 336с - 5-94836-094-6. - Текст: непосредственный.
6. 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.
7. Фетисов В. С. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура: учебное пособие для вузов: учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 132 с. - 978-5-507-50513-5. - Текст: электронный. // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/441680.jpg> (дата обращения: 16.03.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Торшина И.П. Компьютерное моделирование оптико-электронных систем первичной обработки информации / И.П. Торшина. - Издательство Университетская книга, Логос, 2009. - 248 - 978-5-98704-428-6. - Текст: непосредственный.
2. Воздушный кодекс Российской Федерации / Воздушный кодекс Российской Федерации - Саратов: Вузовское образование, 2024. - 80 с. - 978-5-4487-0947-0. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/136939.html> (дата обращения: 16.03.2025). - 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. <http://www.geoprofi.ru> - Журнал «Геопрофи»
2. <http://www.dataplus.ru/news/arcreview> - Электронные версии журнала ArcReview
3. <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. Mathcad Express;
2. Adobe CS6;
3. ERDAS Imagine 2011;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

DJI Mavic Mini - 3 шт.

DJI Mavic 2 Pro - 1 шт.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 15 шт.

Люксметр - 1 шт.

Меловая доска - 2 шт.

Мультиспектральная камера МСК-4 - 1 шт.

Объективы для Canon 2000D - 2 шт.

Осветительное оборудование - 0 шт.

Поворотный стол - 1 шт.

Сканер - 2 шт.

Цифровые фотоаппараты Canon 2000D Kit - 10 шт.

Штативы Manfrotto - 10 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;
- 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.