

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРАКТИКУМ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ В ОПТИКЕ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	2	72	0	0	30		42	0	3 КР
Итого	2	72	0	0	30	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются принципы проектирования оптических систем с помощью программного пакета ZEMAX, а также основные понятия и характеристики оптических систем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса - формирование у студентов практических навыков проектирование оптических систем с использованием современных программных средств. Основной задачей курса является освоение проектирования оптических систем с использованием пакета программ Zemax.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

При составлении программы учебной дисциплины «предполагалось, что студент знаком с содержанием основных разделов курсов высшей математики, общей физики и физической оптики, желательно также наличие общих базовых представлений из области информатики и вычислительной техники.

Программой курса предусмотрено, что студент должен научиться использовать пакеты прикладных программ для расчёта и конструирования оптических систем различного назначения.

Знания, приобретенные студентом при освоении данной дисциплины, необходимы для успешного завершения обучения в рамках образовательной программы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции;	Код и наименование индикатора достижения
--	---------------------------	--	--

		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
формулирование задачи и плана научного исследования в области фотоники и оптоинформатики; построение математических моделей объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи; выполнение математического (компьютерного) моделирования и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики; исследование элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований и измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов систем фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях; составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления	фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики;	ПК-1 [1] - способен владеть навыками компьютерного моделирования информационных сигналов и систем, синтеза кодов, количественного анализа характеристик информационных систем <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-1[1] - Знать: основные понятия, математический аппарат и алгоритмы обработки и анализа характеристик информационных сигналов; базовые и современные схемные и алгоритмические решения оптических и фотонных систем обработки и хранения информации ; У-ПК-1[1] - Уметь: использовать современные компьютеры для решения научно-исследовательских задач; строить простые и средней сложности математические модели информационных сигналов и систем; ; В-ПК-1[1] - Владеть: способами создания моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществления их качественного и количественного анализа; практическими навыками численного моделирования типовых задач в своей предметной области с требуемой степенью точности;

отчетов, обзоров и другой технической документации; защита приоритета и новизны полученных результатов исследований с использованием юридической базы для охраны интеллектуальной собственности			
проектно-конструкторский			
анализ состояния научно-технической проблемы, постановка цели и задач проектирования приборов и систем фотоники и оптоинформатики; разработка функциональных и структурных схем приборов и систем фотоники и оптоинформатики и установление технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование различных типов оптических и оптоинформационных систем, блоков и узлов с использованием средств компьютерного проектирования, проведение проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием конструкторских решений; оценка технологичности конструкторских решений, разработка технологических	элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база и системы преобразования и отображения информации; устройства и системы на основе когерентной оптики и голографии; устройства и системы компьютерной фотоники; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; элементная база, системы и методы, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации;	ПК-4 [1] - способен к разработке функциональных и структурных схем фотоники и оптоинформатики на уровне узлов, элементов, систем и технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-4[1] - Знать: физические принципы действия устройств и систем фотоники и оптоинформатики ; У-ПК-4[1] - Уметь: проводить сравнительный анализ изделий-аналогов; формулировать технические требования на отдельные узлы, элементы, системы и технологии ; разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования оптических и оптико-электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации ; В-ПК-4[1] - Владеть: методами анализа и расчета ожидаемых параметров разрабатываемых приборов и систем фотоники и оптоинформатики

процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем; составление технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия; участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов.			
анализ состояния научно-технической проблемы, постановка цели и задач проектирования приборов и систем фотоники и оптоинформатики; разработка функциональных и структурных схем приборов и систем фотоники и оптоинформатики и установление технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование различных типов оптических и оптоинформационных систем, блоков и узлов с использованием средств компьютерного проектирования, проведение проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием конструкторских решений; оценка технологичности конструкторских	элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база и системы преобразования и отображения информации; устройства и системы на основе когерентной оптики и голографии; устройства и системы компьютерной фотоники; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; элементная база, системы и методы, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации;	ПК-5 [1] - способен проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые оптические и оптоинформационные системы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-5[1] - Знать: особенности и области применения оптических и оптоинформационных систем; правила оформления проектной и конструкторской документации ; У-ПК-5[1] - Уметь: анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым узлам, блокам и системам; проводить концептуальную и проектную проработку типовых систем, приборов, деталей и узлов; представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности ; В-ПК-5[1] - Владеть: навыками проектирования и конструирования типовых оптических и оптоинформационных системы

решений, разработка технологических процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем; составление технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия; участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов.			
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	0/0/16		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Раздел 2	9-15	0/0/14		25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-2,

							У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/0/30		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3, КР	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
КР	Курсовая работа

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	0	0	30
1-8	Раздел 1	0	0	16
1 - 2	Тема 1 Основные понятия и характеристики оптических систем	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 8	Тема 2 Интерфейс и встроенные функции программного пакета	Всего аудиторных часов		
		0	0	12

	Zemax	Онлайн		
		0	0	0
9-15	Раздел 2	0	0	14
9 - 15	Тема 3 Решение практических задач проектирования оптических элементов с помощью программного пакета Zemax	Всего аудиторных часов		
		0	0	14
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	2 Семестр
1 - 2	Тема 1 Основные понятия и характеристики оптических систем
3 - 8	Тема 2 Интерфейс и встроенные функции программного пакета Zemax
9 - 15	Тема 3 Решение практических задач проектирования оптических элементов с помощью программного пакета Zemax

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По направлению подготовки предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных презентации, разбор конкретных задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие
-------------	---------------------	----------------------------

		(КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	З, КР, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, КР, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	З, КР, КИ-8, КИ-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-2	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-2	З, КР, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить

			обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	--

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Г 62 Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие, Голубева Н. В., Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. ЭИ Ч-49 Многоходовые системы в оптике и спектроскопии. : учебное пособие, Чернин С. М., Москва: Физматлит, 2010
3. 53 С34 Общий курс физики Т.4 Оптика, , Москва: Физматлит;МФТИ, 2013
4. ЭИ Д 79 Теория и преобразование сигналов в оптических системах : учебное пособие, Дубнищев Ю. Н., Санкт-Петербург: Лань, 2021
5. ЭИ З-18 Теория оптических систем : учебное пособие, Кирюшин С. И., Заказнов Н. П., Кузичев В. И., Санкт-Петербург: Лань, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.1 , Салех Б., Долгопрудный: Интеллект, 2012
2. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.2 , Салех Б., Долгопрудный: Интеллект, 2012
3. 535 Б82 Основы оптики : , Вольф Э., Борн М., М.: Наука, 1973
4. 621.38 Я49 Теория и расчет оптико-электронных приборов : учебник для вузов, Якушенков Ю.Г., Москва: ЛОГОС, 2011

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При изучении курса «Практикум по компьютерному моделированию в оптике» необходимо усвоить основные понятия и характеристики оптических систем, а также приобрести навыки проектирования оптических систем с помощью программного пакета ZEMAX.

Необходимо знать такие общие характеристики оптических систем как: апертура, числовая апертура, угловая апертура, увеличение. Требуется иметь четкое понимание энергетических характеристик оптических систем, таких как: светосила, функция относительного спектрального пропускания, функция светораспределения по полю. Необходимо иметь представление об искажениях вносимых оптическими системами при построении изображений и соответствующих характеристиках: волновые aberrации, поперечные и продольные aberrации, хроматические и монохроматические aberrации. Кроме того необходимо знать такие комплексные характеристики как: функция рассеяния точки, разрешающая способность и модуляционная передаточная функция.

Необходимо иметь основные представления о возможностях программного пакета ZEMAX и принципах проектирования и анализа оптических систем с его помощью.

Необходимо знать и уметь использовать основные функции программного пакета ZEMAX.

Требуется уметь проектировать базовые оптические элементы такие как: линзы различных типов, зеркала, призмы и т.п.

Необходимо уметь анализировать спроектированную в программном пакете ZEMAX оптическую систему. Знать, как получить графическое изображение оптической системы, рассчитать aberrации лучей, диаграмму пятна рассеяния точки, величину дифракционных эффектов и т. д.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Необходимо дать возможность студентам усвоить основные понятия и характеристики оптических систем, а также приобрести навыки проектирования оптических систем с помощью программного пакета ZEMAX.

Студентам необходимо дать четкое представление об общих характеристиках оптических систем, таких как: апертура, числовая апертура, угловая апертура, увеличение. Сформировать у студентов четкое понимание энергетических характеристик оптических систем, таких как: светосила, функция относительного спектрального пропускания, функция светораспределения по полю. Дать представление об искажениях вносимых оптическими системами при построении изображений и соответствующих характеристиках: волновые aberrации, поперечные и продольные aberrации, хроматические и монохроматические aberrации. Кроме того разъяснить такие комплексные характеристики как: функция рассеяния точки, разрешающая способность и модуляционная передаточная функция.

Необходимо дать студентам основные представления о возможностях программного пакета ZEMAX и принципах проектирования и анализа оптических систем с его помощью.

Необходимо обучить студентов использованию основных функций программного пакета ZEMAX.

Требуется обучить студентов проектированию базовых оптических элементов таких как: линзы различных типов, зеркала, призмы и т.п.

Необходимо обучить студентов анализу спроектированной в программном пакете ZEMAX оптической системы. Объяснить, как получить графическое изображение оптической системы, рассчитать aberrации лучей, диаграмму пятна рассеяния точки, величину дифракционных эффектов и т. д.

Автор(ы):

Краснов Виталий Вячеславович, к.ф.-м.н., доцент

Евтихий Николай Николаевич, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

Стариков Р.С., д.ф.м.н., профессор