



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
16 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ФТД.01 ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 12.04.02 Оптотехника

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

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 1 з.е.
в академических часах: 36 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

Преподаватель кафедры Прикладной оптики Пугачёв И. В.

Профессор кафедры Прикладной оптики, д.н. Можаров Г. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.02 Оптотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 941

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроен ия	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.02.2024, № 2/23-24

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 обучающимися теоретических знаний по математическим основам оптики, а также приобретение практических навыков построения изображения и расчетов по базовым разделам геометрической оптики.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение обучающимися компетенций в разделе физики, связанном с представлением электромагнитного излучения оптического диапазона в виде геометрических лучей (нормалей к волновым поверхностям)..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-2 Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи

ПК-2.2 Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.2/Зн2 Основные характеристики и свойства оптического излучения. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементная база оплотехники.

Уметь:

ПК-2.2/Ум2 Выбирать численный метод моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.

Владеть:

ПК-2.2/Нв2 Графическим построением хода геометрических лучей для определения положения и размера изображения, зрачков в оптических системах, световых диаметров компонентов.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) ФТД.01 «Геометрическая оптика» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 1.

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	доемкость сы)	доемкость ЭТ)	ие занятия сы)	ная аттестация сы)
--------	------------------	------------------	-------------------	-----------------------

обучения	Общая труд (час)	Общая труд (ЗЕ)	Практические (час)	Промежуточные (час)
1 семестр	36	1	36	Зачет
Всего	36	1	36	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Планируемые результаты с обучения, соотносящиеся с результатами освоения программы
Раздел 1. Общие положения и законы геометрической оптики.	6	6	ПК-2.2
Тема 1.1. Геометрическая оптика –простейшая математическая модель оптического излучения.	6	6	
Раздел 2. Теория идеальной оптической системы.	14	14	ПК-2.2
Тема 2.1. Идеальная оптическая система	6	6	
Тема 2.2. Дифракция в оптических системах.	8	8	
Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах.	10	10	ПК-2.2
Тема 3.1. Типовые оптические системы.	10	10	
Раздел 4. Типовые оптические детали.	6	6	ПК-2.2
Тема 4.1. Оптические детали.	6	6	
Итого	36	36	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Общие положения и законы геометрической оптики.

Тема 1.1. Геометрическая оптика –простейшая математическая модель оптического излучения.

Основные понятия и законы геометрической оптики. Закон отражения. Основные теоремы геометрической оптики. Построение и расчет хода луча через преломляющую поверхность.

Раздел 2. Теория идеальной оптической системы.

Тема 2.1. Идеальная оптическая система

Свойства идеальной оптической системы. Линейное увеличение. Кардинальные элементы. Тонкие компоненты. Оптическая сила. Свойства главных и фокальных плоскостей. Построение изображения в идеальной оптической системе. Определение положения и размера изображения по формулам Ньютона и Гаусса.

Тема 2.2. Диафрагмы в оптических системах.

Апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки. Полевая диафрагма.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Контрольная работа

Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах.

Тема 3.1. Типовые оптические системы.

Определение диаметра полевой диафрагмы, положения и диаметров входного и выходного зрачков в телескопических системах. Определение диаметра полевой диафрагмы, положения и диаметров входного и выходного зрачков в оптических системах микроскопов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Контрольная работа

Раздел 4. Типовые оптические детали.

Тема 4.1. Оптические детали.

Линзы, плоскопараллельные пластины, отражательные призмы, призмённые системы, клинья, плоские и сферические зеркала. Оптические материалы.

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, 1 семестр.

При проведении промежуточной аттестации, учитываются результаты оценивания, полученные за каждый элемент оценивания в ходе текущего контроля. При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 вопросов дополнительно.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 2. Теория идеальной оптической системы.

Контролируемые ИДК: ПК-2.2

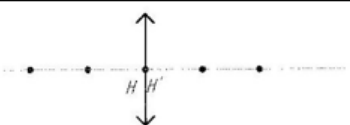
Тема 2.2. Диафрагмы в оптических системах.

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

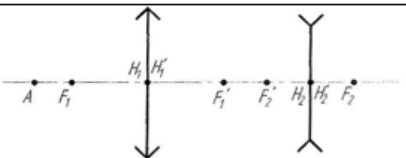
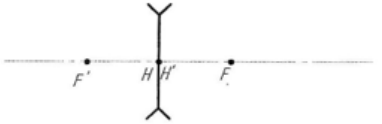
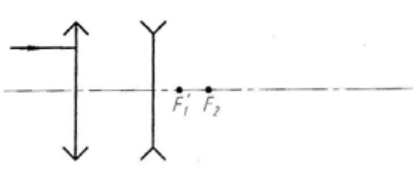
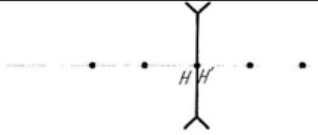
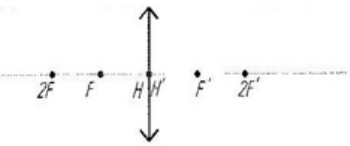
Вопросы/Задания:

1. Вариант 1

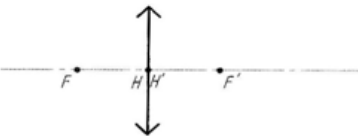
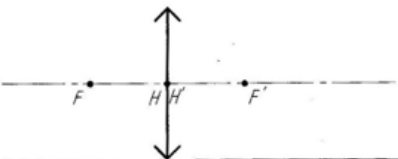
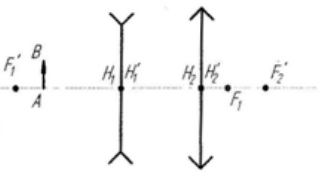
Вариант №1	
ФИО _____	
Факультет _____	
Группа _____	
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТОЧКИ И ПРЕДМЕТА	
ЗАДАНИЕ	ОТВЕТ
1. Графически найти положение изображения точки на оси (<i>т. А</i>) в системе из двух линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2 .	
2. Где должен располагаться предмет <i>AB</i> , чтобы его изображение было действительное, увеличенное и перевернутое (линза положительная). Докажите это построением.	
3. Построить изображение предмета <i>AB</i> в системе из двух тонких линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2 . Какое изображение получается? Охарактеризуйте его.	
4. Расчетом найти положение изображения, если предмет расположен на расстоянии $a = -40$ мм от линзы с фокусным расстоянием $f = 50$ мм. Привести рис. и записать формулу для линейного	

увеличения системы.	
5. Предмет в виде точки на оси в бесконечности. Где находится изображение предмета? Показать на рисунке.	

2. Вариант 2

Вариант №2	
ФИО _____	
Факультет _____	
Группа _____	
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТОЧКИ И ПРЕДМЕТА	
ЗАДАНИЕ	ОТВЕТ
1. Графически найти положение изображения точки на оси (m, A) в системе из двух линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2 .	
2. Где находится предмет, изображение которого получается в заднем фокусе? Показать на рисунке.	
3. Построить изображение точки на оси, расположенной в бесконечности. Как называется и обозначается точка изображения в данном случае? Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2 .	
4. Предмет в виде точки на оси в бесконечности. Где находится изображение предмета? Показать на рисунке.	
5. Предмет расположен на расстоянии $a_1 = -2f$ от линзы. Где находится изображение? Чему равно линейное увеличение? Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2 .	

3. Вариант 3

Вариант №3	
ФИО _____	
Факультет _____	
Группа _____	
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТОЧКИ И ПРЕДМЕТА	
ЗАДАНИЕ	ОТВЕТ
1. Где должен находиться предмет, чтобы его изображение было действительным и увеличенным? Докажите это построением.	
2. Где должен располагаться предмет AB, чтобы его изображение было мнимым и увеличенным (линза положительная). Докажите это построением.	
3. Построить изображение предмета AB в системе из двух тонких линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2 . Записать формулу, по которой можно определить линейное увеличение.	
4. Предмет AB находится на расстоянии $a = 30$ мм от линзы с фокусным расстоянием $f = 60$	

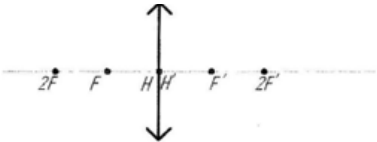
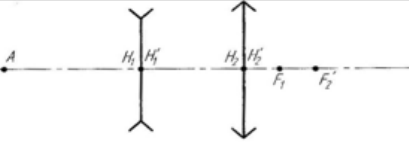
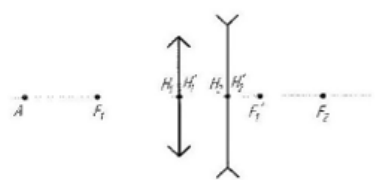
мм. Расчетом найти положение изображения и линейное увеличение линзы. Построить изображение.	
5. Графически найти положение изображения точки на оси (m, A) в системе из двух линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2. Записать формулу для линейного увеличения.	

4. Вариант 4

Вариант №4	
ФИО _____ Факультет _____ Группа _____	
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТОЧКИ И ПРЕДМЕТА	
ЗАДАНИЕ	ОТВЕТ
1. Где должен располагаться предмет относительно тонкой линзы, чтобы его изображение было мнимым и увеличенным? Показать на рис. и построить изображение.	
2. Построить изображение предмета AB в системе из двух тонких линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2. Записать формулу, по которой можно определить линейное увеличение.	
3. Предмет AB расположен в передней фокальной плоскости линзы. Где находится изображение предмета? Показать на рисунке.	
4. Где должен располагаться предмет AB, чтобы его изображение было в бесконечности (линза отрицательная). Докажите это построением.	
5. По формуле Гаусса и графически найти положение и величину изображения предмета AB ($a_1 = 10$ мм) в отрицательной линзе, если $f = -30$, $a_1 = -40$.	

5. Вариант 5

Вариант №5	
ФИО _____ Факультет _____ Группа _____	
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТОЧКИ И ПРЕДМЕТА	
ЗАДАНИЕ	ОТВЕТ
1. Где должен быть расположен предмет относительно тонкой линзы, чтобы его изображение было в бесконечности? Показать на рисунке и построить изображение.	
2. Расчетом найти положение изображения относительно тонкой линзы, если предмет расположен на расстоянии $a_1 = -30$ мм от линзы, имеющей фокусное расстояние $f = -60$ мм. Привести рисунок.	
3. Предмет расположен на	

3. Построить изображение на расстоянии $a_1 = -2f'$ от линзы. Где находится изображение? Чему равно линейное увеличение? Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2.	
4. Графически найти положение изображения точки на оси (m, A) в системе из двух линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2.	
5. Графически найти положение изображения точки на оси (m, A) в системе из двух линз. Показать на рисунке отрезки: a_1, a'_1, a_2, a'_2. Записать формулу для линейного увеличения.	

Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах.

Контролируемые ИДК: ПК-2.2

Тема 3.1. Типовые оптические системы.

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

1 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-2.2

Вопросы/Задания:

1. Оптическое излучение, его основные свойства и характеристики. Основные понятия геометрической оптики. Связь между волновой и геометрической оптикой.

2. Основные законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения.

3. Центрированные оптические системы, конструктивные элементы, координаты луча. Правила обозначений и знаков. Оптические материалы.

4. Идеальная оптическая система и ее свойства. Линейное увеличение. Кардинальные элементы оптической системы.

5. Свойства главных и фокальных плоскостей. Построение изображения в идеальной оптической системе.

6. Бесконечно тонкие линзы и компоненты. Оптическая сила.

7. Формулы Ньютона, Гаусса и произвольных тангенсов для сопряженных точек и отрезков.

8. Увеличения идеальной оптической системы. Узловые точки и плоскости. Связь между увеличениями.

9. Расчет хода луча по формулам произвольных тангенсов в оптической системе из нескольких тонких компонентов.

10. Двухкомпонентные системы: кардинальные элементы, оптический интервал, оптическая сила.
11. Частные случаи двухкомпонентных систем: телеобъектив, телескопические системы Кеплера и Галилея, оптическая система микроскопа.
12. Типы диафрагм. Апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки. Апертурный луч. Относительное отверстие и числовая апертура.
13. Полевая диафрагма. Угловые и линейные поля. Полевой пучок лучей. Телецентрический ход главных лучей.
14. Виньетирование, виньетирующая диафрагма.
15. Глубина резко изображаемого пространства, глубина резкости.
16. Определение световых диаметров компонентов расчетом хода лучей.
17. Глаз как оптическая система. Строение глаза. Схематический глаз, его параметры и характеристики.
18. Фотографический объектив и его характеристики. Коллиматорный объектив. Ограничение пучков лучей.
19. Лупа (окуляр). Линейное поле, видимое увеличение лупы. Ограничение пучков лучей.
20. Зрительная труба Кеплера, видимое увеличение. Ограничение пучков лучей.
21. Оптическая система визирного микроскопа. Ограничение пучков лучей.
22. Телецентрический ход главных лучей в отсчетном микроскопе. Параллакс, погрешность параллакса.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Можаров Г.А. Геометрическая оптика: Учебное пособие. / Г.А. Можаров. - Издательство "Лань", 2017. - 708 - 978-5-8114-2636-2. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Можаров Г. А. Геометрическая оптика: учебное пособие: 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/img/cover/book/206492.jpg> (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

1. <https://www.garant.ru/> - Информационно-правовой портал "Гарант"

Ресурсы «Интернет»

Не используются.

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

Меловая доска - 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.