

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 |
|---|-----------------------------------|---|
| <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.   | 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 национальных 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 |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 10          | 4         | 6         |
| Практические занятия  | 8           | 4         | 4         |
| Контрольные работы  | 2           |           | 2         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 130         | 68        | 62        |
| Подготовка к тестированию   | 90          | 68        | 22        |
| Подготовка к зачету с оценкой   | 20          |           | 20        |
| Подготовка к контрольной работе   | 20          |           | 20        |
| <b>Подготовка и сдача зачета</b>  | 4           |           | 4         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144         | 72        | 72        |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 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 |
|---|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>  |               |              |                            |                         |
| 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                         |                         |
| <b>6 семестр</b>  |               |              |                            |                         |
| 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 |
|--|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>   |   |                                      |                         |
| 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   |   | -                                    |                         |
| <b>6 семестр</b>   |   |                                      |                         |
| 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 |
|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b> |                        |                 |                         |
| 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 |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                                   |   |                 |                         |
| 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 |              |
| <b>6 семестр</b>  |  |   |              |
| 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     |
|---|---------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| <b>5 семестр</b>  |                                 |                 |                         |                    |
| 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              |                         |                    |
| <b>6 семестр</b>  |                                 |                 |                         |                    |
| 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<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(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<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>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<br>(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. 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 Фредерикса.
- 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,<br>b7d1ae21-2df2-4bc3-<br>9352-43aa04a5b956 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП  | С.М. Шандаров     | Согласовано,<br>ab3ff0e2-dc9a-420c-<br>9fb4-5f882facc349 |
| Начальник учебного управления      | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4aba-<br>845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ                         | И.В. Осипов       | Согласовано,<br>126832c4-9aa6-45bd-<br>8e71-e9e09d25d010 |

### ЭКСПЕРТЫ:

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

### РАЗРАБОТАНО:

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