

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОПТИКИ И ФОТОНИКИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.03 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, экс./зач./КР/КП
7	3	108	8	24	0		40	0	Э
Итого	3	108	8	24	0	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе лекций изучаются физические принципы, положенные в основу работы полупроводниковых приемников и источников излучения, особенности распространения электромагнитных волн в кристаллах и стеклах, нелинейно-оптические кристаллы, электрооптические и акустооптические модуляторы света.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Материалы для оптики и фотоники» являются формирование у студентов знаний о физических принципах, положенных в основу работы полупроводниковых приемников и источников излучения, об особенностях распространения электромагнитных волн в кристаллах и стеклах, нелинейно-оптических кристаллах, электрооптических и акустооптических модуляторах света.

Учебная задача: Учебной задачей курса является ознакомление студентов с принципами работы полупроводниковых приемников и источников излучения, особенностями распространения электромагнитных волн в кристаллах и стеклах, нелинейно-оптическими кристаллами, электрооптическими и акустооптическими модуляторами света.

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

Содержание программы «Материалы для оптики и фотоники» представляет собой развитие полученных ранее знаний в области оптики, электродинамики, квантовой механики. В курсе используются основные понятия, концепции, представляющие собой теоретическую базу, освоенную студентами при изучении дисциплин в рамках бакалавриата.

Изучение дисциплины позволит студентам получить и развить навыки проведения экспериментальных исследований в области оптики и фотоники.

### 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-исследовательской			
<p>Разработка лазерных и оптических технологий; анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; экспериментальные исследования в области фотоники и оптоинформатики новых явлений, материалов, систем и устройств</p>	<p>Лазерные технологии, элементы в составе лазерных систем, оптические материалы и детали, дифракционные оптические элементы, голограммы</p>	<p>ПК-2.2 [1] - Способен применять основы теории информации, использовать знания об оптическом кодировании, принципах передачи информации по оптическим линиям связи, распознавании оптических сигналов и изображений;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-2.2[1] - Знать основы теории информации, методов оптического кодирования, распознавания оптических сигналов и изображений, особенности принципов передачи информации по оптическим линиям связи;</p> <p>У-ПК-2.2[1] - Уметь применять знания о теории информации, оптическом кодировании, оптических линиях связи, распознавании оптических сигналов и изображений для создания систем фотоники и оптоинформатики;</p> <p>В-ПК-2.2[1] - Владеть навыками экспериментальных исследований в области методов оптической передачи информации, фотоники и оптоинформатики,</p>
<p>Разработка лазерных и оптических технологий; анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; экспериментальные исследования в области фотоники и оптоинформатики новых явлений, материалов, систем и устройств</p>	<p>Лазерные технологии, элементы в составе лазерных систем, оптические материалы и детали, дифракционные оптические элементы, голограммы</p>	<p>ПК-2.3 [1] - Способен владеть основами физики конденсированных сред и лазерной физики, использованию знаний об оптических кристаллах, материалах для фотоники и оптоинформатики, типах и характеристиках лазеров, готовностью к использованию методов исследования оптических свойств конденсированных</p>	<p>З-ПК-2.3[1] - Знать основную элементную базу и устройства фотоники, лазерной физики, оптических информационных систем;</p> <p>У-ПК-2.3[1] - Уметь проводить анализ решаемой задачи в области физики конденсированных сред, лазерной физики, фотоники и оптоинформатики и корректировать</p>

		<p>сред;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>требования к ней;</p> <p>В-ПК-2.3[1] - Владеть основными методами и приемами проверки и контроля параметров устройств фотоники и оптических информационных систем</p>
<p>Разработка лазерных и оптических технологий; анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; экспериментальные исследования в области фотоники и оптоинформатики новых явлений, материалов, систем и устройств</p>	<p>Лазерные технологии, элементы в составе лазерных систем, оптические материалы и детали, дифракционные оптические элементы, голограммы</p>	<p>ПК-2.4 [1] - Способен использовать аппаратуру для фотометрии и спектрального анализа излучения, работать с источниками и приёмниками оптического излучения, современными измерительными приборами и системами;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-2.4[1] - Знать основные методы исследований в области фотоники и оптических информационных систем, источники и приёмники оптического излучения;</p> <p>У-ПК-2.4[1] - Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения оптических, спектральных и фотометрических измерений;</p> <p>обрабатывать полученные экспериментальные результаты ;</p> <p>В-ПК-2.4[1] - Владеть навыками проведения оптических, спектральных и фотометрических измерений, обработки экспериментальных данных</p>
проектно-конструкторский			
<p>Проектирование и конструирование оптических технологий передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации; участие в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в</p>	<p>Элементная база фотоники и оптоинформатики и цифровые методы анализа</p>	<p>ПК-4 [1] - способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и</p>	<p>З-ПК-4[1] - Знать основные правила разработки проектной и рабочей технической документации, правила оформления конструкторской документации принципы и методы</p>

<p>эксплуатацию опытных образцов изделий, узлов, элементов приборов и систем фотоники и оптоинформатики</p>		<p>элементном уровнях;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.007</p>	<p>расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием. ; У-ПК-4[1] - Уметь анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым узлам и элементам рассчитывать и проектировать детали и узлы приборов и установок, разрабатывать проекты технических описаний установок и приборов, проводить концептуальную и проектную проработку типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях ; В-ПК-4[1] - Владеть методами анализа и расчета, навыками конструирования и проектирования в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях, методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок с использованием стандартных средств автоматизации</p>
---	--	---	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
------------------	-------------------------	--------------------------

<p>воспитания Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)</p>	<p>дисциплин 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных</p>

		<p>исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как</p>

		<p>модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением (B27)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры лазерной безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием. - формирования культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности и имеющими повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности (B28)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры лазерной безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием. -</p>



		формирования культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности и имеющими повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.
--	--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/12/0		25	КИ-8	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-

							2.4, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	9-16	4/12/0		25	КИ-16	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		8/24/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-

							ПК-2.3, 3-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – 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>7 Семестр</i>	8	24	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	4	12	0
1 - 2	<b>Тема 1</b> Зонная структура полупроводников. Температурные эффекты. Влияние электрического поля: Эффект Штарка. Эффект Келдыша - Франца. Эффекты ионизации под действием электрического поля. Собственное поглощение. Собственное поглощение в сильном электрическом поле	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Тема 2</b> Поглощение оптического излучения экситонами. Взаимодействие электронов и фотонов в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Квантовые ямы. Экситоны в квантовых ямах. Плазмоны. Поляритоны. Оптическая бистабильность.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Тема 3</b> Электролюминесценция. P-N переход с положительным смещением. Конструкция светоизлучающих диодов для оптической связи. Гетеропереходы. Оптические характеристики гетеропереходов. Светоизлучающие диоды	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	на основе двойной гетероструктуры			
6	<b>Тема 4</b> Полупроводниковые p-i-n фотодиодные детекторы оптического излучения. Кремниевые p-i-n фотодиоды. Гетероструктурные диоды и диоды с барьером Шоттки. Шумы p-i-n фотодиодов. Лавинные фотодиодные детекторы. Физические явления в лавинных фотодиодах. Ширина полосы пропускания лавинных фотодиодов. Шумы лавинных фотодиодов	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Тема 5</b> Фотодиоды на основе полупроводниковых гетероструктур. Квантовая эффективность и спектральная чувствительность. Быстродействие. Темновой ток. Фототранзисторы для волоконно - оптических систем связи.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Тема 6</b> Оптические методы исследования полупроводниковых структур. Фотодиффузионный эффект. Фотопроводимость. Фотовольтаические эффекты. Фотолуминесцентная спектроскопия. Модуляционные методы отражения света. Радиочастотная модуляционная спектроскопия полупроводниковых структур	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	4	12	0
9 - 10	<b>Тема 7</b> Природа и механизм эффекта памяти формы. Основные закономерности термоупругих мартенситных превращений. Классификация эффектов памяти формы в металлических сплавах: Основные свойства и перспективы применения сплавов с эффектом памяти формы. Применение сплавов с эффектом памяти формы для управления оптическим излучением.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Тема 8</b> Особенности распространения электромагнитных волн в кристаллах и стеклах. Особенности атомного (молекулярного) строения кристаллов и стёкол. Сингония кристаллов и точечные группы симметрии	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Тема 9</b> Нелинейно-оптические кристаллы (сингония, точечные группы симметрии, пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики). Спектроскопия нелинейно-оптических кристаллов. Электрооптические модуляторы и дефлекторы	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>Тема 10</b> Акустические волны, фононы в кристаллах и стёклах. Взаимодействие света с акустическими волнами: дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Акустооптические модуляторы и дефлекторы	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

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

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Материалы для оптики и фотоники» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций с использованием технических средств обучения - лекций с визуализацией.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используется тестирование, подготовка рефератов.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к зачету.

Часть занятий проводится в интерактивной форме.

## 7. 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-2.2	З-ПК-2.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2.3	З-ПК-2.3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2.4	З-ПК-2.4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.4	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 19 Полупроводниковые приборы : Учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ Ш 18 Физика полупроводников : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022

3. 621.38 О-62 Оптоэлектроника Ч.1 Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника, , Москва: Янус-К, 2010
4. 621.38 Р64 Оптоэлектроника : , Э. Розеншер, Б. Винтер, Москва: Техносфера, 2006

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

При изучении курса «Материалы для оптики и фотоники» необходимо особое внимание уделить теории зонной структуры полупроводников, температурным эффектам, влиянию электрического поля: эффектам Штарка и Келдыша-Франца, эффектам ионизации под действием электрического поля, собственному поглощению, в том числе в сильном электрическом поле.

Следует ориентироваться в вопросах поглощения оптического излучения экситонами, взаимодействия электронов и фотонов в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Владеть понятиями: квантовые ямы, экситоны, плазмоны, поляритоны. Иметь представление об оптической бистабильности.

Необходимо знать, что такое электролюминесценция, P-N переход с положительным смещением, конструкцию светоизлучающих диодов для оптической связи, гетеропереходы. Знать оптические характеристики гетеропереходов и конструкцию светоизлучающих диодов на основе двойной гетероструктуры.

Следует представлять конструкцию полупроводниковых p-i-n фотодиодных детекторов оптического излучения, кремниевых p-i-n фотодиодов, гетероструктурных диодов и диодов с барьером Шоттки. Знать шумы p-i-n фотодиодов, конструкцию лавинных фотодиодных детекторов, физические явления в лавинных фотодиодах, их ширину полосы пропускания и шумы.

Следует представлять конструкцию фотодиодов на основе полупроводниковых гетероструктур, знать их квантовую эффективность, спектральную чувствительность, быстродействие и темновой ток.

Необходимо знать оптические методы исследования полупроводниковых структур, фотодиффузионный эффект, фотопроводимость и фотовольтаические эффекты. Иметь

представление о фотолюминесцентной спектроскопии, модуляционных методах отражения света и радиочастотной модуляционной спектроскопии полупроводниковых структур.

Следует знать природу и механизм эффекта памяти формы, основные закономерности термоупругих мартенситных превращений, классификацию эффектов памяти формы в металлических сплавах, основные свойства и перспективы применения сплавов с эффектом памяти формы, применение сплавов с эффектом памяти формы для управления оптическим излучением.

Необходимо знать особенности распространения электромагнитных волн в кристаллах и стеклах, особенности атомного (молекулярного) строения кристаллов и стёкол, сингонию кристаллов и точечные группы симметрии.

Следует иметь четкое представление о нелинейно-оптических кристаллах (сингония, точечные группы симметрии, пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики), спектроскопии нелинейно-оптических кристаллов. Знать конструкцию электрооптических модуляторов и дефлекторов.

Необходимо знать природу акустических волн, фононов в кристаллах и стёклах, взаимодействие света с акустическими волнами: дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Знать конструкцию акустооптических модуляторов и дефлекторов.

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

Курс строится следующим образом.

При изложении курса «Материалы для оптики и фотоники» необходимо особое внимание уделить теории зонной структуры полупроводников, температурным эффектам, влиянию электрического поля: эффектам Штарка и Келдыша-Франца, эффектам ионизации под действием электрического поля, собственному поглощению, в том числе в сильном электрическом поле.

Следует подробно остановиться на вопросах поглощения оптического излучения экситонами, взаимодействия электронов и фотонов в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Объяснить понятия: квантовые ямы, экситоны, плазмоны, поляритоны. Рассказать об оптической бистабильности.

Необходимо объяснить, что такое электролюминесценция, P-N переход с положительным смещением, конструкцию светоизлучающих диодов для оптической связи, гетеропереходы. Рассказать об оптических характеристиках гетеропереходов и конструкциях светоизлучающих диодов на основе двойной гетероструктуры.

Необходимо сформировать у студентов представление о конструкции полупроводниковых p-i-n фотодиодных детекторов оптического излучения, кремниевых p-i-n фотодиодов, гетероструктурных диодов и диодов с барьером Шоттки. Рассказать о шумах p-i-n фотодиодов, конструкции лавинных фотодиодных детекторов, физических явлениях в лавинных фотодиодах, их ширине полосы пропускания и шумах.

Необходимо сформировать у студентов представление о конструкции фотодиодов на основе полупроводниковых гетероструктур, их квантовой эффективности, спектральной чувствительности, быстродействию и темновом токе.

Следует изложить оптические методы исследования полупроводниковых структур, фотодиффузионный эффект, фотопроводимость и фотовольтаические эффекты. Сформировать у студентов представление о фотолюминесцентной спектроскопии, модуляционных методах



отражения света и радиочастотной модуляционной спектроскопии полупроводниковых структур.

Следует объяснить студентам природу и механизм эффекта памяти формы, основные закономерности термоупругих мартенситных превращений, классификацию эффектов памяти формы в металлических сплавах, основные свойства и перспективы применения сплавов с эффектом памяти формы, применение сплавов с эффектом памяти формы для управления оптическим излучением.

Необходимо знать особенности распространения электромагнитных волн в кристаллах и стеклах, особенности атомного (молекулярного) строения кристаллов и стёкол, сингонию кристаллов и точечные группы симметрии.

Следует иметь четкое представление о нелинейно-оптических кристаллах (сингония, точечные группы симметрии, пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики), спектроскопии нелинейно-оптических кристаллов. Знать конструкцию электрооптических модуляторов и дефлекторов.

Необходимо изложить природу акустических волн, фононов в кристаллах и стёклах, взаимодействие света с акустическими волнами: дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Рассказать о конструкции акустооптических модуляторов и дефлекторов

Автор(ы):

Рябушкин Олег Алексеевич

Рецензент(ы):

Евтихийев Н.Н.