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)
ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА
«Б1.О.17.02 ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ И ПРОЕКЦИОННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

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: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:
Заведующий кафедрой Прикладной оптики, к.н., доцент Филонов А. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Оптотехника, 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 обучающимися компетенций, связанных с элементной базой, с теорией и проектированием оптических систем, с использованием перспективных компьютерных методов с целью разработки типовых оптических систем разных классов для оптических и оптико-электронных приборов

Задачи изучения дисциплины:

- получение обучающимися теоретических знаний по свойствам составляющих элементной базы, их назначению в оптической системе и ее компоновке, по выбору принципиальной оптической схемы;
- получение практических навыков по базовым разделам прикладной оптики, необходимых для разработки оптических систем оптических и оптико-электронных приборов и дальнейшего изучения дисциплин оптического цикла..

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 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

ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании

Знать:

ОПК-1.1/Зн16 Принципы построения и состав оптических систем в оптико-электронных и оптических приборах и комплексах. Принципы конструирования оптикоэлектронных приборов. Государственные и отраслевые стандарты, стандарты организации. Особенности выбора оптических материалов и конструирования оптических деталей.

Уметь:

ОПК-1.1/Ум12 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемой оптической системы оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ОПК-1.1/Нв11 Методикой составления технического задания на проектирование и расчет оптических систем оптических и оптикоэлектронных приборов. с обоснованием выбора оптической элементной базы.

ОПК-1.2 Применяет знания естественных наук в инженерной практике

Знать:

ОПК-1.2/Зн11 Принципы построения и состав оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов. Принципы конструирования оптико-электронных приборов. Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов.

Уметь:

ОПК-1.2/Ум10 Представлять информацию в систематизированном виде. Разрабатывать конструкторскую документацию. Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые оптические системы, приборы, детали и узлы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях.

Владеть:

ОПК-1.2/Нв9 Навыком обоснованно выбирать принципиальную оптическую схему, выполнять габаритный расчет и анализировать полученные результаты

ОПК-1.2/Нв10 Навыком обоснованно выбирать принципиальную оптическую схему, выполнять габаритный расчет и анализировать полученные результаты

ОПК-1.3 Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1.3/Зн11 Методы проведения патентных исследований. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы конструирования оптико-электронных приборов.

Уметь:

ОПК-1.3/Ум10 Производить патентный поиск. Работать с научно-технической информацией. Работать с базами данных и источниками информации в виде профессиональных научнотехнических журналов и обзоров результатов научных конференций и международных выставок

Владеть:

ОПК-1.3/Нв8 Навыком постоянного набдюдения за ходом развития компьютерных методов синтеза и опоптимизации оптических систем, их анализом и оценкой эффективности в случае использования при разработке систем оптических и оптико-электронных приборов.

ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники и лазерной техники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Знать:

ПК-3.1/Зн20 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы конструирования оптико-электронных приборов.

Уметь:

ПК-3.1/Ум18 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Работать с научно-технической информацией испытывать перспективные методы автоматизированного проектирования. Обосновывать предлагаемые решения.

Владеть:

ПК-3.1/Нв12 Владеть навыками габаритного расчета типовых оптических систем и анализа полученных результатов, так как на следуюших этапах разработки оптической системы прибора оптотехники может возникнуть проблема технической осущестимости.

ПК-3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчета с использованием специализированного программного обеспечения

Знать:

ПК-3.2/Зн15 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования оптических систем приборов оптотехники, работать с базами данных и технической информацией, разрабатывать техническую документацию на отдельные оптические детали и всю оптическую систему в целом.

Уметь:

ПК-3.2/Ум16 Современный инженерный опыт при исследовании и разработке оптических систем с использованием деталей из новой элементной базы при проектировании оптических и оптико-электронных приборов.

Владеть:

ПК-3.2/Нв12 Навыками использования специализированного программного обеспечения синтеза оптических систем приборов оптотехники, работы с базами данных и поиском оптических системпрототипов, разработки технической документации.

ПК-3.3 Разрабатывает проектно- конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оптических, оптико-электронных приборов, механических блоков, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования

Знать:

ПК-3.3/Зн11 Разрабатывать конструкторскую документацию на узлы сложных оптических систем, защищать и обосновывать предлагаемые технические решения.

Уметь:

ПК-3.3/Ум8 Расчет и проектирование в соответствии с техническим заданием типовые системы на элементном и схемотехническом уровнях. Компьютерное моделирование оптических систем с учетом прогнозирования используемых технологий производства и сборки.

Владеть:

ПК-3.3/Нв7 Разработкой технической и проектно-конструкторской документации на всех этапах, Методами расчета и проектирования типовых оптических систем в соответствии с техническим заданием для приборов схемотехники.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.17.02 «Осветительные и проекционные оптические системы» 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)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)

4 семестр	108	3	16	32	24	Экзамен (36)
Всего	108	3	16	32	24	36

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, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Классификация и основные оптические характеристики типовых оптических систем	**15**	**5**	**4**	**6**	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 1.1. Классификация оптических систем	7	2	2	3	
Тема 1.2. Оптические характеристики систем дальнего и ближнего типов	8	3	2	3	
Раздел 2. Элементная база оптических систем. Типовые оптические детали и нетрадиционная оптика. Свойства, применение и расчет.	**25**	**3**	**12**	**10**	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 2.1. Элементная база ОС	12	2	6	4	
Тема 2.2. Нетрадиционные оптические элементы	13	1	6	6	
Раздел 3. Оптические осветительные и проекционные системы	**32**	**8**	**16**	**8**	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 3.1. Виды конструкций. Определение оптических характеристик конденсоров из гаабаритного расчета и согласования двух ОС.	16	4	8	4	
Тема 3.2. Проекционные системы	16	4	8	4	
Итого	**72**	**16**	**32**	**24**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Классификация и основные оптические характеристики типовых оптических систем

Тема 1.1. Классификация оптических систем

Лекция №1. Признаки классификации оптических систем и терминология.
Практическое занятие №1. Оптические материалы ОС. Определение оптических характеристик ОС дальнего и ближнего действия

Тема 1.2. Оптические характеристики систем дальнего и ближнего типов

Лекция № 2. Масштаб изображения. Угловое и линейное поле в разных системах и его определение. Освещенность изображения. Светосила. Спектральные характеристики оптических систем.
Лекция №3. Основные критерии оценки качества изображения оптических систем.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 2. Элементная база оптических систем. Типовые оптические детали и нетрадиционная оптика. Свойства, применение и расчет.

Тема 2.1. Элементная база ОС

Лекция №4. Типовые оптические детали.
Практические занятия № 2. Габаритный и аберрационный расчеты линз разной формы со сферическими и асферическими поверхностями.
Практическое занятие № 5. Апланатические мениски. Расчет положительного апланатического мениска и аберрационный анализ на компьютере.
Практическое занятие №6. Отражательные призмы. Обозначение и классификация призм. Построение разверток призм. Составные призмы. Расчет призм.
Практическое занятие №7 Плоскопараллельная пластина. Применение в ОС. Редуцирование ППП. Клинья. Применение клиньев в качестве компенсаторов. Ахроматические клинья.
Практическое занятие №8. Сферические зеркала. Определение светового диаметра. Построение изображения в идеальном зеркале.

Тема 2.2. Нетрадиционные оптические элементы

Лекция №5 Световоды и волоконная оптика. Нетрадиционные оптические элементы

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 3. Оптические осветительные и проекционные системы

Тема 3.1. Виды конструкций. Определение оптических характеристик конденсоров из гаабаритного расчета и согласования двух ОС.

Лекция №6 Линзовые, зеркальные, зеркально-линзовые конденсоры. Оптические схемы, диапазон характеристик и возможности их повышения, применяемые оптические материалы. Оценка качества изображения конденсоров по величине наименьшего кружка рассеяния.
Практическое занятие №9. Габаритный расчет конденсора из условий согласования характеристик со второй системой или с ОС проекционного прибора.
Практическое занятие № 10. Расчет двухлинзовых конденсоров. Расчет конденсоров с апланатическими менисками.
Практическое занятие № 11. Расчет конденсоров на минимум сферической аберрации.

Тема 3.2. Проекционные системы

Лекция № 7. Диаскопические и эпископические проекционные системы.
Практическое занятие № 12. Графическое определение положения плоскости наименьшего кружка рассеяния и величины кружка.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная 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, 4 семестр.
при проведении промежуточной аттестации, применяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в билете (вопрос и два практических задания). Итоговая оценка по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы оценок, полученных обучаемым за каждый вопрос и задания в билете(вопрос и 2 задания, далее - элемент контроля) поделенное на количество полученных оценок (3). При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может учитывать результаты текущего контроля

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Классификация и основные оптические характеристики типовых оптических систем
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 1.2. Оптические характеристики систем дальнего и ближнего типов
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа
Вопросы/Задания:
1. Конденсор из двух плосковыпуклых линз.

Раздел 2. Элементная база оптических систем. Типовые оптические детали и нетрадиционная оптика. Свойства, применение и расчет.
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 2.2. Нетрадиционные оптические элементы
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа
Вопросы/Задания:
1. Конденсор из апланатического мениска и линзы на минимум сферической аберрации

Раздел 3. Оптические осветительные и проекционные системы
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 3.2. Проекционные системы
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа
Вопросы/Задания:
1. Проекционные системы

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ПК-3.1 ОПК-1.2 ПК-3.2 ОПК-1.3 ПК-3.3
Вопросы/Задания:
1. Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники и лазерной техники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

1.Классификация оптических систем. Признаки классификации.
2.Оптические системы ближнего и дальнего типа. Привести рисунки и формулы.
3.Основные характеристики оптических систем.
4.Оптическая деталь (ОД), определение. Перечислить и привести рисунки типовых классических ОД.
5.Плоскопараллельная пластина (ППП), назначение. Показать ход луча (чертёж), продольное смещение и формулу для него. Редуцированная ППП.
6.Специальные линзы: телескопические, концентрические, асферические, апланатические. Оптические характеристики линз. Привести рисунки и показать кардинальные отрезки, указать особые свойства отдельных линз.
7.Преломляющие призмы (ход луча), назначение. Угол отклонения призмы.
8.Оптический клин (чертёж), применение, формула клина.
9.Отражательные призмы, назначение, обозначение. Развертка призмы. Примеры типовых отражательных призм (ход луча), коэффициент призмы.
10.Аксиконы конические, сферические: привести рисунки с ходом лучей. Применение.
11.Светосила оптической системы. Освещенность изображения в точке на оси. Дать определение светосилы. Геометрическая и физическая светосила.
12.Освещенность изображения точки вне оси. Влияние аберрационного виньетирования.
13. Стекло оптическое бесцветное. Основные оптические постоянные стекла. Типы стекла и марки. Сотая серия.
14. Линза Френеля. Виды форм поверхности. Исправление аберраций.
15.Виды конденсоров. Оптические характеристики, пределы их изменения для разных конструкций.
16.Основные критерии оценки качества изображения оптических систем.
17.Разрешающая способность и предел разрешения оптической системы. Критерий Релея.

18.Распределение освещенности в дифракционном изображении осевой точки предмета. Кружок или диск Эри.
19.Угловые и линейные пределы разрешения оптических систем и их применение.
20.Волновые аберрации. Волновые критерии оценки качества изображения оптических систем.
21.Критерий Штреля.
22.Диаскопические проекционные системы.
23.Эпископические проекционные системы.
24.Плоские и сферические зеркала, назначение. Построение изображения в сферических зеркалах.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Запрягаева Л.А. Оптические детали: Учебное пособие по курсу "Прикладная оптика". Часть 1. "Теория оптических систем".: Для студентов IV - V курсов факультета оптического приборостроения. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - МИИГАиК, 2001. - 184 - Текст: непосредственный.

2. Запрягаева Л.А. Задачник по прикладной оптике: Учебное пособие. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - 3-е изд., переработанное и дополненное. - МИИГАиК, 2009. - 496 - 978-5-91188-016-3. - Текст: непосредственный.

3. Запрягаева Л.А. Расчет и проектирование оптических систем: Учебник для вузов в 2-х частях. Часть 2. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - 2-е издание исправленное и дополненное. - МИИГАиК, 2009. - 258 - 978-5-91188-018-7. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Теория оптических систем: Учебник для вузов. / Б.Н. Бегунов, Н.П. Заказнов, С.И. Кирюшин, В.И. Кузичев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Машиностроение, 1981. - 432 - Текст: непосредственный.

2. Апенко М.И. Прикладная оптика / М.И. Апенко, А.С. Дубовик. - 2-е изд., перераб - Издательство Наука, 1982. - 352 - Текст: непосредственный.

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.spectraplot.com/blackbody - Blackbody Emission Simulator
3. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - Blackbody Calculator
4. https://www.spectraplot.com/blackbody - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science)
5. https://www.iprbookshop.ru/ - Электронно-библиотечная "IPRbooks"
6. https://books.ifmo.ru/ - Учебные пособия издательства ИТМО
7. https://lib.itmo.ru/ - Библиотека ИТМО

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) - 10 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.