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

Факультет оптического приборостроения
Кафедра прикладной оптики

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
13 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.О.11 ВОЛНОВАЯ ОПТИКА»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения

Направленность(профиль) подготовки: Электронные и оптико-электронные приборы и системы дистанционного зондирования Земли

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2022

Срок получения образования: 5 лет 6 месяца(-ев)

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

Москва, 2022

Разработчики:
Доцент кафедры Прикладной оптики, к.т.н. Демин А. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	09.04.2021, № 4

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 - освоение студентами компетенций в области волновых свойств электромагнитного излучения в видимом диапазоне

Задачи изучения дисциплины:

- овладение студентами теоретическими и практическими знаниями, приобретение умений и навыков в области оптического приборостроения, необходимых для проектирования и конструирования оптических приборов, расчету их узлов и элементов..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения

ОПК-1.1 Выявляет естественнонаучную сущность проблем в инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1.1/Зн26 Основные положения классической электродинамики. Основные волновые оптические эффекты. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.

Уметь:

ОПК-1.1/Ум22 Пользоваться формулами и методиками для описания распространения светового излучения.

Владеть:

ОПК-1.1/Нв18 Выполнять расчеты характеристик волнового излучения с учетом волновой природы света.

ОПК-1.2 Применяет методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1.2/Зн22 Основные положения классической электродинамики. Основные волновые оптические эффекты. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.

Уметь:

ОПК-1.2/Ум21 Пользоваться формулами и методиками для описания распространения светового излучения.

Владеть:

ОПК-1.2/Нв14 Выполнять расчеты характеристик волнового излучения с учетом волновой природы света.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.11 «Волновая оптика» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

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)
4 семестр	108	3	32	16	41	Зачет с оценкой (19)
Всего	108	3	32	16	41	19

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. Электромагнитная природа оптического излучения	**26**	**8**	**6**	**12**	ОПК-1.1 ОПК-1.2
Тема 1.1. Основные положения классической электродинамики. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.	13	4	3	6	
Тема 1.2. Геометрооптическое и волновое приближения.	13	4	3	6	
Раздел 2. Поляризация оптического излучения	**15**	**8**	**2**	**5**	ОПК-1.1 ОПК-1.2
Тема 2.3. Анализ состояния поляризации и преобразование типов поляризаций.	15	8	2	5	
Раздел 3. Интерференция	**24**	**8**	**4**	**12**	ОПК-1.1 ОПК-1.2
Тема 3.4. Наблюдение интерференции	12	4	2	6	
Тема 3.5. Интерференционные приборы	12	4	2	6	
Раздел 4. Дифракция	**24**	**8**	**4**	**12**	ОПК-1.1

Тема 4.6. Приближения в дифракции	12	4	2	6	ОПК-1.2
Тема 4.7. Дифракционные интегралы	12	4	2	6	
Итого	**89**	**32**	**16**	**41**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Электромагнитная природа оптического излучения

Тема 1.1. Основные положения классической электродинамики. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.

Лекция №1. Диапазон электромагнитных колебаний. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоская и сферическая волна. Комплексные
амплитуды. Энергетические характеристики электромагнитного поля
световой волны. Вектор Пойнтинга.
Лабораторные занятия № 1
Введение. Инструктаж.

Тема 1.2. Геометрооптическое и волновое приближения.

Лекция №2.
Волновой фронт и волновая аберрация.
Волновой фронт и волновая аберрация. Уравнение эйконала. Принцип Ферма Законы преломления и отражения в векторной форме. Полное внутреннее
отражение.
Лекция №4
Основы скалярной теории распространения света. Нормальная и аномальная дисперсия. Хроматическая аберрация. Фазовая и групповая
скорости. Основы векторной теории распространения света.
Отражение и преломление на границе диэлектрических сред. Виды
поляризаций. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
Отражение и преломление при нормальном падении. Изотропные и анизотропные
среды. Тензор диэлектрических проницаемостей. Оптическая ось.
Лабораторная работа №2
Описание изотропных и анизотропных сред.

Раздел 2. Поляризация оптического излучения

Тема 2.3. Анализ состояния поляризации и преобразование типов поляризаций.

Лекция №5 Одноосные и двухосные кристаллы. Лучевая поверхность.
Обыкновенный и необыкновенный луч.
Лекция№6. Поляризационные призмы. Дихроизм. Поляризаторы. Закон Малюса.
Искусственная анизотропия. Эффект Керра. Эффект Поккельса.
Лекция №7 Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея. Поляризационные
методы модуляции и сканирования света.
Лабораторная работа №3
Решение задач

Раздел 3. Интерференция

Тема 3.4. Наблюдение интерференции

Лекция №8
Наблюдение интерференции. Зеркало Ллойда и биопризма Френеля.
Форма и положение интерференционных полос. Контраст
интерференционной картины. Пространственная и временная когерентность, опыты Юнга и Майкельсона.
Лекция№9 Интерференция при протяженном источнике, условие когерентности. Лекция №10
Видность интерференционной картины. Локализация полос. Полосы равной толщины и равного наклона.

Тема 3.5. Интерференционные приборы

Лекция №10
Интерференция в клине, ахроматическая полоса. Интерферометры типа
Майкельсона: Линника, "Reflect", Тваймана, Фурье - спектрометр.
Интерферометр Маха - Цандера. Интерферометр Жамена.
Интерферометр Релея. Рефрактометрия. Интерференция
поляризованного света, поляриметры и полярископы.
Лекция №11
Интерферометр Фабри - Перо, лазерный резонатор, интерференционный фильтр. Интерференционные
просветляющие покрытия.
Лабораторная работа № 4
Изучение интерференционных приборов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Раздел 4. Дифракция

Тема 4.6. Приближения в дифракции

Лекция №11
Принцип Гюйгенса - Френеля. Зоны Френеля.
Лекция№12
Приближения Кирхгофа, Френеля и Фраунгофера

Тема 4.7. Дифракционные интегралы

Лекция№12
Дифракционные интегралы. Дифракция на щели, круглом и прямоугольном отверстии
Лекция №13
Дифракция на решетке. Разрешающая способность. Критерии разрешающей способности Релея
и Аббе.
Лабораторная работа № 5
Изучение дифракционных устройств. Применение полярископов – поляриметров. Нуль-эллипсометрия

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, 4 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 3. Интерференция
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2

Тема 3.5. Интерференционные приборы
Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос
Вопросы/Задания:
1. Интерференция
Интерференция
поляризованного света, поляриметры и полярископы.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2
Вопросы/Задания:
1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
1.Основные параметры световой волны

2 Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Их физический смысл.
3 Волновое уравнение. Показатель преломления.
4 Уравнение плоской волны.
5 Уравнение наклонной волны.
6 Уравнение сферической волны.
7 Приближения сферической волны.
8 Уравнение эйконала. Волновая аберрация. Приближение геометрической оптики.
9 Комплексные амплитуды.
10 Плотность потока энергии. Вектор Умова-Пойтинга.
11 Дисперсия.
12 Фазовая и групповая скорость. Нормальная и аномальная дисперсия.
13 Приближение геометрической оптики.
14 Основные параметры световой волны.
15 Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Их физический смысл.
16 Волновое уравнение. Показатель преломления.
17 Уравнение плоской волны.
18 Уравнение наклонной волны.
19 Уравнение сферической волны.
20 Приближения сферической волны.
21 Уравнение эйконала. Волновая аберрация. Приближение геометрической оптики.
22 Комплексные амплитуды.
23 Плотность потока энергии. Вектор Умова-Пойтинга.
24 Дисперсия. Формула Коши.
25 Фазовая и групповая скорость. Нормальная и аномальная дисперсия.
26 Приближение геометрической оптики.
27.Закон преломления и закон отражения.
28 Поляризация. Виды поляризации.
29 Отражение и преломление электромагнитных волн на границе двух диэлектриков.
30 Полное внутреннее отражение.
31 Формулы Френеля.
32 Угол Брюстера.
33 Отражение и преломление при нормальном падении.
34 Анизотропия среды. Двойное лучепреломление.
35 Пластинка $\lambda / 4$
36 Закон Малюса..
37 Анизотропия деформации. Остаточное двулучепреломление.
38 Интерференция. Условия интерференции. Основные уравнения интерференции.
39 Распределение освещенности при двух лучевой интерференции. Контраст интерференционной картины.
40 Временная когерентность. Опыт Майкельсона.
41 Пространственная когерентность. Опыт Юнга.
42 Пространственная когерентность. Опыт Юнга.
43 Получение когерентных волн.
44 Локализация полос. Полосы равной толщины и равного наклона.
45 Ахроматическая полоса.
46 Интерференция в клине.
47 Интерференция в плоскопараллельной пластинке. Разность хода.
48 Интерферометр Майкельсона.
49 Интерферометр Линника.
50 Интерферометр для измерения двухгранных углов. (“Reflect”).
51 Интерферометр Тваймана.
52 Фурье-спектрометр.
53 Интерферометр Маха-Цандера.
54 Интерферометр Релея. Рефрактометрия.
55 Интерферометр Жамена.

56 Многолучевая интерференция.
57 Интерферометр Фабри-Перо.
58 Интерференционный фильтр.
59 Просветляющие покрытия.
60 Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля.
61 Зоны Френеля.
62 Дифракция Френеля.
63 Дифракция Фраунгофера.
64.Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии и щели.
65 Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии.
66 Разрешающая способность. Критерий Релея.
67 Разрешающая способность микроскопа по Аббе.
68 Дифракция на решетке.
69 Дифракционный интеграл в приближении Кирхгофа.
70 Дифракционный интеграл в приближении Френеля.
71 Дифракционный интеграл в приближении Фраунгофера

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Запрягаева Л.А. Прикладная оптика. Часть 1. Введение в теорию оптических систем: Учебное пособие для вузов. / Л.А. Запрягаева. - МИИГАиК, 2017. - 112 - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Можаров Г. А. Геометрическая оптика: учебное пособие / Г. А. Можаров. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 708 с. - 978-5-8114-4251-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/206492 - 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://modtran.spectral.com/modtran_home - MODTRAN® Web App
2. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - Blackbody Calculator.
3. https://www.spectraplot.com/blackbody - Blackbody Emission Simulator.
4. https://www.spectraplot.com/blackbody - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science)
5. https://www.iprbookshop.ru/ - Электронно-библиотечная система "IPRbooks"
6. https://sdo.miigaik.ru/ - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии
7. https://lib.miigaik.ru/ - ИРБИС64 электронная библиотека

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

Для практических занятий
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 8 шт.
Меловая доска - 1 шт.
МФУ - 1 шт.

Лекционная аудитория
Интерактивная доска - 1 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.
Меловая доска - 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.