

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**

Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**

Курс: **3**

Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
Практические занятия	4	4	8	часов
Самостоятельная работа	68	62	130	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость	72	72	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)			4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	6	
Контрольные работы	6	1

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Основы оптоэлектроники" является ознакомление студентов с базовыми знаниями в области физики полупроводников, необходимых для понимания принципа работы основных элементов и приборов современной оптоэлектроники, а также приобретения навыков в решении типовых задач оптоэлектроники и методики измерения параметров и характеристик приборов оптоэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных положений зонной теории полупроводников, механизмов поглощения и излучения света полупроводниками, управления оптическим излучением как твердотельными элементами, так и приборами на основе жидких кристаллов современной оптоэлектроники.

2. Приобретение навыков решения типовых задач по расчету зонной диаграммы полупроводника, их эмиссионных параметров, фотоэлектрических свойств фоторезисторов и фотодиодов, а также навыков измерения основных параметров и характеристик полупроводниковых приборов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.02.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

ПКР-2. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПКР-2.1. Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных.	Знание правил работы с различными информационными системами и базами данных
	ПКР-2.2. Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств.	Имение работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием различных современных технических средств.
	ПКР-2.3. Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования.	Владение навыками сбора, анализа и обработки информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования.
ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международных и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Знание основ сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требований технических регламентов, международных и национальных стандартов в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.	Умение работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.	Владение основами навыков анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	10	4	6
Практические занятия	8	4	4
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	130	68	62
Подготовка к тестированию	90	68	22
Подготовка к зачету с оценкой	20		20
Подготовка к контрольной работе	20		20
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость (в часах)	144	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	2	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр				
1 Элементы зонной теории твердых тел	2	44	46	ПКР-2, ПКР-3
2 Механизмы взаимодействия света с твердыми телами	2	24	26	ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр	4	68	72	
6 семестр				
3 Фоторезисторные и фотодиодные приемники оптического излучения	2	18	22	ПКР-2, ПКР-3
4 Источники оптического излучения на основе полупроводниковых приборов	-	22	22	ПКР-2, ПКР-3
5 Модуляторы и дефлекторы оптического излучения на основе анизотропных кристаллов и жидких кристаллов	2	22	24	ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр	4	62	66	
Итого	8	130	138	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Элементы зонной теории твердых тел	Понятие зонной диаграммы полупроводника: валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Квазиимпульс электрона, квантование состояний в зонах разрешенных энергий. Движение носителей заряда в зонах в отсутствие поля и при его наличие.	-	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	-	
2 Механизмы взаимодействия света с твердыми телами	Поглощение излучения веществом: механизмы поглощения и параметры их описывающие. Собственное и примесное поглощение света, поглощение на свободных носителях заряда. Математическое описание поглощения света полупроводником.	-	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
6 семестр			
3 Фоторезисторные и фотодиодные приемники оптического излучения	Понятие фотопроводимости и механизм её появления. Полевые и частотные свойства фотопроводимости. Время её релаксации и коэффициент усиления. Понятие фотоэдс в полупроводниках. Механизм появления барьерной фотоэдс. Её параметры и характеристики. Использование фотопроводимости и фотоэдс для регистрации оптического излучения. Фотоприемники.	-	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	-	
4 Источники оптического излучения на основе полупроводниковых приборов	Принцип работы светоизлучающего элемента на основе полупроводника. Светодиоды и лазеры. Основные параметры и характеристики лазера. Типы лазеров и их основные параметры и характеристики. Светодиоды на основе диффузионных р-п- переходов и гетероструктур с квантовыми ямами.	-	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	-	

5 Модуляторы и дефлекторы оптического излучения на основе анизотропных кристаллов и жидких кристаллов	Основные методы управления оптическим излучением. Эффект двулучепреломления в анизотропных кристаллах. Типы жидких кристаллов. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах. Принцип работы оптической ячейки на нематиках для отображения информации на транспарантах.	-	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		-	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Элементы зонной теории твердых тел	Решение задач на определение зонной диаграммы полупроводника различного физико-химического состава. Нахождение положения уровня Ферми. Концентрации носителей заряда в зонах. Способы управления концентрациями электронов и дырок в полупроводниках.	2	ПКР-2, ПКР-3
Итого		2	
2 Механизмы взаимодействия света с твердыми телами	Решение задач на вычисление параметров, ответственных за поглощение излучения. Вычисление коэффициента поглощения, сечения захвата кванта света, концентрации поглощающих центров для фундаментального и примесного механизмов поглощения.	2	ПКР-2, ПКР-3
Итого		2	

Итого за семестр		4	
6 семестр			
3 Фоторезисторные и фотодиодные приемники оптического излучения	Решение задач по вычислению величины фотопроводимости и сигнала фотоэда при различных параметрах полупроводников и условий освещения фотоприемного элемента: мощность, длина волны, частота модуляции.	2	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
5 Модуляторы и дефлекторы оптического излучения на основе анизотропных кристаллов и жидких кристаллов	Решение задач на вычисление набега фазы в кристалле ниобата лития, а также задач по определению напряжения перехода Фредерикса в нематиках напряжения распрямлению спирали в холестериках.	2	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		8	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Элементы зонной теории твердых тел	Подготовка к тестированию	44	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	44		
2 Механизмы взаимодействия света с твердыми телами	Подготовка к тестированию	24	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	24		
Итого за семестр		68		
6 семестр				
3 Фоторезисторные и фотодиодные приемники оптического излучения	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	18		

4 Источники оптического излучения на основе полупроводниковых приборов	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	6	ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	8	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	22		
5 Модуляторы и дефлекторы оптического излучения на основе анизотропных кристаллов и жидких кристаллов	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	6	ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	8	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	22		
Итого за семестр		62		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
Итого		134		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности		Формы контроля
	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПКР-2	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Тестирование
ПКР-3	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2016. 139 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5963>.

7.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектроника: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2007. 349 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/539>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства» / В. Н. Давыдов - 2016. 92 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5964>.

7.3.2. 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.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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.

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.

8.2. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Элементы зонной теории твердых тел	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Механизмы взаимодействия света с твердыми телами	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

3 Фоторезисторные и фотодиодные приемники оптического излучения	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Источники оптического излучения на основе полупроводниковых приборов	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Модуляторы и дефлекторы оптического излучения на основе анизотропных кристаллов и жидких кристаллов	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.
Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое зонная диаграмма полупроводника?
 - а) Это зависимость энергии электрона и дырки от координаты в полупроводнике.
 - б) Это зависимость числа свободных электронов и дырок от координаты в полупроводнике.
 - в) Это зависимость числа свободных электронов в полупроводнике от импульса электрона.
 - г) Это зависимость энергий атомов с заполненной валентной оболочкой и координаты в полупроводнике.
2. Как влияет электрическое поле на вид зонной диаграммы?
 - а) При наложении электрического поля энергетическая диаграмма не изменяется.
 - б) При наложении электрического поля энергетическая диаграмма поднимается вверх или опускается вниз по шкале энергий в зависимости от направления приложенного поля.
 - в) При наложении электрического поля энергетическая диаграмма полупроводника наклоняется на угол, зависящий от величины приложенного поля.
 - г) При наложении электрического поля зонная диаграмма полупроводника поднимается (опускается) и наклоняется на некоторый угол.
3. Как происходит собственное поглощение оптического излучения твердым телом?
 - а) При собственном поглощении фотон ударяется в атом основного вещества полупроводника и отдает ему свою энергию и квазиимпульс после чего исчезает.
 - б) При собственном поглощении фотон ударяется в атом основного вещества полупроводника и отдает ему свою энергию после чего движется дальше и ударяется в следующий атом.
 - в) При собственном поглощении фотон ударяется в атом примесного вещества в полупроводнике и отдает ему свой импульс после чего исчезает.
 - г) При собственном поглощении фотон пролетая мимо атома основного вещества полупроводника, отдает ему свою энергию после чего исчезает.
4. Как происходит примесное поглощение электромагнитного излучения твердым телом?
 - а) При примесном поглощении фотон ударяется в атом примесного вещества

- полупроводника и отдает ему свою энергию после чего исчезает.
- б) При примесном поглощении фотон, не ударяясь, передает атому примесного вещества полупроводника свою энергию после чего исчезает.
- в) При примесном поглощении фотон ударяется в атом примесного вещества полупроводника и отдает ему свою энергию и квазиимпульс после чего исчезает.
- г) При примесном поглощении фотон поглощается атомом примеси, который передает полученную энергию и квазиимпульс атому основного вещества.
5. Что такое фотопроводимость и как она возникает в полупроводнике?
- а) Фотопроводимость - это изменение проводимости полупроводника при его освещении поглощаемым излучением.
- б) Фотопроводимость - это изменение проводимости полупроводника, вызванное увлечением свободных электронов потоком падающих фотонов.
- в) Фотопроводимость - это изменение проводимости полупроводника, вызванное изменением скорости движения электронов за счет освещения.
- г) Фотопроводимость - это изменение проводимости полупроводника, вызванное изменением скорости движения свободных электронов и дырок за счет его освещения.
6. Что такое барьерная фотоэдс и как она возникает в полупроводниковом р-п - переходе?
- а) Это разность потенциалов на торцах р-п- перехода при его освещении за счет уменьшения высоты барьера полем неравновесных электронов и дырок.
- б) Это разность потенциалов на всех гранях р-п- перехода при его освещении за счет уменьшения высоты барьера полем неравновесных электронов и дырок.
- в) Это разность потенциалов на всех гранях р-п- перехода при его освещении за счет увеличения высоты барьера полем неравновесных электронов и дырок.
- г) Это разность потенциалов надвух гранях р-п- перехода при его освещении за счет изменения высоты барьера полем неравновесных электронов и дырок.
7. Как получается, что излучение лазера является когерентным?
- а) Когерентность излучения атомной системой определяется свойством вынужденного излучения полностью копировать все параметры фотона, вызвавшего переход.
- б) Когерентность излучения атомной системой определяется свойством вынужденного поглощения полностью копировать все параметры фотона, вызвавшего переход.
- в) Когерентность излучения атомной системой определяется свойством спонтанного излучения принимать поляризацию излучения, параллельную зеркалам.
- г) Когерентность излучения атомной системой определяется свойствами зеркал лазера, приводящим к параллельности векторов электрической индукции параллельно друг другу. ом вынужденного излучения полностью копировать все параметры фотона, вызвавшего переход.
8. Зачем активное вещество лазера помещается между плоско-параллельных зеркал?
- а) Плоскопараллельные зеркала создают одинаковую поляризацию у всех генерируемых фотонов.
- б) Плоскопараллельные зеркала служат оптическим резонатором, задающим частоты генерируемого излучения.
- в) Плоскопараллельные зеркала препятствуют выходу излучения за пределы резонатора.
- г) Плоскопараллельные зеркала выводят неаксиальные типы колебаний за пределы резонатора.
9. Для чего в оптоэлектронике используют эффект двулучепреломления в анизотропных кристаллах?
- а) Его используют для изменения траектории движения света через кристалл.
- б) Этот эффект позволяет изменить фазу электромагнитной волны за счет расщепления волны в кристалле на две волны с разными фазовыми скоростями.
- в) Это способ превратить фазовую модуляцию излучения в амплитудную.
- г) С помощью эффекта двулучепреломления можно перевести амплитудную модуляцию излучения в фаовую модуляцию.
10. Как с помощью жидких кристаллов получить амплитудный модулятор оптического излучения?
- а) Это можно сделать, используя оптическую ячейку с нематиком, к которой прикладывается напряжение , превышающее напряжение перехода Фредерикаса.
- б) Это можно сделать, используя оптическую ячейку с нематиком, к которой

- прикладывается напряжение, не превышающее напряжение перехода Фредерикса.
- в) Это можно сделать, используя оптическую ячейку с холестериком, к которой прикладывается напряжение, превышающее напряжение перехода Фредерикса.
- г) Это можно сделать, используя оптическую ячейку с холесатериком, к которой прикладывается напряжение, превышающее напряжение перехода Фредерикса.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Каков принцип работы фоторезисторного приемника оптического излучения?
2. Каков принцип работы лазера на основе р-п - перехода?
3. Как создать амплитудную модуляцию оптического излучения, генерируемого гелий-неонового лазера?
4. Как получить амплитудную модуляцию оптического излучения полупроводникового лазера?
5. Каков получить амплитудную модуляцию оптического излучения с помощью жидких кристаллов нематического типа?

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Зонная диаграмма полупроводника: зоны разрешенных значений энергии, влияние электрического поля на вид зонной диаграммы.
2. Дайте характеристику основным механизмам поглощения света в полупроводниках.
3. Барьерная фотоэдс в фотоприемнике: причины возникновения, амплитудное значение, быстроедействие, зависимость от внешнего напряжения.
4. Полупроводниковые лазеры: принцип работы, спектр излучения, параметры генерируемого когерентного излучения.
5. Использование жидких кристаллов для управления оптическим излучением.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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 опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 73 от «12» 12 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3- 9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c- 9fb4-5f882facc349
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4aba- 845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd- 8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3- 9352-43aa04a5b956
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	В.Н. Давыдов	Разработано, 0a70921e-3a8f-4010- 94a3-71f1447ec6f2
--------------------	--------------	--