

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО

**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.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./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			
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении	Физические, математические и компьютерные модели явления; компьютерные программы и алгоритмы для научно-исследовательских и прикладных целей.	ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных

<p>аналитических исследований в предметной области по профилю специализации, выбор методов и подходов к решению 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.</p>		<p>описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. ; 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.</p>
<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении</p>	<p>Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.</p>	<p>ПК-20.1 [1] - Способен пользоваться основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом в конденсированном состоянии, моделями фазовых переходов и физики сверхпроводимости, экспериментальными методами исследования структурных и</p>	<p>3-ПК-20.1[1] - знать основные теоретические модели физики конденсированного состояния вещества, модели взаимодействия оптического излучения с веществом, классификацию фазовых переходов, основные экспериментальные факты и применения физики сверхпроводимости и криогенной техники,</p>

<p>эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий.</p>		<p>электронных свойств, современными достижениями физики сверхпроводимости, полупроводников и гетероструктур.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003</p>	<p>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>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 разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей.</p>	<p>инновационный; 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 наукоемких технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003</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 наукоемких технологий ; У-ПК-5[1] - Уметь применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению</p>

			и коммерциализации новых наукоемких технологий; В-ПК-5[1] - Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования, математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий
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 программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в	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 температур, их применениях в экспериментальной технике и промышленности.  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-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 исследования различных твердотельных материалов и наноструктур; У-ПК-20.2[1] - уметь предложить и обосновать схему эксперимента по лазерной обработке материалов, лазерному

<p>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>напылению тонких пленок, исследованию поверхности, твердых 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>
--	--	--	---

#### 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	16/0/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-20.1, У-

							ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2
2	Часть 2	9-16	16/0/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/0/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5,

							В-ПК-5, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1, 3-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

Неделя	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	0	0
		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, методы квантовомеханических расчетов и методика измерений, резонансные ситуации).	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Распространение электромагнитной волны в нелинейной среде.</b>	Всего аудиторных часов		
		2	0	0



	Нелинейная геометрическая оптика, нелинейное параболическое уравнение, критерии устойчивости плоской волны в нелинейной среде, самофокусировка и самоканализация пучков света, самосжатие импульсов излучения, фазовая самомодуляция.	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 Мандельштам-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 самоиндуцированной 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 поле, 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
9-16	<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, критерии разрушения сплошных образцов и малых частиц (аэрозолей), процессы на границе раздела сред, роль дефектов.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	0	0	0
10	<b>Воздействие лазерного излучения на биологические объекты.</b> Механизм действия излучения на сетчатку глаза, на	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн			

	вирусные частицы, влияние красителей, фотобиохимические процессы, взаимодействие света с бактериородопсином, способы защиты от лазерного излучения.	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> Граничные 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> Ответители 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> Квантовомеханическое описание электромагнитного поля, когерентные свойства фотонов, распределение фотонов для когерентного хаотического света, фотоны в световодах, статические свойства фотонов и нелинейная оптика,	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

<p>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.</p>			
--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>
	<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

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>
	<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. Самоиндуцированная 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-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. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.1 , Долгопрудный: Интеллект, 2012
2. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.2 , Долгопрудный: Интеллект, 2012
3. 535 О-96 Химическое и биологическое действие лазерного излучения : учебное пособие для вузов, В. Б. Ошурко, Москва: МИФИ, 2008
4. 537 З-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

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

### **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 «самоиндуцированная 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 нелинейные 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.

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