



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
24 марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ
«Б1.О.07.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В
ОПТОТЕХНИКЕ»**

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): 2025

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2025

Разработчики:

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

Старший преподаватель кафедры Прикладной оптики Малютин
Н. В.

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 приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.01.2025, № 2/24-25

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 в области автоматизированного проектирования и компьютерного моделирования оптических систем.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение студентами теоретических знаний, связанных с математическими методами, применяемыми для автоматизированной коррекции оптических систем, а также получения практических навыков использования компьютерных программ для математического моделирования и расчета оптических систем..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

ОПК-3.1 Осуществляет информационный поиск и использует новые знания в своей предметной области

Знать:

ОПК-3.1/Зн1 Технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из зарубежных источников

Уметь:

ОПК-3.1/Ум1 Выявлять зависимости между параметрами анализируемого процесса, явления и особенностями работы прибора

Владеть:

ОПК-3.1/Нв3 Навыками использования информационных систем и технологий

ОПК-3.2 Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием информационных систем и технологий

Знать:

ОПК-3.2/Зн1 Технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из зарубежных источников

Уметь:

ОПК-3.2/Ум1 Выявлять зависимости между параметрами анализируемого процесса, явления и особенностями работы прибора

Владеть:

ОПК-3.2/Нв3 Навыками использования информационных систем и технологий

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

ПК-2.1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптоэлектроники

Знать:

ПК-2.1/Зн1 Физические основы и принципы построения оптико-электронных приборов и систем различного назначения

Уметь:

ПК-2.1/Ум1 Формулировать задачу и определять параметры для проведения моделирования функционирования оптоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений

Владеть:

ПК-2.1/Нв2 Методикой моделирования типовых оптических систем оптоэлектронных приборов

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

Знать:

ПК-2.2/Зн3 Основы алгоритмизации и программирования.

Уметь:

ПК-2.2/Ум1 Применять справочные материалы

Владеть:

ПК-2.2/Нв3 Навыками проектирования типовых оптических систем оптоэлектронных приборов.

ПК-2.3 Разрабатывает математические модели функционирования оптоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.3/Зн1 Принципы построения физических и математических моделей. Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-2.3/Ум1 Выбирать численный метод моделирования функционирования оптоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений.

Владеть:

ПК-2.3/Нв2 Навыками математического моделирования оптических систем оптоэлектронных приборов

ПК-2.4 Проводит компьютерное моделирование функционирования оптоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.4/Зн1 Методы анализа, синтеза и оптимизации оптических систем различного назначения.

Уметь:

ПК-2.4/Ум1 Использовать стандартные компьютерные программы для проведения расчетов и математического моделирования функционирования оптоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений.

Владеть:

ПК-2.4/Нв2 Навыками расчета типовых оптических систем оптоэлектронных приборов с использованием программ компьютерного проектирования

ПК-2.5 Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.5/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные характеристики и свойства оптического излучения.

Уметь:

ПК-2.5/Ум1 Анализировать и применять результаты моделирования. Выявлять зависимости между параметрами анализируемого процесса, явления и особенностями работы прибора.

Владеть:

ПК-2.5/Нв2 Навыками оценки качества изображения оптических систем

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.07.01 «Математические методы и моделирование в оплотехнике» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

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)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
2 семестр	108	3	28	14	66	Зачет
Всего	108	3	28	14	66	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты с обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Основы проектирования оптических систем	28	8	4	16	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5
Тема 1.1. Введение	28	8	4	16	
Раздел 2. Автоматизированная коррекция (оптимизация) оптических систем	56	16	8	32	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 2.1. Методы автоматизированной коррекции оптических систем	22	4	2	16	ПК-2.4 ПК-2.5
Тема 2.2. Математические методы, применяемые для автоматизированной коррекции оптических систем	34	12	6	16	
Раздел 3. Влияние конструктивных параметров оптических систем на качество изображения	24	4	2	18	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5
Тема 3.1. Влияние изменения конструктивных параметров на aberrации оптических систем	24	4	2	18	
Итого	108	28	14	66	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Основы проектирования оптических систем

Тема 1.1. Введение

Практическое занятие № 1. Этапы разработки оптических систем. Компьютерные программы для моделирования оптических систем (CAPO, ZEMAX).

Лабораторная работа № 1.

Аберрационный анализ объективов различного назначения.

Лабораторная работа № 2.

Аберрационный анализ окуляров зрительных труб и микроскопов.

Практическое занятие № 2.

Геометрические aberrации. Аберрационный анализ и аберрационный расчет.

Лабораторная работа № 3.

Аберрационный анализ зеркальных и зеркально-линзовых оптических систем.

Лабораторная работа № 4.

Аберрационный анализ телескопических систем и оптических систем микроскопов.

Раздел 2. Автоматизированная коррекция (оптимизация) оптических систем

Тема 2.1. Методы автоматизированной коррекции оптических систем

Практическое занятие № 3.

Методы решения систем уравнений. Методы проб. Постановка задачи.

Лабораторная работа № 5.

Оптимизация двухлинзовых и трехлинзовых компонентов.

Лабораторная работа № 6.

Оптимизация фотографических объективов.

Тема 2.2. Математические методы, применяемые для автоматизированной коррекции оптических систем

Практическое занятие № 4.

Метод Ньютона. Модифицированный метод Ньютона. Оценочная функция. Метод Лагранжа.

Лабораторная работа № 7.

Оптимизация широкоугольных фотообъективов.

Лабораторная работа № 8.

Оптимизация телескопических систем и коллимационных оптических систем.

Практическое занятие № 5. Метод наименьших квадратов. Модифицированный метод наименьших квадратов. Метод градиента.

Лабораторная работа № 9.

Термоанализ и расчет атермализованных оптических систем.

Лабораторная работа № 10.

Анализ и оптимизация оптических систем с переменными характеристиками.

Раздел 3. Влияние конструктивных параметров оптических систем на качество изображения

Тема 3.1. Влияние изменения конструктивных параметров на аберрации оптических систем

Практическое занятие № 6.

Критерии оценки качества изображения. Назначение таблиц влияния параметров.

Лабораторная работа № 11.

Расчет таблиц влияния параметров. Расчет допусков на изготовление оптических деталей и сборку оптических систем.

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, 2 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ОПК-3.1 ПК-2.1 ОПК-3.2 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5

Вопросы/Задания:

1. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

1. Этапы разработки оптических систем, взаимосвязь этапов.
2. Автоматизация этапов разработки оптических систем.
3. Методы автоматизированной коррекции оптических систем.
4. Универсальные методы автоматизированной коррекции. Постановка задачи.
5. Метод Ньютона.
6. Модифицированный метод Ньютона.
7. Метод наименьших квадратов.
8. Модификации метода наименьших квадратов.
9. Метод градиента.
10. Метод Лагранжа

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

11. Выбор исходной оптической системы.
12. Выбор корректируемых функций.
13. Выбор коррекционных параметров.
14. Анализ качества изображения по графикам геометрических aberrаций.
15. Разрешающая способность. Распределение энергии в дифракционном изображении точки.
16. Функция рассеяния точки. Фигура рассеяния. Пятно рассеяния.
17. Функция рассеяния линии.
18. Оптическая передаточная функция (ОПФ).
19. Функция передачи модуляции (ФПМ).
20. Волновые aberrации. Волновые критерии качества изображения.
21. Критерий Штреля.
22. Влияние изменения конструктивных параметров на aberrации.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Запрягаева Л.А. Расчет и проектирование оптических систем: Учебник для вузов в 2-х частях. Часть 1. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - 2- издание исправленное и дополненное. - МИИГАиК, 2009. - 350 - 978-5-91188-017-0. - Текст: непосредственный.
2. 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. Русинов М.М. Вычислительная оптика: Справочник / М.М. Русинов, А.П. Грамматин, П.Д. Иванов и др.; М. М. Русинов, А. П. Грамматин, П.Д. Иванов и др. ; - Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1984. - 423 с.: ил. - Текст: непосредственный.
2. Слюсарев Г.Г. Расчёт оптических систем. / Г.Г. Слюсарев. - Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1975. - 640 - 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.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - Blackbody Calculator.
3. <https://www.spectraplot.com/blackbody> - Blackbody Emission Simulator.
4. <https://cyberleninka.ru/> - 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
8. <http://www.complexdoc.ru/> - Электронный фонд правовых и нормативнотехнических документов

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

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 13 шт.

Интерактивная панель - 0 шт.

Маркерная доска - 0 шт.

Меловая доска - 0 шт.

Проектор - 2 шт.

Для практических занятий

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 10 шт.

Меловая доска - 1 шт.

МФУ - 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.