

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 ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ (INTERACTION OF LIGHT AND MATTER)**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
1	3	108	32	0	0		40	0	Э
Итого	3	108	32	0	0	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются современные понятия, законы, теории, экспериментальные методы и результаты измерений в области физики взаимодействия излучения оптического диапазона с веществом. Рассмотрены вопросы взаимодействия электромагнитных волн с кристаллами, жидкостями, плазмой и ультрахолодными газами.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные задачи курса - показать применение современных классических и квантовых теорий и экспериментальных схем к задачам физики взаимодействия излучения с веществом . Научить определять границы применимости различных экспериментальных методов, привить навыки качественных теоретических оценок и количественных расчетов.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Курс является базовым, даёт необходимые теоретические знания для изучения последующих дисциплин специализации, которые связаны с методами изучения и обработки твердых тел при помощи воздействия излучений

### **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 опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
			научно-исследовательский
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с	Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.	ПК-20.1 [1] - Способен пользоваться основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом в конденсированном	3-ПК-20.1[1] - знать основные теоретические модели физики конденсированного состояния вещества, модели взаимодействия оптического излучения с веществом,

<p>утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий.</p>	<p>состояниями, моделями фазовых переходов и физики сверхпроводимости, экспериментальными методами исследования структурных и электронных свойств, современными достижениями физики сверхпроводимости, полупроводников и гетероструктур.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003</p>	<p>классификацию фазовых переходов, основные экспериментальные факты и применения физики сверхпроводимости и криогенной техники, современные достижения физики полупроводников и гетероструктур; У-ПК-20.1[1] - уметь сформулировать теоретическую и математическую модель для изучаемой задачи физики конденсированного состояния вещества, провести необходимые расчеты величин и оценки параметров; В-ПК-20.1[1] - владеть основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом, физики фазовых переходов и сверхпроводимости</p>
<p>Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации, выбор методов и подходов к решению</p>	<p>Физические, математические и компьютерные модели явления; компьютерные программы и алгоритмы для научно-исследовательских и прикладных целей.</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>

поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты; участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей.		стандарт: 29.004	У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.
--	--	------------------	--

#### экспертно-аналитический

Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных	Научная и аналитическая информация, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; научные и аналитические отчеты, публикации и презентации по результатам исследований.	ПК-20.2 [1] - Способен ориентироваться в современных экспериментальных достижениях физики конденсированного состояния, в возможностях современных пучковых и лазерных технологий в применении к конкретным методам создания, обработки и исследования различных твердотельных материалов и наноструктур, основных экспериментальных фактах физики сверхпроводимости и техники низких	3-ПК-20.2[1] - последние теоретические и экспериментальные достижения физики конденсированного состояния, применения современных сверхпроводящих материалов, фазовых переходов в современных материалах, применения современных сверхпроводящих материалов, возможности современных пучковых и лазерных технологий в применении к конкретным методам создания, обработки и
--	---	--	--

<p>программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок.</p>		<p>температур, их применениях в экспериментальной технике и промышленности.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>исследования различных твердотельных материалов и наноструктур; У-ПК-20.2[1] - уметь предложить и обосновать схему эксперимента по лазерной обработке материалов, лазерному напылению тонких пленок, исследованию поверхности, твердотельных материалов или наноструктур, для исследования фазовых переходов в современных материалах; В-ПК-20.2[1] - владеть современными экспериментальными данными в области физики взаимодействия излучения оптического диапазона с веществом в конденсированном состоянии, методов исследования структурных и электронных свойств твердых тел</p>
--	--	--	---

инновационный			
<p>Сбор и анализ информационных источников и исходных данных для планирования и разработки исследовательских проектов; подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; участие в</p>	<p>Научно-технические и организационные решения.</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых научкоемких технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>3-ПК-5[1] - Знать физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования, принципы экспертизы продукции для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых научкоемких технологий ; У-ПК-5[1] - Уметь</p>

разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей.		стандарт: 26.003	применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых научоемких технологий; В-ПК-5[1] - Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования, математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых научоемких технологий
---	--	------------------	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (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	16/0/0		25	КИ-8	В-ПК-20.2, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-ПК-20.2, У-ПК-20.2
2	Часть 2	9-16	16/0/0		25	КИ-16	В-ПК-5, З-ПК-20.1,

						У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5, У-ПК-5
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/0/0		50	
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>			50	Э	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2

\* – 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
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	0	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	0	0
1	<b>Введение.</b> Предмет изучения. Краткий обзор современных проблем физики взаимодействия электромагнитного (оптического) излучения с веществом.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0	0
2	<b>Классическое и квантовомеханическое описание электромагнитного поля.</b> Гармонический осциллятор в когерентном состоянии, электромагнитное поле в резонаторе, уравнение Максвелла о времени, понятие когерентности высших порядков. Нелинейные свойства вещества (нелинейные восприимчивости, модель ангармонического осциллятора,	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0	0

	методы квантовомеханических расчетов и методика измерений, резонансные ситуации).			
3	<b>Распространение электромагнитной волны в нелинейной среде.</b> Нелинейная геометрическая оптика, нелинейное параболическое уравнение, критерии устойчивости плоской волны в нелинейной среде, самофокусировка и самоканализация пучков света, самосжатие импульсов излучения, фазовая самомодуляция.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		
4	<b>Взаимодействие электромагнитных волн через нелинейную среду.</b> Фундаментальные аспекты нелинейной оптики, генерация гармоник и смешение частот, пространственный синхронизм и способы его создания, параметрические процессы, параметрические генераторы, нелинейное отражение света от границы среды, нелинейная дифракция, нелинейная оптика одномерной среды.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		
5	<b>Спонтанные вынужденные процессы рассеяния света.</b> Механизмы вынужденных рассеяний комбинационное (рамановское) рассеяние, вынужденное рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна, магнитооптика, взаимодействие инфракрасных волн с упругими волнами в кристаллах.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		
6	<b>Многофотонные процессы.</b> Двухфотонное поглощение, многофотонная ионизация вещества, энергетический спектр атома и молекулы в сильном электромагнитном поле, перестройка спектра кристаллов в сильном переменном поле, понятие квазиэнергии, точно решаемые модели, нелинейный фотоэффект в металле.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		
7	<b>Когерентные взаимодействия.</b> Двухуровневая модель для одно- и двухфотонного резонанса, эффект самоиндукции прозрачности, оптическая нутация, фотонное (световое) эхо, адиабатическое прохождение, импульсы, нестационарные нелинейнооптические эффекты в резонансных условиях, динамика спектроскопических переходов.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		
8	<b>Нелинейные эффекты в плазме.</b> Нагрев электронной и ионной подсистемы, роль столкновений, электрострикций, особенности генерации гармоник и комбинационного рассеяния. Оптический пробой в газах и твердых телах. Механизмы пробоя в газе в стационарном и переменном электрических полях, электронная лавина, лазерная искра, пробой в твердых телах и кристаллах, влияние примесей и несовершенств кристаллов на их оптическую прочность.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		
<b>9-16</b>	<b>Часть 2</b>	16 0 0		
9	<b>Механизмы разрушения твердых тел при воздействии мощного лазерного излучения.</b> Нелинейные процессы поглощения энергии излучения веществом, критерий разрушения сплошных образцов и малых частиц (аэрозолей), процессы на границе раздела	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0		

	сред, роль дефектов.		
10	<b>Воздействие лазерного излучения на биологические объекты.</b> Механизм действия излучения на ретину глаза, на вирусные частицы, влияние красителей, фотобиохимические процессы, взаимодействие света с бактериородопсином, способы защиты от лазерного излучения.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0	
11	<b>Динамические процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом.</b> Образование многозарядовых ионов, лазерный факел, гидродинамический разлет вещества, возникновение ударных волн, импульс отдачи.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0	
12	<b>Нелинейная спектроскопия.</b> Лэмбовский провал, двухфотонный резонанс на встречных пучках, способы создания узких нелинейных резонансов, методы спектроскопии высокого разрешения, конкретная оптическая спектроскопия. Лазерная фотохимия. Фотохимические реакции, двухступенчатое возбуждение, селективная фотопредиссоциация, лазерные методы разделения изотопов. Лазерный термоядерный синтез. Оценка пороговой энергии, тепловыделение в реакции, адиабатическое сжатие, оболочечные мишени. Обзор перспективных применений лазерных источников в науке, технике и медицине.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0	
13	<b>Электромагнитные поля в ограниченных средах.</b> Границные условия для уравнения Максвелла, полное внутреннее отражение, оптические моды световодов и их общие свойства. Аналогия с квантовой механикой, распространение света в планарном и цилиндрическом световодах; многомодовые и одномодовые световоды. Методы создания световодов.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0	
14	<b>Распространение ультракоротких оптических импульсов в световодах.</b> Ультракороткий оптический импульс и его взаимодействие со средой, импульс в световоде, нелинейные процессы, солитон и его перспективное использование для передачи информации по световодам, резонансные эффекты, явления бистабильности и возможности ее использования в интегральной оптике.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0	
15	<b>Методы управления световыми потоками.</b> Ответвители и их описание в формализме связанных мод; модуляторы и физические процессы, определяющие механизм их действия - электрооптические, магнитооптические эффекты; описание модуляторов в схеме связанных мод; дефлекторы и способы их реализации; методы ввода и вывода излучения в световодах и их сравнительная эффективность. Оптические потери на поглощение, рассеяние на дефектах, при изгибе световода, связь с излучательными модами.	Всего аудиторных часов 2 0 0 Онлайн 0 0 0	
16	<b>Основы квантовой теории излучения и роль статистических процессов.</b>	Всего аудиторных часов 2 0 0	

	Квантовомеханическое описание электромагнитного поля, когерентные свойства фотонов, распределение фотонов для когерентного хаотического света, фотоны в световодах, статические свойства фотонов и нелинейная оптика, нелинейные эффекты в поле шумовой накачки. Перспективы применений оптических методов в физике и технике. Оптоэлектроника как новая отрасль современной электроники, оптические методы обработки информации, оптические логические элементы для вычислительных систем, оптические процессоры и будущие когерентные оптические вычислительные машины.	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
	<i>1 Семестр</i>
1 - 2	<b>Тема 1</b> Техника безопасности
3 - 4	<b>Тема 2</b> Зачет по технике безопасности
5 - 6	<b>Тема 3</b> Лабораторная работа "Твердотельный лазер (лабораторная работа 8)".
7 - 8	<b>Тема 4</b> Лабораторная работа 9 "Газовый лазер на смеси гелия и неона"
9 - 10	<b>Тема 5</b> Лабораторная работа 10 "Полупроводниковый лазер на арсениде галлия"
11 - 12	<b>Тема 6</b> Лабораторная работа 13 "Сканирующий интерферометр"
13 - 14	<b>Тема 7</b> Лабораторная работа 17 "Голографическое исследование оптических неоднородностей"
15 - 16	<b>Тема 8</b> Устный зачет по лабораторным работам курса.

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>

1 - 2	<b>Тема 1</b> Линейный ангармонический осциллятор во внешнем электромагнитном гармоническом поле (модель Лоренца). Нелинейные восприимчивости.
3 - 4	<b>Тема 2</b> Генерация гармоник. Как пример, генерация второй гармоники в условиях фазового синхронизма.
5 - 6	<b>Тема 3</b> Параметрическая генерация. Параметрическое усиление.
7 - 10	<b>Тема 4</b> Двухфотонный резонанс. Двухфотонное поглощение. Комбинационный резонанс. Параметрическое просветление.
11 - 12	<b>Тема 5</b> Оптические солитоны. Самофокусировка. Автомодуляция.
13 - 14	<b>Тема 6</b> Когерентные процессы в оптике резонансных сред. Осцилляции Раби, оптические нутации, свободный распад индукции, фотонное эхо.
15 - 16	<b>Тема 7</b> Когерентные процессы в оптике резонансных сред. Самоиндукционная прозрачность.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций (с визуализацией), семинаров и лабораторных работ, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания, повторении ранее пройденного материала, подготовке и обработке лабораторных работ. Для того чтобы дать современное состояние науки взаимодействия излучения с веществом, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме, посещение лабораторий НИЯУ МИФИ. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе, проводимых в рамках Научной сессии НИЯУ МИФИ, а также в других московских университетах и институтах.

## 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	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-20.1	З-ПК-20.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-20.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-20.1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-20.2	З-ПК-20.2	Э, КИ-8, КИ-16

	У-ПК-20.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-20.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16

### 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	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»		A
85-89			B
75-84	4 – «хорошо»	«Зачтено»	C
70-74			D
65-69			E
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ 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. 537 З-43 Принципы лазеров : , Звелто О., Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008
4. 535 О-96 Химическое и биологическое действие лазерного излучения : учебное пособие для вузов, Ошурко В.Б., Москва: МИФИ, 2008

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 537 М24 Взаимодействие излучения с веществом. Когерентные процессы : Учебное пособие, Маймистов А.И., Маныкин Э.А., М.: МИФИ, 1996
2. 537 М24 Взаимодействие излучения с веществом. Феноменология нелинейной оптики : учебное пособие, Маныкин Э.А., Москва: МИФИ, 1996
3. 537 А44 Интенсивные резонансные взаимодействия в квантовой электронике : , Карлов Н.В., Акулин В.М., М.: Наука, 1987
4. 53 И83 Квантовая физика: основные законы : , Иродов И.Е., М.-СПб: Физматлит и др., 2002
5. 621.37 Л12 Лабораторный практикум по курсу "Фотоника" Ч.1 , , М.: МИФИ, 1994
6. 621.37 Л12 Лабораторный практикум по курсу "Фотоника" Ч.2 , , М.: МИФИ, 1994
7. 537 К23 Лекции по квантовой электронике : Учеб. пособие для вузов, Карлов Н.В., М.: Наука, 1983
8. ЭИ М14 Сборник задач по курсу "Взаимодействие излучения с веществом" : , Маймистов А.И., Маныкин Э.А., Москва: МИФИ, 1981
9. 535 Б33 Фотоника. Нелинейные когерентные процессы : Учеб. пособие, Маймистов А.И., Маныкин Э.А., Башаров А.М., М.: МИФИ, 1986

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

1. сайт кафедры №70 НИЯУ МИФИ (<http://kaf70.mephi.ru/>)

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

При изучении данной дисциплины необходимо твердо усвоить основные понятия, принципы и законы физики конденсированного состояния вещества, хорошо знать критерии, определяющие применение классических и квантовых подходов. Используя в расчетах эмпирические формулы, нужно знать, что рекомендуемые зависимости справедливы только в том диапазоне изменения параметров, в котором они были подтверждены опытными данными. При анализе процессов взаимодействия лазерного излучения с веществом очень важным является понятие критического потока лазерного излучения, так как в случае превышения его величины, как правило, происходит разрушение твердых тел.

При выполнении расчетных работ следует уяснить поставленную задачу, правильно сформулировать ее математическое описание, знать способы решения записанной системы уравнений, уметь применять современные вычислительные средства, существующие программные комплексы для ЭВМ. Опираясь на уравнения макроскопической электродинамики, надо уметь выводить основные формулы для взаимодействия излучения с веществом. Нужно знать, как использовать универсальные выражения дисперсионных соотношений для определения эффективного показателя преломления нелинейных сред. Надо уметь определять теоретически число мод, эффективную толщину волновода и поток переносимой данной модой энергии. Надо уметь качественно изобразить распределение электрического поля для различных мод. Необходимо иметь представления о поверхностных волнах и направленных модах нелинейного планарного волновода. Уметь показать различия между нелинейными планарными волноводами (нелинейная пленка на линейной подложке, нелинейное покрытие). Надо знать способы возбуждения световых волн лазерными источниками. Иметь общие представления о непланарных волноводах (полосковых, гребенчатых, утопленных).

Необходимо знать феноменологическое описание нелинейных явлений в оптике посредством нелинейных восприимчивостей произвольно высоких порядков и уметь записать отвечающий этому порядку вклад в поляризацию среды. Надлежит знать, в чем заключается явление самофокусировки оптического пучка, автомодуляция плоской оптической волны, и что такое «самоиндукционная прозрачность». Надо знать, что есть солитон в общем смысле и в каких оптических явлениях возникают солитоны. Надо иметь представление об использовании оптических солитонов в волоконной оптике.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Предполагается, что студенты знакомы с содержанием основных разделов курсов «Высшая математика», «Общая физика», «Квантовая механика», «Атомная физика».

При изучении данной дисциплины необходимо показать применение современных классических и квантовых теорий и экспериментальных схем к задачам взаимодействия

излучения с веществом. Научиться определять границы применимости различных экспериментальных методов, получить навыки качественных теоретических оценок и количественных расчетов.

В результате освоения данной дисциплины студент должен знать основные понятия, методы, законы и уравнения физики взаимодействия излучения с веществом, принципы работы оптических квантовых генераторов, нелинейные свойства вещества, а также основные нелинейный оптические эффекты и их применение в современных экспериментальных установках.

Программой курса предусмотрено, что студент должен продемонстрировать результаты освоения курса в рамках самостоятельной работы при выполнении домашних заданий.

Автор(ы):

Зеленер Борис Борисович, к.ф.-м.н.

Маныкин Эдуард Анатольевич, д.ф.-м.н., профессор