



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
17 февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.О.10 ВОЛНОВАЯ ОПТИКА»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.02 Оптотехника

Направленность(профиль) подготовки: Оптико-электронные приборы и системы

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2023

Разработчики:

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Опотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.02.0017 № 948

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	01.12.2022, № 1

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 применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании

Знать:

ОПК-1.1/Зн25 Основные положения классической электродинамики. Основные волновые оптические эффекты. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.

Уметь:

ОПК-1.1/Ум18 Пользоваться формулами и методиками для описания распространения светового излучения.

Владеть:

ОПК-1.1/Нв17 Выполнять расчеты характеристик волнового излучения с учетом волновой природы света.

ОПК-1.2 Применяет знания естественных наук в инженерной практике

Знать:

ОПК-1.2/Зн21 Основные положения классической электродинамики. Основные волновые оптические эффекты. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.

Уметь:

ОПК-1.2/Ум19 Пользоваться формулами и методиками для описания распространения светового излучения.

Владеть:

ОПК-1.2/Нв17 Выполнять расчеты характеристик волнового излучения с учетом волновой природы света.

ОПК-1.3 Применяет общинженерные знания, в инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1.3/Зн20 Основные положения классической электродинамики. Основные волновые оптические эффекты. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.

Уметь:

ОПК-1.3/Ум20 Пользоваться формулами и методиками для описания распространения светового излучения.

Владеть:

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.10 «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	72	2	32	16	24	Зачет с оценкой
Всего	72	2	32	16	24	

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. Электромагнитная природа оптического излучения	18	8	6	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 1.1. Основные положения классической электродинамики. Общий анализ распространения электромагнитного излучения в различных средах.	9	4	3	2	
Тема 1.2. Геометрооптическое и волновое приближения.	9	4	3	2	
Раздел 2. Поляризация оптического излучения	14	8	2	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2

Тема 2.3. Анализ состояния поляризации и преобразование типов поляризаций.	14	8	2	4	ОПК-1.3
Раздел 3. Интерференция	16	8	4	4	ОПК-1.1
Тема 3.4. Наблюдение интерференции	8	4	2	2	ОПК-1.2
Тема 3.5. Интерференционные приборы	8	4	2	2	ОПК-1.3
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	ОПК-1.3
Итого	72	32	16	24	

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 абберация.

Волновой фронт и волновая абберация. 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 абберация. 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 Поггеля.

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 ОПК-1.3

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 ОПК-1.3

Вопросы/Задания:

1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектронных 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 абберрация. 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 абберрация. 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 Пластика $\lambda / 4$
- 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.miiigaik.ru/> - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии
- 7. <https://lib.miiigaik.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.