

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

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 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	2	6	8	часов
Практические занятия		2	2	часов
Лабораторные занятия		8	8	часов
Самостоятельная работа	34	50	84	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	36	72	108	часов
			3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	6	
Контрольные работы	6	1

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Основы оптоэлектроники" является усвоение базовых положений и основных физических явлений и процессов в полупроводниках, которые уже положены или могут быть положены в основу работы приборов оптоэлектроники, а также получение навыков в решении типовых задач по свойствам элементов и приборов оптоэлектроники и навыков в экспериментальном измерении их параметров и характеристик с мотивированной обработкой результатов измерений.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Усвоение теоретического материала по свойствам и функциональным возможностям элементов и приборов оптоэлектроники с глубоким пониманием физических процессов, лежащих в основе их функционирования.

2. Приобретение устойчивых навыков в решении типовых задач по вычислению параметров элементов и приборов оптоэлектроники в различных условиях их работы, а также получения навыков экспериментального исследования оптоэлектронных элементов с последующей обработкой результатов измерений по извлечению полного объема информации об объекте исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).

Индекс дисциплины: Б1.В.1.5.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

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.	Умение работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием 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 статистической 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 национальных стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Знание основ сетевых технологий, нормативно-технической документации, требования 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 навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставления 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 3 зачетных единиц, 108 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
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	20	2	18
Лекционные занятия	8	2	6
Практические занятия	2		2
Лабораторные занятия	8		8
Контрольные работы	2		2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	84	34	50
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	8	4
Подготовка к тестированию	35	26	9
Подготовка к зачету	30		30
Подготовка к контрольной работе	7		7
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	4		4
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	108	36	72
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	3	1	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	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без зачета)	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>						
1 Введение в оптоэлектронику. Элементы зонной теории твердых тел. Взаимодействие оптического излучения с веществом.	1	-	-	20	21	ПКР-2, ПКР-3
2 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Шумы в полупроводниках и полупроводниковых приборах	1	-	-	14	15	ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр	2	0	0	34	36	
<b>6 семестр</b>						
3 Эмиссия излучения из твердых тел	2	1	4	17	26	ПКР-2, ПКР-3
4 Электрооптические эффекты по управлению излучением	2	-	4	17	23	ПКР-2, ПКР-3
5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	2	1	-	16	19	ПКР-2, ПКР-3

Итого за семестр	6	2	8	50	66	
Итого	8	2	8	84	102	

## 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
<b>5 семестр</b>			
1 Введение в оптоэлектронику. Элементы зонной теории твердых тел. Взаимодействие оптического излучения с веществом.	Введение в оптоэлектронику. Модельные представления о зонной диаграмме твердого тела. Зонная диаграмма Блоха. Понятие зоны проводимости, валентной и запрещенной зон. Распределение частиц по уровням энергии, уровень Ферми. Поведение частиц в электрическом поле. Механизмы токопротекания в полупроводнике.	1	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	1	
2 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Шумы в полупроводниках и полупроводниковых приборах	Параметры и механизмы взаимодействия оптического излучения с веществом. Закон Бугера-Ламберта. Механизмы поглощения излучения в полупроводниках. Понятие фотопроводимости и фотоэдс. Их полевые и частотные свойства. Флуктуации числа носителей в полупроводниках. Основные типы и свойства шумов.	1	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
<b>6 семестр</b>			
3 Эмиссия излучения из твердых тел	Основные понятия теории эмиссии излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Принцип построения генератора света. Основные параметры лазера. Флуктуационные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах.	2	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
4 Электрооптические эффекты по управлению излучением	Электропоглощение и электроотражение в полупроводниках. Использование эффекта двулучепреломления для модуляции оптического излучения. Эффект Франца - Келдыша и его применение в оптоэлектронике.	2	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	

5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	Общие сведения о жидких кристаллах. Ориентационные свойства нематиков и холестериков., переход Фредерикса и длина когерентности. Планарная и гомеотропная оптические ячейки. Оптические эффекты планарной и гомеотропной ячейках. Твист эффект и эффект "гость-хозяин" в нематиках.	2	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
Итого		8	

### 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
<b>6 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр		2	
Итого		2	

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
3 Эмиссия излучения из твердых тел	Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования	4	ПКР-2, ПКР-3
Итого		4	
4 Электрооптические эффекты по управлению излучением	Параметры и свойства фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов	4	ПКР-2, ПКР-3
Итого		4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

### 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
<b>6 семестр</b>			
3 Эмиссия излучения из твердых тел	Решение задач на вычисление параметров эмиссии излучения.	1	ПКР-2, ПКР-3
Итого		1	

5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	Решение задач на вычисление параметров жидких кристаллов.	1	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
Итого		2	

### 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
<b>5 семестр</b>				
1 Введение в оптоэлектронику. Элементы зонной теории твердых тел. Взаимодействие оптического излучения с веществом.	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	16	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	20		
2 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Шумы в полупроводниках и полупроводниковых приборах	Подготовка к тестированию	10	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	14		
Итого за семестр		34		
<b>6 семестр</b>				
3 Эмиссия излучения из твердых тел	Подготовка к зачету	10	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	3	ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	17		

4 Электрооптические эффекты по управлению излучением	Подготовка к зачету	10	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	17		
5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	Подготовка к зачету	10	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	16		
Итого за семестр		50		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		88		

### 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
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-2	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная 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>.

2. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие для вузов/ А.Н. Игнатов.- СПб.: Лань, 2011, -539 с. ISBN 978-5-8114-1136-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Учебное пособие «Микроэлектроника» : Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Н. С. Легостаев - 2013. 172 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4280>.

#### 7.3. Учебно-методические пособия



### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8691>.

2. 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>.

3. Физические основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / В. Н. Давыдов - 2011. 111 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1594>.

### **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 лекционных занятий**

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

### **8.2. 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.

### **8.3. 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.

### **8.4. 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, 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.

### **8.5. 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 Введение в оптоэлектронику. Элементы зонной теории твердых тел. Взаимодействие оптического излучения с веществом.	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Шумы в полупроводниках и полупроводниковых приборах	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Эмиссия излучения из твердых тел	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Электрооптические эффекты по управлению излучением	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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 <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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. Для чего используется зонная диаграмма полупроводника?
  - а) Зонная диаграмма используется для демонстрации зависимости энергетического положения свободных электронов только в объеме полупроводника.

- б) Зонная диаграмма показывает энергетическое состояние электронов и дырок в полупроводнике в отсутствие электрического поля.
- в) Зонная диаграмма показывает энергетическое состояние электронов и дырок в полупроводнике при наличии внешнего электрического поля.
- г) Зонная диаграмма показывает энергетическое состояние электронов и дырок в полупроводнике вне зависимости от наличия или отсутствия электрического поля.
2. Каковы основные механизмы поглощения излучения твердым телом?
- а) Основными механизмами поглощения света в твердых телах являются: собственное поглощение, примесное поглощение и поглощение свободными носителями заряда.
- б) Основными механизмами поглощения света в твердых телах являются: собственное поглощение, решеточное поглощение и поглощение свободными носителями заряда.
- в) Основными механизмами поглощения света в твердых телах являются: примесное поглощение и поглощение свободными носителями заряда.
- г) Основными механизмами поглощения света в твердых телах являются: примесное поглощение, решеточное поглощение и поглощение свободными носителями заряда.
3. Что из себя представляют свободные носители заряда дырки?
- а) Это вакансии на валентной оболочке атома, которая способна перемещаться от атома к атому вдоль направления электрического поля.
- б) Это вакансии на валентной оболочке атома, которая способна перемещаться от атома к атому навстречу направлению электрического поля.
- в) Это положительно заряженный ион донорной примеси, который способен перемещаться в направлении электрического поля.
- г) Это положительно заряженный протон, который способен перемещаться в направлении электрического поля.
4. Что такое барьерная фотоэдс и как она используется в оптоэлектронике?
- а) Барьерная фотоэдс представляет собой фотонапряжение на концах р-п- перехода при освещении за счет снижения барьера перехода и используется для изготовления фотоприемных устройств оптического диапазона.
- б) Барьерная фотоэдс представляет собой фотонапряжение на концах р-п- перехода при нагревании и используется для изготовления тепловых приемников.
- в) Барьерная фотоэдс представляет собой напряжение на однородном полупроводнике при его освещении и используется для изготовления фотоприемных устройств оптического диапазона.
- г) Барьерная фотоэдс представляет собой фотонапряжение на концах р-п- перехода при освещении за счет различия подвижностей носителей заряда. Оно используется для изготовления фотоприемных устройств инфракрасного диапазона.
5. В чем заключается суть вынужденного излучения атомной системы?
- а) Вынужденное излучение представляет собой излучение кванта света атомом при воздействии на него другого фотона с энергией, равной энергии возбужденного состояния атома.
- б) Вынужденное излучение представляет собой излучение кванта света атомом при воздействии на него другого фотона с энергией, большей энергии возбужденного состояния атома.
- в) Вынужденное излучение представляет собой излучение кванта света атомом при воздействии на него другого фотона с энергией, меньшей энергии возбужденного состояния атома.
- г) Вынужденное излучение представляет собой излучение кванта света атомом при воздействии на него фонона с энергией, равной энергии возбужденного состояния атома.
6. Как понимать термин "инверсия населенности" в лазерных системах?
- а) Это означает, что количество атомов в возбужденном состоянии больше числа атомов в основном состоянии.
- б) Это означает, что количество атомов на верхнем уровне энергии излучательного перехода больше числа атомов на нижнем уровне излучательного перехода.
- в) Это означает, что количество атомов на верхнем уровне энергии излучательного перехода равно числу атомов на нижнем уровне излучательного перехода.
- г) Это означает, что количество атомов на верхнем уровне энергии излучательного перехода меньше числа атомов на нижнем уровне излучательного перехода.

7. Какие основные типы шумов в полупроводника?
- Основные типы шумов в полупроводниках следующие: токовые, дробовые и генерационно-рекомбинационные.
  - Основные типы шумов в полупроводниках следующие: тепловые, дробовые и генерационно-рекомбинационные.
  - Основные типы шумов в полупроводниках следующие: тепловые, дробовые, генерационно-рекомбинационные и избыточные шумы.
  - Основные типы шумов в полупроводниках следующие: тепловые, генерационно-рекомбинационные и импульсные шумы.
8. Как осуществить модуляцию оптического излучения с помощью эффекта Франца - Келдыша?
- Модулируемое излучение должно иметь длину волны больше красной границы фотоэффекта полупроводника и при подаче напряжения на полупроводник смещение границы фотоэффекта должно захватывать длину волны модулируемого излучения.
  - Модулируемое излучение должно иметь длину волны больше красной границы фотоэффекта полупроводника и при подаче напряжения на полупроводник смещение границы фотоэффекта не должно захватывать длину волны модулируемого излучения.
  - Модулируемое излучение должно иметь длину волны меньше красной границы фотоэффекта полупроводника и при подаче напряжения на полупроводник смещение границы фотоэффекта должно захватывать длину волны модулируемого излучения.
  - Модулируемое излучение должно иметь длину волны больше красной границы фотоэффекта полупроводника и при подаче напряжения на полупроводник смещение границы фотоэффекта должно захватывать весь спектр частот модуляции излучения.
9. В чем заключается суть перехода Фредерикса в жидких кристаллах?
- Он заключается в упорядочении ориентации длинных осей молекул нематика параллельно друг другу при превышении напряжения на жидком кристалле выше напряжения перехода Фредерикса.
  - Он заключается в изменении ориентации длинных осей молекул нематика на 90 градусов при превышении напряжения на жидком кристалле выше напряжения перехода Фредерикса.
  - Он заключается в хаотической разориентации длинных осей молекул нематика относительно друг другу при превышении напряжения на жидком кристалле выше напряжения перехода Фредерикса.
  - Он заключается в упорядочении ориентации длинных осей молекул нематика параллельно друг другу при напряжении на жидком кристалле ниже напряжения перехода Фредерикса.
10. Какой оптический эффект используется для отображения информации оптической ячейкой с нематиком?
- Используется В-эффект с переходом Фредерикса: гомеотропная оптическая ячейка с нематиком, имеющим отрицательную анизотропию диэлектрической проницаемости.
  - Используется S - эффект с переходом Фредерикса: планарная оптическая ячейка с нематиком, имеющим положительную анизотропию диэлектрическую проницаемость, структура молекул в объеме ячейки незакрученная.
  - Используется Т-эффект с переходом Фредерикса: планарная оптическая ячейка с нематиком, имеющим положительную анизотропию диэлектрическую проницаемость, опорные поверхности ориентированы друг к другу под 90 градусов.
  - Используется S - эффект с переходом Капустина-Вильямса: планарная оптическая ячейка с нематиком, имеющим положительную анизотропию диэлектрическую проницаемость, структура молекул в объеме ячейки незакрученная.
- Как осуществить модуляцию оптического излучения с помощью эффекта Франца-Келдыша?
11. Как можно использовать холестерический жидкий кристалл для отображения цветовой картинки?
- На оптическую ячейку с холестериком воздействовать электрическим полем, меньшим поля распрямления спирали.
  - На оптическую ячейку с холестериком воздействовать электрическим полем, по величине большим поля распрямления спирали.

- в) На оптическую ячейку с холестериком воздействовать упругим напряжением.
- г) Оптическую ячейку с холестериком подвергнуть освещению большой мощности.

### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета**

1. Что описывает зонная диаграмма полупроводника?
2. Какими параметрами описывается фотопроводимость полупроводника?
3. Для каких целей в лазерах применяются зеркала?
4. Как с помощью эффекта двулучепреломления получить амплитудную модуляцию оптического излучения?
5. На каком принципе работы основано действие оптических транспарантов, управляемых полем?

### **9.1.3. Темы лабораторных работ**

1. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования
2. Параметры и свойства фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов

### **9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ**

1. Опишите принцип работы устройства управления оптическим излучением с помощью эффекта Франца -Келдыша.
2. Принцип работы фотоприемного устройства на основе барьерной фотоэда.
3. Флуктуационные свойства полупроводников и полупроводниковых приборов.
4. Устройства отображения информации на основе нематических жидких кристаллов и пленок холестерика.
5. Принцип работы источника оптического излучения на основе диффузионного р-п-перехода и гетероструктуры с квантовыми ямами.

## **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 № 81 от «12» 11 2019 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
--------------------	--------------	--