МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы оптоэлектроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	0	6	часов
2	Практические занятия	2	2	4	часов
3	Лабораторные работы	0	4	4	часов
4	Всего аудиторных занятий	8	6	14	часов
5	Самостоятельная работа	64	26	90	часов
6	Всего (без экзамена)	72	32	104	часов
7	Подготовка и сдача зачета	0	4	4	часов
8	Общая трудоемкость	72	36	108	часов
				3.0	З.Е.

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Зачет: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 41908

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	В. Н. Давыдов
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

профессор кафедры электронных приборов	_____	Л. Н. Орликов
Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 41908

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

освоение студентами основных физических принципов функционирования базовых элементов оптоэлектроники;

формирование у студентов навыка применения полученных знаний для грамотной эксплуатации и разработки перспективных приборов и устройств оптоэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование у студентов структуры основных физических явлений, положенных в основу работы фотоприемных элементов, излучающих диодов и полупроводниковых лазе-ров, жидкокристаллических индикаторов;

– умение анализировать механизмы формирования шума в полупроводниковых элементах оптоэлектроники и минимизировать их выборов условий измерения;

– понимание студентами физического содержания основных параметров и характеристик, используемых для оценки эксплуатационных свойств приборов оптоэлектроники, и умение использовать эти параметры в расчетно-проектной и экспериментально-исследовательской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические основы оптоэлектроники» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математические методы описания сигналов, Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория электрических цепей, Физика, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Волоконно-оптические устройства технологического назначения, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные физические явления; фундаментальные понятия, законы и теории современной физики; современную измерительную аппаратуру; основы физики взаимодействия света с твердым телом, физические принципы работы фотоприемных элементов на основе полупроводников, твердотельных светоизлучающих элементов, жидкокристаллических устройств отображения информации; физические причины возникновения флуктуаций параметров твердотельных приборов, ограничивающих минимальный уровень информационных сигналов в фоторегистрационных устройствах оптоэлектроники; основные параметры и характеристики твердотельных приборов современной оптоэлектроники; основные законы и соотношения теории вероятностей и математической статистики, со-временного математического аппарата для описания шумов в твердотельных электронных приборах ; метрологические принципы и владеть навыками инструментальных измерений, используемых в инфокоммуникационных технологиях и системах оптической связи

– **уметь** логически верно, аргументировано и ясно строить свою устную и письменную речь; использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в расчетно-проектной и экспериментально-исследовательской видах деятельности; применять на практике известные методы экспериментального исследования оптоэлектронных элементов и устройств;

Согласована на портале № 41908

– **владеть** способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; методами теории вероятностей по расчету шумовых свойств полупроводниковых приборов оптоэлектроники; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптоэлектронных и устройств ; навыками практической работы с лабораторными образцами оптоэлектронных элементов и приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	14	8	6
Лекции	6	6	0
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные работы	4	0	4
Самостоятельная работа (всего)	90	64	26
Подготовка к лабораторным работам	4	0	4
Проработка лекционного материала	22	22	0
Написание рефератов	26	26	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	12	4
Выполнение контрольных работ	22	4	18
Всего (без экзамена)	104	72	32
Подготовка и сдача зачета	4	0	4
Общая трудоемкость, ч	108	72	36
Зачетные Единицы	3.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Введение: физические основы оптоэлектроники. Элементы зонной теории твердых тел.	1	1	0	22	24	ПК-17, ПК-7
2 Взаимодействие оптического излучения с веществом. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборах	2	1	0	17	20	ПК-17, ПК-7

Согласована на портале № 41908

3 Эмиссия излечения из твердых тел. Флуктуационные процессы в полупроводниках.	2	0	0	16	18	ПК-17, ПК-7
4 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. Перспективы развития оптоэлектроники.	1	0	0	9	10	ПК-17, ПК-7
Итого за семестр	6	2	0	64	72	
5 семестр						
5 Эмиссия излучения из твердых тел. Элементы зонной теории твердых тел. Эмиссия излечения из твердых тел. Флуктуационные процессы в полупроводниках. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике.	0	2	4	26	32	ПК-17, ПК-7
Итого за семестр	0	2	4	26	32	
Итого	6	4	4	90	104	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Введение: физические основы оптоэлектроники. Элементы зонной теории твердых тел.	1. Вводные замечания о причинах появления научно-технического направления "Оптоэлектроника". 2. Электропроводность кристаллов и попытки её объяснения классической электронной теорией. Зонная структура, образование зон из атомных уровней. Модель Зоммерфельда и модель Блоха. Понятие зоны проводимости, запрещённой зоны и валентной зоны, их связь с представлениями о строении кристаллических тел. Понятие квазиимпульса электрона. Плотность состояний, концентрации носителей в зонах. Распределение частиц по энергии Ферми. Положительные подвижные частицы: понятие о дырке. Движение электронов и дырок в кристалле под действием электрического поля. Энергетическое представление о токопротекании в твердом теле.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
2 Взаимодействие оптического излучения с веществом. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборах	1. Основные параметры и характеристики взаимодействия из-лучения с веществом: коэффициенты поглощения и отражения, спектры поглощения и отражения. Закон Бугера - Ламберта. Параметры и характеристики, описывающие взаимодействие света и твердого тела. Типы механизмов поглощения излучения. 2. Понятие скорости генерации и	2	ПК-17, ПК-7

Согласована на портале № 41908

	скорости рекомбинации носителей заряда. Основные параметры, характеризующие изменение состояние вещества при поглощении излучения: времена релаксации концентраций свободных носителей заряда, квантовый выход фотоэффекта. Основное выражение для расчета фотоэдс в полупроводниках. Роль неосновных носителей заряда в формировании фотоэффектов. Барьерная фотоэдс в p-n переходах.		
	Итого	2	
3 Эмиссия излечения из твердых тел. Флуктуационные процессы в полупроводниках.	1. Основные понятия теории шумов: типы шумов и физические причины их появления, дисперсия и плотности вероятностей. Метод Фурье, спектральная плотность вероятности. Основные виды распределения плотности вероятности случайного процесса. Численные оценки шумов в фоторезисторных приемниках оптического излучения.2. Излучательные процессы в полупроводниках. Внутренняя и внешняя квантовые эффективности процесса генерации излучения. Разновидности люминесценций. Спонтанное и вынужденное излучение атома, связь между ними. Критерии возникновения лазерного излучения в полупроводниковых структурах. Физические процессы в полупроводниковых лазерах. Принцип работы инжекционных лазеров и светодиодов на основе p-n переходов	2	ПК-17, ПК-7
	Итого	2	
4 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. Перспективы развития оптоэлектроники.	Классификация жидких кристаллов. Основные физические свойства и структура нематиков, холестериков, смектиков. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах. Переход Фредерикса и эффект “гость-хозяин”. Типы оптических ячеек, их подготовка. Основные оптические эффекты в нематических кристаллах. Принцип работы оптической ячейки на S-эффекте. Оптические свойства холестериков. Принципы управления свойствами жидких кристаллов и их применение в оптоэлектронике: оптические транспаранты, ЖК – дефлекторы и ЖК - модуляторы. Перспективы развития оптоэлектроники : основные направления.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		6	
Итого		6	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 41908

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Математические методы описания сигналов	+				
2 Математический анализ	+				+
3 Теория вероятностей и математическая статистика	+				
4 Теория электрических цепей	+				
5 Физика	+				
6 Электроника	+				
Последующие дисциплины					
1 Волоконно-оптические устройства технологического назначения		+	+		+
2 Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства		+	+	+	+
3 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (рассред.)	+	+	+	+	+
4 Преддипломная практика	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат
ПК-17	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 41908

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
5 Эмиссия излучения из твердых тел. Элементы зонной теории твердых тел. Эмиссия излечения из твердых тел. Флуктуационные процессы в полупроводниках. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике.	Определение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования	2	ПК-17, ПК-7
	Исследование фотопроводимости в полупроводниках	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Введение: физические основы оптоэлектроники. Элементы зонной теории твердых тел.	Решение задачи на тему "Элементы зонной теории твердых тел". Решение задачи на токопротекание в полупроводниках.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
2 Взаимодействие оптического излучения с веществом. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборах	Решение задачи на тему "Взаимодействие оптического излучения с веществом". Решение задачи на тему "Фотопроводимость в полупроводниках".	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
5 Эмиссия излучения из твердых тел. Элементы зонной теории твердых тел. Эмиссия излечения из твердых тел.	Решение задачи на тему "Эмиссия излучения из твердых тел". Решение задачи на определение величины шумового напряжения	1	ПК-17, ПК-7
	Решение задачи на определение параметров жидкокристаллического модулятора	1	

Согласована на портале № 41908

Флуктуационные процессы в полупроводниках. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике.	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Введение: физические основы оптоэлектроники. Элементы зонной теории твердых тел.	Выполнение контрольных работ	4	ПК-17, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Написание рефератов	6		
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	22		
2 Взаимодействие оптического излучения с веществом. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-17, ПК-7	Зачет, Опрос на занятиях, Реферат, Тест
	Написание рефератов	6		
	Проработка лекционного материала	5		
	Итого	17		
3 Эмиссия излечения из твердых тел. Флуктуационные процессы в полупроводниках.	Написание рефератов	8	ПК-17, ПК-7	Опрос на занятиях, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
4 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. Перспективы развития оптоэлектроники.	Написание рефератов	6	ПК-17, ПК-7	Зачет, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	9		
Итого за семестр		64		
5 семестр				
5 Эмиссия излучения из	Выполнение контрольных	18	ПК-17,	Контрольная работа,

Согласована на портале № 41908

твердых тел. Элементы зонной теории твердых тел. Эмиссия излечения из твердых тел. Флуктуационные процессы в полупроводниках. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике.	работ		ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	26		
Итого за семестр		26		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		94		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2016. 139 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5963 (дата обращения: 03.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Троян П. Е. - 2007. 349 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/539 (дата обращения: 03.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2016. 92 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5964 (дата обращения: 03.08.2018).
2. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования [Электронный ресурс]: Учебное - методическое пособие к лабораторной работе по дисциплине «Физические основы оптоэлектроники» / Давыдов В. Н. - 2013. 10 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3559 (дата обращения: 03.08.2018).
3. Исследование фотопроводимости в полупроводниках [Электронный ресурс]: Методическое пособие к лабораторной работе для студентов направлений подготовки 200100.62 «Электроника и наноэлектроника» / Давыдов В. Н. - 2013. 27 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3564 (дата обращения: 03.08.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 41908

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Преподавательская

помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

Согласована на портале № 41908

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 215 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
– 7-Zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows
– OpenOffice

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 41908

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Для объяснения каких свойств твердых тел применяют зонную диаграмму?

а) Энергетическую диаграмму применяют для объяснения только оптических свойств кристаллов;

б) энергетическую диаграмму применяют для объяснения только электрических свойств кристаллов;

в) энергетическую диаграмму применяют для объяснения оптических и электрических свойств кристаллов;

г) энергетическую диаграмму применяют для объяснения оптических и механических свойств кристаллов.

2. Почему для объяснения электрических свойств твердых тел не применяют модель электропроводности газов?

а) В модели электропроводности газов и ионы, и свободные электроны рассматриваются как классические частицы. В кристалле же ионы являются квантовыми частицами, а свободные электроны - классическими;

б) в модели электропроводности газов ионы рассматриваются как классические частицы, а свободные электроны – как квантовые. В кристалле же ионы и свободные электроны являются квантовыми частицами;

в) в модели электропроводности газов и ионы, и свободные электроны рассматриваются как классические частицы. В кристалле же ионы и свободные электроны рассматриваются как квантовые частицы;

г) в модели электропроводности газов ионы рассматриваются как квантовые частицы, а электроны – как классические частицы. В кристалле же ионы и свободные электроны рассматриваются как квантовые частицы.

3. Какова физическая модель кристалла в теории Зоммерфельда?

а) В теории Зоммерфельда все электроны в кристалле являются классическими частицами и движутся в нем по классическим законам;

б) в теории Зоммерфельда атомы являются квантовыми системами с дискретным набором разрешенных энергий, а электроны в межатомном пространстве – классическими частицами;

в) в теории Зоммерфельда атомы являются квантовыми системами с дискретным набором разрешенных энергий; электроны в межатомном пространстве также проявляют квантовую природу и имеют дискретный спектр энергий;

г) в теории Зоммерфельда ионы рассматриваются как классические заряды в узлах периодической решетки с непрерывным спектром значений разрешенных энергий; электроны в межатомном пространстве проявляют квантовую природу и имеют дискретный спектр энергий.

4. В чем отличие квазиимпульса электрона от импульса классической частицы?

а) Квазиимпульс электрона является дискретной величиной, а импульс классической частицы – непрерывной;

б) квазиимпульс электрона является непрерывной величиной, а импульс классической частицы – дискретной;

в) квазиимпульс электрона не связан с энергией движения частицы, а импульс классической частицы – связан;

г) квазиимпульс электрона связан с энергией движения частицы, а импульс классической частицы – не связан.

5. Какова причина дискретизации значений квазиимпульса электрона в твердом теле?

а) Дискретность значения квазиимпульса электрона в твердом теле обусловлена дискретным характером значений энергии атомов, составляющих твердое тело;

б) дискретность значения квазиимпульса электрона в твердом теле обусловлена необходимостью образования стоячей волны, с помощью которой описывается поведение электрона в

Согласована на портале № 41908

твердом теле;

в) дискретность значения квазиимпульса электрона в твердом теле обусловлена непрерывным характером значений энергии этого электрона в свободном состоянии;

г) дискретность значения квазиимпульса электрона в твердом теле обусловлена пороговым законом изменения значений энергии электронов при выходе их из атомов в межатомное пространство.

6. По какой причине существует верхний предел значения квазиимпульса электрона в твердом теле?

а) Верхний предел в изменении квазиимпульса электрона обусловлен существованием минимальной длины волны, с помощью которой описывается поведение электрона в твердом теле;

б) верхний предел в изменении квазиимпульса электрона обусловлен наличием торцов кристалла, в объеме которого рассматривается поведение свободного электрона;

в) верхний предел в изменении квазиимпульса электрона обусловлен наличием конечного значения работы выхода электрона из атома в межатомное пространство;

г) верхний предел в изменении квазиимпульса электрона обусловлен наличием конечного значения работы выхода электрона из атома в межатомное пространство.

7. Что такое коэффициент отражения излучения от твердого тела?

а) Коэффициент отражения показывает: какая часть падающего оптического излучения отражается от поверхности данного тела во всем телесном угле;

б) коэффициент отражения показывает: какая часть падающего оптического излучения отражается от поверхности данного тела под тем же углом, что и угол падения излучения;

в) коэффициент отражения показывает: какая часть падающего оптического излучения отражается от поверхности данного тела под заданным углом, если падающее излучение направлено диффузно к поверхности;

г) коэффициент отражения показывает: какая часть падающего оптического с горизонтальной поляризацией излучения отражается от поверхности данного тела, если падающее излучение также имеет горизонтальную поляризацию;

8. Что такое коэффициент поглощения излучения твердым телом?

а) Коэффициент поглощения показывает: какая часть энергии движущегося электрона поглощается при соударении с решеткой полупроводника;

б) коэффициент поглощения показывает: какая часть энергии оптического излучения поглощается при падении на поверхность полупроводника;

в) коэффициент поглощения показывает: на какой глубине от облучаемой поверхности полупроводника поглощается вся энергия падающего оптического излучения;

г) коэффициент поглощения показывает: на какой глубине от облучаемой поверхности полупроводника мощность падающего оптического излучения уменьшается в 2.7 раза

9. Что такое спектр отражения излучения?

а) Спектр отражения характеризует спектральный состав отраженного излучения при падании на полупроводник белого света;

б) спектр отражения характеризует спектральный состав отраженного излучения при падании на полупроводник излучения с длиной волны, соответствующей границе собственного поглощения;

в) спектр отражения характеризует спектральный состав отраженного излучения при падании на полупроводник излучения заданной мощности и длиной волны от нуля и до бесконечности;

г) спектр отражения характеризует спектральный состав падающего излучения при отражении от полупроводника белого света;

10. Что такое время жизни неравесновесных электронов в полупроводнике?

а) Время жизни неравновесных электронов есть время их образования в результате поглощения кванта света;

б) время жизни неравновесных электронов равно времени пробега ими фотоэлемента от места генерации до электрода;

в) время жизни неравновесных электронов равно времени пребывания их в зоне проводимости от момента рождения до момента рекомбинации с дыркой; (правильный ответ)

г) время жизни неравновесных электронов равно времени изменения ими своих энергетиче-

Согласована на портале № 41908

ских параметров до равновесных значений.

11. Что такое время жизни неравновесных дырок в полупроводнике?

а) Время жизни неравновесных дырок есть время их образования в результате поглощения кванта света;

б) время жизни неравновесных дырок равно времени пробега ими фотоэлемента от места генерации до электрода;

в) время жизни неравновесных дырок равно времени пребывания их в валентной зоне от момента рождения до момента рекомбинации с электроном;

г) время жизни неравновесных дырок равно времени изменения ими своих энергетических параметров до равновесных значений;

12. Что такое скорость рекомбинации неравновесных носителей заряда?

а) Скорость рекомбинации неравновесных носителей заряда есть количество прорекомбинировавших электронов и дырок за время их жизни;

б) скорость рекомбинации неравновесных носителей заряда есть количество прорекомбинировавших электронов или дырок за единицу времени;

в) скорость рекомбинации неравновесных носителей заряда есть количество прорекомбинировавших электронов и дырок за время освещения полупроводника излучением;

г) скорость рекомбинации неравновесных носителей заряда есть количество прорекомбинировавших электронов и дырок за время пробега ими полупроводника;

13. Какие фотоэффекты в полупроводниках называют фотовольтаическими?

а) Фотовольтаическими процессами в полупроводнике называют фотоявления, в результате протекания которых на концах образца возникает напряжение, пропорциональное мощности падающего оптического излучения;

б) фотовольтаическими эффектами в полупроводниках называют эффекты, возникающие в результате совместного действия на полупроводник извне света и постоянного напряжения;

в) фотовольтаическими эффектами в полупроводниках называют эффекты, приводящие к излучению света из полупроводника в результате действия на него постоянного напряжения;

г) фотовольтаическими эффектами в полупроводниках называют эффекты, приводящие к излучению света из полупроводника и появлению на его гранях постоянного напряжения

14. Каковы основные физические причины появления фотоэдс?

а) Фотоэдс возникает по причине наличия в полупроводнике диффузии неравновесных носителей заряда от места их генерации;

б) Фотоэдс возникает в полупроводниках только в том случае, если имеется потенциальный барьер, разделяющий в пространстве неравновесные электроны и дырки;

в) Фотоэдс в полупроводнике возникает только в том случае, если в нем имеются области с различными уровнями легирования или значениями подвижностей свободных носителей заряда;

г) Фотоэдс возникает в полупроводниках только тогда, когда на него падает свет из собственной полосы поглощения, а неравновесные носители заряда имеют разные значения подвижностей;

15. Какова физическая причина возникновения фотоэдс Дембера?

а) Фотоэдс Дембера возникает в результате пространственного разделения неравновесных электронов и дырок за счет их различных подвижностей;

б) фотоэдс Дембера возникает в результате пространственного разделения неравновесных электронов и дырок за счет действия внешнего магнитного поля;

в) фотоэдс Дембера возникает в результате пространственного разделения неравновесных электронов и дырок за счет действия внешнего электрического поля;

г) фотоэдс Дембера возникает в результате пространственного разделения неравновесных электронов и дырок за счет действия внутреннего электрического поля;

16. Каковы основные причины возникновения шума в полупроводниках?

а) Их появление вызвано несовершенствами полупроводникового материала;

б) их появление вызвано случайными изменениями в режиме работы полупроводника или полупроводникового прибора;

в) шумы в полупроводниках возникают из-за случайного характера всех процессов, протекающих в нем

Согласована на портале № 41908

г) шумы в полупроводниках возникают за счет протекания по его объему электрического тока;

17. Какова природа теплового шума?

а) Это шум, вызванный флуктуациями температуры полупроводника;

б) это шум полупроводника, в результате которого полупроводник нагревается до температуры, выше окружающей среды;

в) это шум, вызванный случайным характером движения ионов в решетке полупроводника;

г) это шум, вызванный случайным характером движения электронов в объеме полупроводника;

18. Какова природа дробового шума?

а) Дробовой шум возникает из-за дробления заряда атомов полупроводника при его ионизации;

б) дробовой шум возникает из-за хаотического движения заряженных частиц в объеме полупроводника;

в) дробовой шум образуется из-за флуктуаций числа частиц, находящихся области их регистрации;

г) дробовой шум образуется в результате случайного влета электронов в полупроводник;

19. С помощью каких параметров описывается процесс излучения твердым телом электромагнитного излучения?

а) Процесс излучения твердым телом характеризуется коэффициентом отражения и коэффициентом поглощения;

б) процесс излучения твердым телом характеризуется коэффициентом отражения, коэффициентом поглощения и температурой тела;

в) процесс излучения характеризуется коэффициентом отражения и параметром внутренней квантовой эффективности излучения;

г) процесс излучения характеризуется параметром внутренней квантовой эффективности излучения и внешней квантовой эффективности излучения;

20. С помощью какой зависимости характеризуют излучательную способность твердого тела?

а) Излучательную способность твердого тела характеризуют с помощью зависимости мощности излучения от величины приложенного электрического поля;

б) излучательную способность твердого тела характеризуют с помощью зависимости мощности излучения от величины протекающего электрического тока;

в) излучательную способность твердого тела характеризуют с помощью зависимости мощности излучения от величины мощности накачки;

г) излучательную способность твердого тела характеризуют с помощью зависимости мощности излучения от длины волны испускаемого излучения.

14.1.2. Темы опросов на занятиях

1. Зонная теория твердого тела, модель Блоха: энергетическая диаграмма полупроводника.

2. Механизмы взаимодействия оптического излучения с веществом: параметры взаимодействия, закон Бугера - Ламберта.

3. Фотоэлектрические явления в полупроводниках: фотопроводимость и фотоэдс.

4. Эмиссионные свойства твердых тел: параметры, спектр излучения, инверсия населенности, коэффициенты Эйнштейна, принцип действия и конструкции лазеров различных типов, светодиоды.

5. Шумы в полупроводниковых прибора и способы их снижения: типы шумов, их природа и дисперсия.

6. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике: ориентационные и оптические свойства жидких кристаллов, принцип работы и конструкции оптоэлектронных приборов на основе жидких кристаллов.

14.1.3. Зачёт

1. Зонная теория твердого тела, модель Блоха: энергетическая диаграмма полупроводника.

2. Описать физическую модель и нарисовать энергетическую диаграмму.

Согласована на портале № 41908

3. Перечислить механизмы взаимодействия оптического излучения с веществом: параметры взаимодействия, записать закон Бугера - Ламберта.

4. Объяснить физику собственного поглощения света в полупроводниках.

5. Фотоэлектрические явления в полупроводниках: фотопроводимость и фотоэдс.

6. Объяснить физику формирования фотопроводимости в полупроводниках и освещении.

7.Объяснить физику формирования барьерной фотоэдс при освещении p-n перехода

8. Эмиссионные свойства твердых тел: параметры, спектр излучения, инверсия населенности, коэффициенты Эйнштейна.

9 Объяснить принцип действия и конструкции лазеров различных типов, принцип работы и конструкцию светодиода.

10. Шумы в полупроводниковых прибора и способы их снижения: типы шумов, их природа и дисперсия.

11. Объяснить физику формирования теплового шума и перечислить способы его снижения.

12. Объяснить физику формирования дробового шума и перечислить способы его снижения.

13. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике: ориентационные и оптические свойства жидких кристаллов.

14. Принцип работы и конструкции оптоэлектронных приборов на основе жидких кристаллов.

14.1.4. Темы рефератов

1. Элементы зонной теории полупроводников: зонная диаграмма Блоха, энергетический спектр, квазиимпульс, зона Бриллюэна, однодолинные и многодолинные полупроводники, Положительно заряженные носители - дырки, движение носителей заряда в электрическом поле.
2. Взаимодействие оптического излучения с твердым телом: параметры и характеристики взаимодействия, закон Бугера - Ламберта, механизмы поглощения, определение коэффициента взаимодействия через параметры поглощающего вещества.
3. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и полупроводниковых приборах: основные параметры взаимодействия, понятие времени жизни носителей заряда, скорости генерации, квантовой эффективности поглощения света, фотопроводимость и ее параметры, коэффициент усиления фотопроводимости, фотоэдс и ее параметры, механизмы образования фотоэдс, типы фотоэдс и их сравнение.
4. Эмиссионные свойства твердых тел: понятие люминесценции, ее разновидности, параметры и характеристики люминесценции, сдвиг Франка - Кордона, зависимость времени люминесценции от параметров полупроводника.
5. Источники когерентного излучения на твердом теле: коэффициенты Эйнштейна, понятие инверсии населенности, принцип получения генератора когерентного источника света, резонатор Фабри - Перо, ттипы и конструкции твердотельных лазеров. Принцип работы полупроводникового лазера.
6. Источники некогерентного излучения: принцип работы светодиода, причины низкой эффективности и направления по устранению причин. Применение элементов наноэлектроники в светодиодной технике.
7. Флуктуационные свойства полупроводников и полупроводниковых приборов: основные

Согласована на портале № 41908

виды шумов и их природа, математические методы описания шумов, понятие дисперсии и плотности вероятности случайного процесса, метод Ланжевена, теорема Винера - Хинчина, спектральная плотность шумов различных видов, численные оценки теплового и дробового шумов.

8. Применение жидких кристаллов в оптоэлектронике: типы, структура и основные свойства жидких кристаллов, ориентационные эффекты в жидких кристаллах, планарные и гомеотропные оптические ячейки, переход Фредерикса, разновидности ориентационных эффектов:конструкция и принцип работы оптической ячейки на S- и B- эффектах, применение в приборах оптоэлектроники эффекта "гость - хозяин", оптические транспаранты.

10. Перспективные материалы оптоэлектроники: аморфный кремний, углеродные нанотрубки, графены, фуллерены, квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки - их строение, электрические и оптические свойства

14.1.5. Темы контрольных работ

1. Зонная теория твердого тела, модель Блоха: энергетическая диаграмма полупроводника.
2. Физическая модель Блоха, вид энергетической диаграммы и долинного спектра.
3. Механизмы взаимодействия оптического излучения с веществом: параметры взаимодействия, закон Бугера - Ламберта, коэффициент поглощения излучения.
4. Физика протекания собственного поглощения света в полупроводниках.
5. Фотоэлектрические явления в полупроводниках: фотопроводимость и фотоэдс.
6. Физика формирования фотопроводимости в полупроводниках при освещении.
7. Физику формирования барьерной фотоэдс при освещении p-n перехода
8. Эмиссионные свойства твердых тел: параметры, спектр излучения, инверсия населенности, коэффициенты Эйнштейна.

9 Принцип действия и конструкции лазеров различных типов, принцип работы и конструкцию светодиода.

10. Шумы в полупроводниковых прибора и способы их снижения: типы шумов, их природа и дисперсия.
11. Физика формирования теплового шума и способы его снижения.
12. Физику формирования дробового шума и способы его снижения.
13. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике: ориентационные и оптические свойства жидких кристаллов.
14. Принцип работы и конструкции оптоэлектронных приборов на основе жидких кристаллов.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Определение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования

Исследование фотопроводимости в полупроводниках

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно дистанционными

Согласована на портале № 41908

опорно-двигательного аппарата	контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 41908