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.В.ДВ.05.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

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: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2022

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

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 обучающимися компетенций в области компьютерного моделирование оптических систем.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение студентами теоретических знаний, связанных с автоматизацией проектирования 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

ПК-2 Способность к математическому моделированию процессов и объектов оптотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

ПК-2.1 Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели моделирования оптических явлений на языке высокого уровня с использованием объектно-ориентированных технологий

Знать:

ПК-2.1/Зн2 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексо

ПК-2.1/Зн3 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования

ПК-2.1/Зн4 Основы теории математического моделирования сложных технических систем

Уметь:

ПК-2.1/Ум1 Формулировать задачу и определять параметры для проведения моделирования функционирования оптикоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений. Выбирать численный метод моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Владеть:

ПК-2.1/Нв2 Навыками применения типовых программ для компьютерного моделирования оптических систем

ПК-2.2 Разрабатывает, реализует и применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных оптических задач

Знать:

ПК-2.2/Зн2 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-2.2/Зн3 Основы теории математического моделирования сложных технических систем

Уметь:

ПК-2.2/Ум2 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота

Владеть:

ПК-2.2/Нв4 Навыками применения типовых программ для компьютерного моделирования оптических систем.

ПК-2.3 Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля оптотехники

Знать:

ПК-2.3/Зн2 Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементная база оптотехники

ПК-2.3/Зн3 Единая система конструкторской документации

ПК-2.3/Зн4 Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-2.3/Ум2 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-2.3/Ум3 Разрабатывать отдельные программы и подпрограммы для решения различных задач проектирования, конструирования, исследования и контроля оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

ПК-2.3/Нв3 Навыками применения типовых программ для компьютерного моделирования оптических систем.

ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники 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/Зн15 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн16 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования

ПК-3.1/Зн23 Основы теории математического моделирования сложных технических систем

Уметь:

ПК-3.1/Ум15 Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей с учетом используемых технологий производства и сборки

Владеть:

ПК-3.1/Нв16 Навыками применения типовых программ для компьютерного моделирования оптических систем.

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/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-3.2/Зн10 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования.

ПК-3.2/Зн13 Основы теории математического моделирования сложных технических систем

Уметь:

ПК-3.2/Ум1 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота.Работать с базами данных и источниками информации. Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей с учетом используемых технологий производства и сборки

Владеть:

ПК-3.2/Нв14 Навыками применения типовых программ для компьютерного моделирования оптических систем.

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/Зн9 Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементная база оптотехники

ПК-3.3/Зн10 Единая система конструкторской документации

ПК-3.3/Зн11 Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-3.3/Ум9 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-3.3/Ум10 Разрабатывать отдельные программы и подпрограммы для решения различных задач проектирования, конструирования, исследования и контроля оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

ПК-3.3/Нв8 Навыками применения типовых программ для компьютерного моделирования оптических систем.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.05.01 «Математические методы и моделирование оптических систем» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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 ЗЕТ)	ые занятия сы)	ие занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Лекционны (ча	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
7 семестр	144	4	17	34	93	Зачет с оценкой
Всего	144	4	17	34	93	

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. Геометрическая оптика – простейшая математическая модель оптического излучения	**47**	**4**	**12**	**31**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 1.1. Введение	47	4	12	31	
Раздел 2. Компьютерное моделирование центрированных оптических систем	**97**	**13**	**22**	**62**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 2.1. Компьютерное моделирование центрированных оптических систем	49	6	12	31	
Тема 2.2. Оценка качества изображения	48	7	10	31	
Итого	**144**	**17**	**34**	**93**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Геометрическая оптика – простейшая математическая модель оптического излучения

Тема 1.1. Введение

Лекция №1. Взаимосвязь волновой и геометрической оптики. Расчёт хода лучей через оптические системы. Способы задания положения луча в пространстве.
Практическое занятие № 1. Изучение инструкции к программе ZEMAX. Чтение из архива и запись в архив оптических систем.
Практическое занятие № 2. Задание конструктивных параметров и характеристик оптической системы
Лекция №2. Способы задания начальных данных для расчёта хода лучей. Связь углов σ и δ, используемых при расчете оптических систем с направляющими косинусами лучей λ, μ, ν.
Практическое занятие № 3. Задание оптической системы, работающей из бесконечности
Практическое занятие № 4. Задание оптической системы, работающей с конечного расстояния

Раздел 2. Компьютерное моделирование центрированных оптических систем

Тема 2.1. Компьютерное моделирование центрированных оптических систем

Лекция №3. Исходные принципы автоматизации проектирования и математические модели оптических систем
Практическое занятие № 5. Задание фотографических объективов
Практическое занятие № 6. Задание зеркальных и зеркально-линзовых оптических систем. Задание центрального экранирования
Лекция № 4. Способы задания конструктивных параметров оптических систем.
Практическое занятие № 7. Задание асферических поверхностей
Практическое занятие № 8. Задание окуляров
Лекция № 5. Необходимое и достаточное число пучков и лучей для оценки качества изображения
Практическое занятие № 9. Задание телескопических систем
Практическое занятие № 10. Задание объективов микроскопа
Лекция № 7. Программы для проектирования оптических систем и математического моделирования
Практическое занятие № 11. Задание оптических систем микроскопа

Тема 2.2. Оценка качества изображения

Лекция № 8. Обзор критериев оценки качества изображения. Анализ качества изображения по геометрическим аберрациям. Назначение таблиц влияния параметров
Практическое занятие № 12. Расчет таблиц влияния параметров

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, 7 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 1-3 дополнительных вопросов

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-3.1 ПК-2.2 ПК-3.2 ПК-2.3 ПК-3.3

Вопросы/Задания:

1. 1. Способы задания положения луча в пространстве.
2. Связь углов σ и δ, используемых при расчете оптических систем с направляющими косинусами лучей λ, μ, ν.
3. Способы задания начальных данных для расчёта хода лучей.
4. Необходимое и достаточное число пучков и лучей для оценки качества изображения.
5. Способы задания конструктивных параметров оптических систем.
6. Способы задания асферических поверхностей.
7. Задание исходной оптической системы.

2. 8. Способы задания положения предмета и входного зрачка (апертурной диафрагмы).
9. Исходные принципы автоматизации проектирования.
10. Математические модели оптических систем.
11. Фигура рассеяния. Пятно рассеяния.
12. Точечная диаграмма. Функция рассеяния точки.
13. Волновые аберрации. Волновые критерии качества изображения.
14. Разрешающая способность. Распределение энергии в дифракционном изображении точки.
15. Графики и таблицы геометрических аберраций.

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 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.

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://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
8. https://lib.miigaik.ru/ - ИРБИС 64 Электронная библиотека
9. http://www.complexdoc.ru/ - Электронный фонд правовых и нормативно-технических 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) - 1 шт.
Интерактивная панель - 0 шт.
Меловая доска - 1 шт.
Проектор - 0 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.