

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  
Сенченко П.В.  
«13» \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**  
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**  
Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧКР)**  
Курс: **3**  
Семестр: **6**  
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	часов
Практические занятия	2	2	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	78	78	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
		3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Зачет	6	
Контрольные работы	6	1

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 13.12.2023  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения данной дисциплины является приобретение студентами знаний об основных физических явлениях и свойствах полупроводников, используемых в современной оптоэлектронике для создания приборов и устройств, получении навыков в решении типовых задач по расчету параметров приборов оптоэлектроники, а также навыков в проведении экспериментальных исследований базовых элементов и приборов оптоэлектроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Задачей, решаемой в процессе обучения студентов основам оптоэлектроники является получение базовых знаний по физическим процессам и явлениям в твердых телах, используемых или перспективных к использованию в производстве приборов оптоэлектроники.

2. Другой задачей, решаемой в курсе "Основы оптоэлектроники" является получение устойчивых навыков в решении типовых задач по определению параметров и свойств приборов оптоэлектроники, а также приобретению навыков разработки методик экспериментального исследования оптоэлектронных элементов и приборов, организации и проведении экспериментальных измерений и квалифицированной обработки их результатов по получению максимальной информации об исследуемом объекте.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.04.

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>		

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Знание методов расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Умение выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.3. Владеет методами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Владение методами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает методы расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Знание методов расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования
	ПК-3.2. Умеет выполнять расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Умение выполнять расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования
	ПК-3.3. Владеет методами расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Владение методами расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования

#### 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
		6 семестр
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	26	26
Лекционные занятия	8	8
Практические занятия	2	2
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6
Контрольные работы	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>	78	78
Проработка лекционного материала	31	31
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	27	27
Подготовка к лабораторной работе	7	7
Подготовка к контрольной работе	8	8
Написание отчета по лабораторной работе	5	5
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	4	4
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	3	3

#### 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.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>								
1 Элементы зонной теории твердого тела.	1	1	4	2	1	18	27	ПК-2, ПК-3
2 Взаимодействие света и твердого тела	1	-	-		1	14	16	ПК-2, ПК-3
3 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	2	1	4		2	21	30	ПК-2, ПК-3
4 Эмиссионные свойства твердых тел	3	-	-		1	14	18	ПК-2, ПК-3
5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	1	-	-		1	11	13	ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	8	2	8	2	6	78	104	
Итого	8	2	8	2	6	78	104	

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	СРП, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>				
1 Элементы зонной теории твердого тела.	Понятие зонной диаграммы полупроводника, электроны и дырки, зоны разрешенных значений энергий, полупроводник во внешнем электрическом поле. Ток проводимости и диффузионный ток	1	1	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	1	
2 Взаимодействие света и твердого тела	Поглощение света твердым телом. Коэффициент поглощения и спектр поглощения. Коэффициент поглощения и спектр поглощения. Закон Бугера-Ламберта.	1	1	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	1	
3 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Фотопроводимость полупроводника и ее свойства. ФотоэДС в полупроводниках, барьерная фотоэДС в р-п переходы в полупроводниках и их применение для регистрации оптического излучения.	2	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	2	
4 Эмиссионные свойства твердых тел	Эмиссионные параметры твердотельных источников излучения. Понятие спектра излучения и его связь со спектром поглощения. Коэффициенты Эйнштейна. Понятие инверсии населенности и принцип создания источника когерентного излучения. Схемы накачки, выбор оптимального числа уровней для инверсии населенности. Лазеры различных типов. Примеры энергетических диаграмм лазеров и их эксплуатационные параметры. Управление лазерным излучением на основе эффекта двулучепреломления, эффекта Франца-Келдыша и эффекта Штарка.	3	1	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	1	
5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	Типы и основные свойства жидких кристаллов. Ориентационные эффекты кристаллах нематиков и холестериков, переход Фредерикса. Конструкции оптических эффектов для управления оптическим излучением.	1	1	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	1	
	Итого за семестр	8	6	
	Итого	8	6	

## 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	ПК-2, ПК-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>			
1 Элементы зонной теории твердого тела.	Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования	4	ПК-2, ПК-3
	Итого	4	
3 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Исследование эффекта фотопроводимости в полупроводниках.	4	ПК-2, ПК-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>			
1 Элементы зонной теории твердого тела.	Расчет проводимости полупроводников различного физико-химического состава. Нахождение положения Уровня Ферми в зонной диаграмме полупроводника.	1	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	
3 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Расчет основных параметров фотопроводимости и фотоэдс в полупроводниках различного физико-химического состава.	1	ПК-2, ПК-3
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
Итого		2	

#### 5.6. Контроль самостоятельной работы (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>6 семестр</b>				

1 Элементы зонной теории твердого тела.	Проработка лекционного материала	6	ПК-2, ПК-3	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе	3	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	18		
2 Взаимодействие света и твердого тела	Проработка лекционного материала	6	ПК-2, ПК-3	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	3	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
	Итого	14		
3 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	Проработка лекционного материала	6	ПК-2, ПК-3	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе	4	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	3	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	3	ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
	Итого	21		
4 Эмиссионные свойства твердых тел	Проработка лекционного материала	7	ПК-2, ПК-3	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Итого	14		

5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	Проработка лекционного материала	6	ПК-2, ПК-3	Зачёт
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Итого	11		
Итого за семестр		78		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		82		

### 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 учебной деятельности

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности						Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-3	+	+	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная литература

1. Основы оптоэлектроники: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2022. 95 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10139>.

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

#### 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. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4280>.

#### 7.3. Учебно-методические пособия

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



1. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2022. 16 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10096>.

2. Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2022. 26 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10095>.

3. Исследование эффекта двулучепреломления в кристаллах ниобата лития: Методические указания по выполнению лабораторной работы / В. Н. Давыдов - 2022. 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9893>.

4. Основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы и решения задач / В. Н. Давыдов - 2022. 85 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10094>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной 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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Физические основы квантовой электроники и фотоники [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2012. 47 с. (доступ из личного кабинета студента) .

### **7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

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.

Учебная аудитория для проведения занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для выполнения курсовых работ/проектов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- 7-Zip;
  - Google Chrome;
  - Kaspersky Endpoint Security для Windows;
  - LibreOffice;
  - Microsoft Windows;

## **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 твердого тела.	ПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 Взаимодействие света и твердого тела	ПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Фотоэлектрические явления в полупроводниках	ПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Эмиссионные свойства твердых тел	ПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике	ПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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?
- а) Основные типы шумов в полупроводниках следующие: токовые, дробовые и генерационно-рекомбинационные.
  - б) Основные типы шумов в полупроводниках следующие: тепловые, дробовые и генерационно-рекомбинационные.
  - в) Основные типы шумов в полупроводниках следующие: тепловые, дробовые, генерационно-рекомбинационные и избыточные шумы.
  - г) Основные типы шумов в полупроводниках следующие: тепловые, генерационно-рекомбинационные и импульсные шумы.
8. Как осуществить модуляцию оптического излучения с помощью эффекта Франца - Келдыша?
- а) 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.
  - б) 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.
  - в) 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.
  - г) 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?
- а) Он заключается в упорядочении ориентации длинных осей молекул нематика параллельно друг другу при превышении напряжения на жидком кристалле выше напряжения перехода Фредерикса.
  - б) Он заключается в изменении ориентации длинных осей молекул нематика на 90 градусов при превышении напряжения на жидком кристалле выше напряжения перехода Фредерикса.
  - в) Он заключается в хаотической разориентации длинных осей молекул нематика относительно друг другу при превышении напряжения на жидком кристалле выше напряжения перехода Фредерикса.
  - г) 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?
- а) Используется В-эффект с переходом Фредерикса: гомеотропная оптическая ячейка с нематиком, имеющим отрицательную анизотропию диэлектрической проницаемости.
  - б) Используется S - эффект с переходом Фредерикса: планарная оптическая ячейка с нематиком, имеющим положительную анизотропию диэлектрической проницаемости, структура молекул в объеме ячейки незакрученная.
  - в) Используется Т-эффект с переходом Фредерикса: планарная оптическая ячейка с нематиком, имеющим положительную анизотропию диэлектрической проницаемости, опорные поверхности ориентированы друг к другу под 90 градусов.
  - г) Используется S - эффект с переходом Капустина-Вильямса: планарная оптическая ячейка с нематиком, имеющим положительную анизотропию диэлектрической проницаемости, 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?
- а) На оптическую ячейку с холестериком воздействовать электрическим полем, меньшим поля распрямления спирали.
  - б) 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

Приведены примеры типовых заданий, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Как по положению уровня Ферми в зонной диаграмме определить тип проводимости полупроводника?
2. Какой механизм поглощения излучения самый сильный в полупроводнике?
3. Как используется барьерная фотоэдс в приборах оптоэлектроники?
4. Почему в лазерах используют резонаторы открытого типа?
5. Какое основное свойство нематического жидкого кристалла используется для модуляции оптического излучения?

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Пояснить физическую природу возникновения фотопроводимости в проводниках

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования
2. Исследование эффекта фотопроводимости в полупроводниках.

## 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 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 СВЧиКР  
протокол № 4 от «20» 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52

### РАЗРАБОТАНО:

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