

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

МАГНИТООПТИКА

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
1	3	108	8	24	0		40	0	Э
Итого	3	108	8	24	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Содержание программы «Магнитооптика» представляет собой развитие полученных ранее знаний в области оптики и лазерной физики. В курсе используются основные понятия, концепции, представляющие собой практическую и теоретическую базу. Курс «Магнитооптика» входит в число курсов по выбору при подготовке современных специалистов по лазерной физике. Изучение дисциплины позволит студентам получить и развить навыки проведения экспериментальных исследований характеристик лазерного излучения, использовать различные физические явления при решении задач управления лазерным излучением, а также оценивать возможности лазерных систем при применении в различных целях.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Магнитооптика» является формирование у будущих бакалавров знаний в области экспериментальных методов лазерной физики и закрепление профессиональных навыков в области техники физического эксперимента при разработке, исследовании и эксплуатации лазерных систем, а также управлением лазерным излучением. Изучаются принципы работы, а также устройство и характеристики приборов и установок, используемых в современном физическом эксперименте с применением магнитооптики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы «Магнитооптика» представляет собой развитие полученных ранее знаний в области оптики и лазерной физики. В курсе используются основные понятия, концепции, представляющие собой теоретическую базу, освоенную студентами при изучении дисциплин по специализации кафедры.

Изучение дисциплины позволит студентам получить и развить навыки проведения экспериментальных исследований характеристик лазерного излучения использовать различные магнитооптические явления при решении задач управления лазерным излучением.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	------------------------------------------------------

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; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--------------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

		опыта)	
научно-исследовательский			
<p>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 отчетов, обзоров и другой технической документации; защита</p>	<p>фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики;</p>	<p>ПК-1.3 [1] - Способен применять знания основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, наноструктур, методик прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов для решения задач фотоники и оптоинформатики</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-1.3[1] - Знать: основные физико-химические свойства оптических стекол и кристаллов, наноструктур; У-ПК-1.3[1] - Уметь: применять знания основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, наноструктур, методик прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов для решения задач фотоники и оптоинформатики; В-ПК-1.3[1] - Владеть: методиками прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов</p>

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 процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем;	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

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 решений, разработка технологических процессов сборки и	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	З-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

<p>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.</p>			
<p>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</p>	<p>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;</p>	<p>ПК-6 [1] - способен участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-6[1] - Знать: принципы построения и состав оптических и оптоинформационных системы ; У-ПК-6[1] - Уметь: формулировать и обосновывать требования к монтажу и наладке опытного образца; выбрать метод сборки и наладки опытного образца; разработать программу испытаний; ; В-ПК-6[1] - Владеть: навыками монтажа, наладки и испытаний опытных образцов.</p>

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>1 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	4/12/0	Т-6 (15), Дск-7 (10)	25	КИ-8	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Часть 2	9-15	4/12/0	Т-11 (15), Дск-12 (10)	25	КИ-15	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

							В-ПК-6
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		8/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

* – 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
Т	Тестирование
Дск	Дискуссия
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	8	24	0
1-8	Часть 1	4	12	0
1	Тема 1 Двойное лучепреломление, поляризация света. Эллипс поляризации и его основные параметры	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Поляризующие устройства, классификация и основные характеристики.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Фазовые пластинки. Явления, лежащие в основе их работы. Циркулярные поляризаторы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Матричный метод Джонса расчета поляризационных систем. Закон Малюса для неидеальных поляризаторов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5	Всего аудиторных часов		

	Магнитооптические эффекты. Эффект Фарадея. Схемы наблюдения эффекта Фарадея.	1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 Эффект Комптона-Муттона и магнитный дихроизм. Эффект Керра.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Магнитоупорядоченные материалы. Регулярные доменные структуры. Магнитооптические материалы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Методы получения и основные магнитооптические свойства феррит-гранатов и аморфных металлов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	4	12	0
9	Тема 9 Магнитооптические устройства. Явления, используемые для магнитооптической модуляции света. Модулятор. Ключ и дефлектор.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Тема 10 Пространственная фильтрация оптических сигналов.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 13	Тема 11 Запоминающие устройства на магнитооптических дисках. Магнитооптическое запоминающее устройство с адресацией лазерным лучом.	Всего аудиторных часов		
		1	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Тема 12 Магнитооптический коммутатор для волоконно-оптических линий связи. Оптические изоляторы.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По направлению подготовки предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (знакомство с экспериментальными установками учебно-научных лабораторий кафедры и родственных организаций) 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-1.3	З-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	У-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	В-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-15, Т-6, Дск-7, Т-11, Дск-12

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-ех 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. 53 С34 Общий курс физики Т.4 Оптика, , Москва: Физматлит;МФТИ, 2013
2. 537 П83 Основы магнитооптики : учебное пособие, Протасов Е.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2009
3. ЭИ М 64 Теоретические основы оптико-электронных приборов : , Мирошников М. М., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ 3-18 Теория оптических систем : , Кирюшин С. И., Заказнов Н. П., Кузичев В. И., Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 537 М12 Эффект Фарадея в магнитных плёнках : лабораторный практикум по курсу физики конденсированного состояния: учебное пособие для вузов, Маврицкий О.Б., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 537/.8 3-43 Магнитооптика тонких пленок : , Звездин А.К., Котов В.А., М.: Наука, 1988

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

Содержание программы «Магнитооптика» представляет собой развитие полученных ранее знаний в области оптики и лазерной физики. В курсе используются основные понятия, концепции, представляющие собой теоретическую базу, освоенную студентами при изучении дисциплин по специализации кафедры.

Изучение дисциплины позволит студентам получить и развить навыки проведения экспериментальных исследований характеристик лазерного излучения использовать различные магнитооптические явления при решении задач управления лазерным излучением.

Основные методические материалы данного раздела представлены в учебном пособии

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При подготовке к занятиям каждый студент получает задание на дом самостоятельно подготовить ответы на контрольные вопросы, сформулированные в учебном пособии “Основы магнитооптики”. На каждом занятии разбираются следующие темы:

1 неделя.

Поляризация света. Эллипс поляризации и его основные параметры.

2 неделя

Поляризующие устройства, классификация и основные характеристики.

3 неделя

Фазовые пластинки. Явления, лежащие в основе их работы. Циркулярные поляризаторы.

4 неделя

Матричный метод Джонса расчета поляризационных систем. Закон Малюса для неидеальных поляризаторов.

5 неделя.

Эффект Фарадея. Схемы наблюдения эффекта Фарадея.

6 неделя

Эффект Комптона-Мутона и магнитный дихроизм.

7 неделя

Эффект Керра. Схемы наблюдения эффекта Керра.

8 неделя

Магнитоупорядоченные материалы. Регулярные доменные структуры.

9-10 неделя

Методы получения и основные магнитооптические свойства феррит-гранатов и аморфных металлов.

11-12 неделя

Явления, используемые для магнитооптической модуляции света. Модулятор. Ключ и дефлектор.

13-14 неделя

Запоминающие устройства на магнитооптических дисках.

15-16 неделя

Магнитооптический коммутатор для волоконно-оптических линий связи.

Автор(ы):

Протасов Евгений Александрович, д.ф.-м.н.,
профессор

Рецензент(ы):

к.ф.м.н., с.н.с.. Козин Г.И.