

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики  
и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Легчанов М.А.

«19» марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.5 Электроника**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 108/3  
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчик (и): Нефедьев И.А., старший преподаватель

Нижний Новгород  
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 930 на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ, протоколы от 21.05.2024 г. № 16 и 17.12.2024 г. № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 12 марта 2025 г. № 16.  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 19 марта 2025 г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-26.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.И. Кабанина

## Оглавление

|   |           |
|---|-----------|
| ОГЛАВЛЕНИЕ .....  | 3         |
| <b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1. Цель освоения дисциплины .....   | 4         |
| 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....  | 4         |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>7</b>  |
| 4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....  | 7         |
| 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....  | 8         |
| <b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                        | <b>15</b> |
| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>  | <b>18</b> |
| 6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....   | 18        |
| 6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....   | 18        |
| 6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....  | 19        |
| <b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>19</b> |
| 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) ..... | 19        |
| 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....   | 20        |
| <b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>    | <b>21</b> |
| <b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>21</b> |
| 10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....                | 21        |
| 10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....  | 22        |
| 10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....  | 23        |
| 10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....   | 23        |
| <b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>  | <b>23</b> |
| 11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ .....  | 23        |
| 11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета .....   | 23        |
| 11.3. Типовые задания для самостоятельных работ .....   | 25        |

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются:** формирование у студентов общего технологического мировоззрения, цельного представления о физических процессах, происходящих в компонентах современной электронной базы, научного способа мышления, умения видеть техническое содержание проблем, возникающих в практической деятельности специалиста, а также подготовка к решению профессиональной задачи по организационно-управленческому виду деятельности, а именно – организации и управлению научным экспериментом, исследованиями и разработками.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- изучение основных параметров, характеристик и свойств электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- ознакомление студентов с методами и принципами проведения инструментальных измерений электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- ознакомление студентов с методами расчета характеристик электронных компонентов, составляющих базу современных систем связи;
- формирование навыков по планированию, проведению и интерпретации измерений параметров и свойств электронных компонентов, составляющих базу современных инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- ознакомление студентов с техникой и средствами измерения параметров электронных компонентов;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) «Электроника» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Специальные разделы физики (квантовая физика)» и «Физические основы электроники».

Дисциплина «Электроника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Вычислительная техника и информационные технологии», «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Передающие устройства СВЧ-диапазона», «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля)** направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

ПКС-13. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно.

Формирование указанной компетенции размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенции дисциплинами

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры формирования компетенции |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 1                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <b>ПКС-13</b>   |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Дифференциальные уравнения</i>                         |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Информатика (часть 2)</i>                              |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Специальные разделы физики (квантовая физика)</i>      |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Физические основы электроники</i>                      |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Цифровая обработка сигналов</i>                        |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Уравнения математической физики</i>                    |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Электроника</b>  |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Вычислительная техника и информационные технологии</i> |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Электромагнитные поля и волны</i>                      |                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Квазиоптика</i>  |                                   |   |   |   |   |   |   |   |

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |  |   | Оценочные материалы (ОМ)   |  |
|---|---|---|--|---|--|--|
|   |   |   |  |   | Текущего контроля  | Промежуточной аттестации                                       |
| ПКС-13. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно. | Освоение дисциплины причастно к ТФ А/02.5 (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), решает задачу внедрения результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями |   |  |   |  |  |
|   | ИПКС-13.1. Разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере   | <b>Знать:</b><br>- методы и принципы проведения инструментальных измерений электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>- основные параметры, характеристики и свойства электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. | <b>Уметь:</b><br>- планировать, проводить и интерпретировать измерения параметров и свойств электронных компонентов, составляющих базу современных инфокоммуникационных технологий и систем связи;<br>- находить и анализировать в периодической литературе и обновляемых интернет-ресурсах материалы по новым теоретическим и практическим исследованиям в области электроники. | <b>Владеть:</b><br>- техникой и средствами измерения параметров электронных компонентов;<br>- методами расчета характеристик электронных компонентов, составляющих базу современных систем связи. | Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам. | Вопросы для устного собеседования из списка вопросов к зачету. |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость в час |                     |   |
|---|--------------------|---------------------|---|
|   | Всего час.         | В т.ч. по семестрам |   |
|   |                    | 5 сем               | - |
| <b>Формат изучения дисциплины</b>   | очный              |                     |   |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>108</b>         | <b>108</b>          |   |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>55</b>          | <b>55</b>           |   |
| <b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>   | <b>51</b>          | <b>51</b>           |   |
| занятия лекционного типа (Л)  | 34                 | 34                  |   |
| занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)  |                    |                     |   |
| лабораторные работы (ЛР)  | 17                 | 17                  |   |
| <b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>  | <b>4</b>           | <b>4</b>            |   |
| курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)   |                    |                     |   |
| текущий контроль, консультации по дисциплине  | 4                  | 4                   |   |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА)   |                    |                     |   |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>53</b>          | <b>53</b>           |   |
| реферат/эссе (подготовка)   |                    |                     |   |
| расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)  |                    |                     |   |
| контрольная работа  |                    |                     |   |
| курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)   |                    |                     |   |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.) | 53                 | 53                  |   |
| Подготовка к зачету   |                    |                     |   |

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты осво-<br>ения: код УК;<br>ОПК; ПК и инди-<br>каторы достиже-<br>ния компетенций | Наименование разделов, тем  | Виды учебной работы (час) |                             |                                |  | Вид СРС                                   | Наименование исполь-<br>зуемых активных и<br>интерактивных образо-<br>вательных технологий   | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса (трудоем-<br>кость в часах) |
|---|---|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|---|--|---|
|   |   | Контактная работа         |                             |                                | Самостоятель-<br>ная работа сту-<br>дентов (час) |   |  |   |
|   |   | Лекции                    | Лабора-<br>торные<br>работы | Практиче-<br>ские заня-<br>тия |  |   |  |   |
| 5 семестр   |   |                           |                             |                                |  |   |  |   |
| ПКС-13<br>ИПКС-13.1   | Раздел 1. Полупроводники  |                           |                             |                                |  |   |  | Конспект лекций   |
|   | Тема 1.1. Элементы зонной тео-<br>рии.<br>Внутреннее строение твердых<br>тел. Собственные полупроводни-<br>ки. Примесные полупроводники.  | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4] | Презентации с исполь-<br>зованием различных вспо-<br>могательных средств: дос-<br>ки, книг, компьютеров,<br>цифро-вых проекторов и<br>т.п. |   |
|   | Тема 1.2. Равновесные концен-<br>трации носителей заряда<br>Равновесное состояние. Концен-<br>трация носителей в собственном<br>полупроводнике. Концентрация<br>носителей в примесном полупро-<br>воднике. Уровень Ферми. | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | Тема 1.3. Токи в полупровод-<br>никах<br>Токи в полупроводниках.  | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | Тема 1.4. Неравновесные носи-<br>тели<br>Неравновесные носители. Урав-<br>нение непрерывности.  | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | Тема 1.5. Р-п переход и его<br>свойства<br>Эффект поля. Р-п переход. Ха-  | 2,0                       |                             |                                | 2,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4] |  |   |



| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты осво-<br>ения: код УК;<br>ОПК; ПК и инди-<br>каторы достиже-<br>ния компетенций | Наименование разделов, тем   | Виды учебной работы (час) |                             |                                |  | Вид СРС                                | Наименование исполь-<br>зуемых активных и<br>интерактивных образо-<br>вательных технологий | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса (трудоем-<br>кость в часах) |
|---|--|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|--|--|---|
|   |  | Контактная работа         |                             |                                | Самостоятель-<br>ная работа сту-<br>дентов (час) |  |  |   |
|   |  | Лекции                    | Лабора-<br>торные<br>работы | Практиче-<br>ские заня-<br>тия |  |  |  |   |
|   | рактические характеристики р-п перехода. Равновесное и неравновесное состояние р-п перехода. ВАХ идеального диода. Выпрямление на р-п переходе.    |                           |                             |                                |  |  |  |   |
|   | <b>Тема 1.6. Пробой р-п перехода</b><br>Туннельный пробой. Лавинный пробой. Тепловой пробой.   | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | <b>Тема 1.7. ВАХ реального диода</b><br>ВАХ реального диода.   | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | <b>Тема 1.8. Частотные и импульсные свойства диодов</b><br>Частотные и импульсные свойства диодов.   | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | <b>Тема 1.9. Рекомбинация и генерация носителей заряда</b><br>Механизмы генерации и рекомбинации, преобладающие механизмы генерации и рекомбинации | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4] |  |   |
|   | <b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>   |                           |                             |                                | 10,0   |  |  |   |
|   | <b>реферат, эссе (тема)</b>  |                           |                             |                                |  |  |  |   |
|   | <b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>   |                           |                             |                                |  |  |  |   |
|   | <b>контрольная работа</b>  | 1,0                       |                             |                                |  |  |  |   |
|   | <b>Итого по 1 разделу</b>  | <b>11,00</b>              |                             |                                | <b>10,00</b>                                     |  |  |   |
| ПКС-13  | <b>Раздел 2. Двухслойные полупроводниковые структуры</b>   |                           |                             |                                |  |  |  | Конспект лекций   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты осво-<br>ения: код УК;<br>ОПК; ПК и инди-<br>каторы достиже-<br>ния компетенций | Наименование разделов, тем  | Виды учебной работы (час) |                             |                                |  | Вид СРС  | Наименование исполь-<br>зуемых активных и<br>интерактивных образо-<br>вательных технологий  | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса (трудоем-<br>кость в часах) |
|---|---|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|--|---|---|
|   |   | Контактная работа         |                             |                                | Самостоятель-<br>ная работа сту-<br>дентов (час) |  |   |   |
|   |   | Лекции                    | Лабора-<br>торные<br>работы | Практиче-<br>ские заня-<br>тия |  |  |   |   |
| ИПКС-13.1   | <b>Тема 2.1. Выпрямительные диоды</b><br>Выпрямительные диоды. Диод-<br>ный мост. Выпрямитель.                          | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4]      | Презентации с исполь-<br>зованием различных вспомо-<br>гательных средств: дос-<br>ки, книг, компьютеров,<br>цифро-вых проекторов и<br>т.п.                      |   |
|   | <b>Тема 2.2. Стабилитроны и ста-<br/>бисторы</b><br>Стабилитрон. Стабистор. Схема<br>стабилизации напряжения.           | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4]      |   |   |
|   | <b>Тема 2.3. Туннельные диоды</b><br>Туннельный эффект. Туннельный<br>диод. Обращенный диод.                            | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4]      |   |   |
|   | <b>Тема 2.4. Варикапы</b><br>Емкость р-п перехода. Барьерная<br>емкость. Диффузионная емкость.<br>Варикап.              | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4]      |   |   |
|   | <b>Тема 2.5. Импульсные диоды</b><br>Импульсный диод.   | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.1] - [6.1.4]      |   |   |
|   | <b>Лабораторная работа № 1</b><br>Свойства электронно-дырочного<br>перехода. Выпрямляющий диод.<br>Варикап. Стабилитрон |                           | 5,0                         |                                | 6,0  | Подготовка к лаборатор-<br>ным работам [6.3.2] | Круглый стол (обсуждение<br>полученных результатов,<br>их соответствие изучас-<br>мым законам, оценка точ-<br>ности эксперимента), ра-<br>бота в малых группах. |   |
|   | <b>Самостоятельная работа по<br/>освоению 2 раздела:</b>  |                           |                             |                                | 11,0   |  |   |   |
|   | <b>реферат, эссе (тема)</b>   |                           |                             |                                |  |  |   |   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты осво-<br>ения: код УК;<br>ОПК; ПК и инди-<br>каторы достиже-<br>ния компетенций | Наименование разделов, тем   | Виды учебной работы (час) |                             |                                |  | Вид СРС                                   | Наименование исполь-<br>зуемых активных и<br>интерактивных образо-<br>вательных технологий  | Наименование<br>разработанного<br>Электронного<br>курса (трудоем-<br>кость в часах) |
|---|--|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|---|---|---|
|   |  | Контактная работа         |                             |                                | Самостоятель-<br>ная работа сту-<br>дентов (час) |   |   |   |
|   |  | Лекции                    | Лабора-<br>торные<br>работы | Практиче-<br>ские заня-<br>тия |  |   |   |   |
|   |  |                           |                             |                                |  |   |   |   |
|   | расчётно-графическая работа<br>(РГР)   |                           |                             |                                |  |   |   |   |
|   | контрольная работа   | 1,0                       |                             |                                |  |   |   |   |
|   | Итого по 2 разделу   | 6,00                      | 5,00                        |                                | 11,00  |   |   |   |
| ПКС-13<br>ИПКС-13.1   | Раздел 3. Многослойные полупроводниковые структуры   |                           |                             |                                |  |   |   | Конспект лекций   |
|   | Тема 3.1. Устройство и прин-<br>цип действия биполярного<br>транзистора<br>Принцип действия БП транзисто-<br>ра. Токи и напряжения в БП тран-<br>зисторе. Режимы работы БП<br>транзистора.   | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.2] - [6.1.4] | Презентации с исполь-<br>зованием различных вспомо-<br>гательных средств: дос-<br>ки, книг, компьютеров,<br>цифровых проекторов и<br>т.п. |   |
|   | Тема 3.2. Модель идеализиро-<br>ванного транзистора<br>Модель Эберса-Молла. Формула<br>Эберса-Молла. Схема с общей<br>базой. Схема с общим эмиттером.  | 2,0                       |                             |                                | 2,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.2] - [6.1.4] |   |   |
|   | Тема 3.3. Усилительные пара-<br>метры транзистора<br>Коэффициент инжекции. Коэф-<br>фициент переноса. Коэффициент<br>усиления по току. Сопротивление<br>переходов. Эквивалентные схе-<br>мы. | 2,0                       |                             |                                | 2,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.2] - [6.1.4] |   |   |
|   | Тема 3.4. Частотные парамет-<br>ры транзистора<br>Емкость переходов. Граничная<br>частота. Шумовые свойства.   | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.2] - [6.1.4] |   |   |
|   | Тема 3.5. Биполярные транзи-<br>сторы в интегральных схемах  | 1,0                       |                             |                                | 1,0  | Подготовка к лекциям<br>[6.1.2] - [6.1.4] |   |   |
|   |  |                           |                             |                                |  |   |   |   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем   | Виды учебной работы (час) |                     |                      |  | Вид СРС                                   | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий  | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|--|--|---------------------------|---------------------|----------------------|--|---|--|---|
|  |  | Контактная работа         |                     |                      | Самостоятельная работа студентов (час) |   |  |   |
|  |  | Лекции                    | Лабораторные работы | Практические занятия |  |   |  |   |
|  |  |                           |                     |                      |  |   |  |   |
|  | Планарно-эпитаксиальный транзистор. Латеральный транзистор. Транзистор с барьером Шотки.   |                           |                     |                      |  |   |  |   |
|  | Лабораторная работа №2 Биполярный транзистор   |                           | 4,0                 |                      | 5,0                                    | Подготовка к лабораторным работам [6.3.2] | Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах. |   |
|  | Тема 3.6. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Устройство и принцип действия. Схема включения с общим источником. Эквивалентная схема. | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4]    |  |   |
|  | Тема 3.7. МДП-транзистор Устройство и принцип действия.  | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4]    |  |   |
|  | Тема 3.8. Сравнение ПТ с управляющим р-п переходом и МДП-транзистора. Эффект смещения подложки. Различия в ВАХ МДП и ПТУП.                         | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4]    |  |   |
|  | Тема 3.9. Эквивалентная схема и быстродействие МДП-транзистора Эквивалентная схема. Граничная частота. Быстродействие.                             | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4]    |  |   |
|  | Лабораторная работа №3 Полевой транзистор  |                           | 4,0                 |                      | 4,0                                    | Подготовка к лабораторным работам [6.3.2] | Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах. |   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем  | Виды учебной работы (час) |                     |                      |  | Вид СРС                                | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий  | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|--|---|---------------------------|---------------------|----------------------|--|--|--|---|
|  |   | Контактная работа         |                     |                      | Самостоятельная работа студентов (час) |  |  |   |
|  |   | Лекции                    | Лабораторные работы | Практические занятия |  |  |  |   |
|  | Тема 3.10. Тиристоры<br>Динистор. Триодный управляемы тиристор.   | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4] | Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п. |   |
|  | Тема 3.11. Многоэмиттерные биполярные транзисторы<br>Устройство и принцип действия многоэмиттерного транзистора. Область применения многоэмиттерных транзисторов. | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4] |  |   |
|  | Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:   |                           |                     |                      | 22,00                                  |  |  |   |
|  | реферат, эссе (тема)  |                           |                     |                      |  |  |  |   |
|  | расчётно-графическая работа (РГР)   |                           |                     |                      |  |  |  |   |
|  | контрольная работа  | 1,0                       |                     |                      |  |  |  |   |
|  | Итого по 3 разделу  | 14,00                     | 8,00                |                      | 22,00                                  |  |  |   |
|  |   |                           |                     |                      |  |  |  |   |
| ПКС-13<br>ИПКС-13.1  | Раздел 4. СВЧ-полупроводниковые структуры   |                           |                     |                      |  |  |  | Конспект лекций   |
|  | Тема 4.1. Диоды Шотки<br>Работа выхода. Контакт металл-полупроводник. Барьер Шотки.   | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4] | Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п. |   |
|  | Тема 4.2. Лавинно-пролетные диод<br>Устройство. Пролетный режим работы. Режим с захваченной плазмой.  | 2,0                       |                     |                      | 2,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4] |  |   |
|  | Тема 4.3. Р-і-п диоды<br>Устройство. Принцип действия.  | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4] |  |   |
|  | Тема 4.4. Диоды Ганна<br>Эффект Ганна. Диод Ганна.  | 1,0                       |                     |                      | 1,0                                    | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4] |  |   |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты освоения: код УК;<br>ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы (час) |                     |                      |   | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|--|----------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|---|---------|---|---|
|  |                            | Контактная работа         |                     |                      | Самостоятельная работа студентов (час)    |         |   |   |
|  |                            | Лекции                    | Лабораторные работы | Практические занятия |   |         |   |   |
| Лабораторная работа №4<br>Диод Ганна   |                            | 4,0                       |                     | 4,0                  | Подготовка к лабораторным работам [6.3.2] |         |   |   |
| Тема 4.5. Области применения СВЧ-диодов<br>Виды СВЧ-диодов. Области применения СВЧ-диодов.                     | 1,0                        |                           |                     | 1,0                  | Подготовка к лекциям [6.1.2] - [6.1.4]    |         |   |   |
| Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:  |                            |                           |                     | 10,0                 |   |         |   |   |
| реферат, эссе (тема)   |                            |                           |                     |                      |   |         |   |   |
| расчётно-графическая работа (РГР)  |                            |                           |                     |                      |   |         |   |   |
| контрольная работа   | 1,0                        |                           |                     |                      |   |         |   |   |
| Итого по 4 разделу   | 7,00                       | 4,00                      |                     | 10,00                |   |         |   |   |
|  | Курсовая работа (КР)       |                           |                     |                      |   |         |   |   |
|  | Курсовой проект (КП)       |                           |                     |                      |   |         |   |   |
|  | ИТОГО ЗА СЕМЕСТР           | 38                        | 17                  |                      | 53  |         |   |   |
|  | ИТОГО по дисциплине        | 38                        | 17                  |                      | 53  |         |   |   |

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 5 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценки выполнения лабораторных работ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценке выполнения лабораторных работ

| Шкала оценивания | Результат           | Зачет   |
|------------------|---------------------|---------|
| $40 < R \leq 50$ | Отлично             | зачет   |
| $30 < R \leq 40$ | Хорошо              |         |
| $20 < R \leq 30$ | Удовлетворительно   |         |
| $0 < R \leq 20$  | Неудовлетворительно | незачет |

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по двухбалльной системе: «зачет» и «незачет».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Критерии оценивания результатов обучения  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
|   |  | Оценка<br>«неудовлетворительно»<br>/ «не зачтено»<br>0-59%<br>от тах рейтинговой<br>оценки контроля   | Оценка<br>«удовлетворительно» /<br>«зачтено»<br>60-74%<br>от тах рейтинговой оценки<br>контроля   | Оценка<br>«хорошо» /<br>«зачтено»<br>75-89%<br>от тах рейтинговой<br>оценки контроля  | Оценка<br>«отлично» /<br>«зачтено»<br>90-100%<br>от тах рейтинговой<br>оценки контроля  |
| ПКС-13. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно. | ИПКС-13.1. Разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере. | Не знает методы и принципы проведения инструментальных измерений электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также основные параметры, характеристики и свойства электронных компонентов используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.<br>Не умеет планировать, проводить и интерпретировать измерения параметров и свойств электронных компонентов, составляющих базу современных инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также находить и анализировать в периодической литературе и обновляемых интернет-ресурсах материалы по новым теоретическим и практическим исследованиям в области электроники.<br>Не владеет техникой и сред- | Неуверенно может сформулировать методы и принципы проведения инструментальных измерений электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также основные параметры, характеристики и свойства электронных компонентов используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.<br>Слабо умеет планировать, проводить и интерпретировать измерения параметров и свойств электронных компонентов, составляющих базу современных инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также находить и анализировать в периодической литературе и обновляемых интернет-ресурсах материалы по новым теоретическим и практическим ис- | Может сформулировать методы и принципы проведения инструментальных измерений электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также основные параметры, характеристики и свойства электронных компонентов используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.<br>Хорошо умеет планировать, проводить и интерпретировать измерения параметров и свойств электронных компонентов, составляющих базу современных инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также находить и анализировать в периодической литературе и обновляемых интернет- | Уверенно и твердо может сформулировать методы и принципы проведения инструментальных измерений электронных компонентов, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также основные параметры, характеристики и свойства электронных компонентов используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.<br>Отлично умеет планировать, проводить и интерпретировать измерения параметров и свойств электронных компонентов, составляющих базу современных инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также находить и анализировать в периодической литературе и обновляемых интернет-ресурсах материалы по новым теоретическим и |



|  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|---|---|--|
|  |  | ствами измерения параметров электронных компонентов, а также методами расчета характеристик электронных компонентов, составляющих базу современных систем связи. | следованиям в области электроники.<br>Слабо владеет техникой и средствами измерения параметров электронных компонентов, а также методами расчета характеристик электронных компонентов, составляющих базу современных систем связи. | ресурсах материалы по новым теоретическим и практическим исследованиям в области электроники.<br>Хорошо владеет техникой и средствами измерения параметров электронных компонентов, а также методами расчета характеристик электронных компонентов, составляющих базу современных систем связи. | практическим исследованиям в области электроники.<br>Отлично владеет техникой и средствами измерения параметров электронных компонентов, а также методами расчета характеристик электронных компонентов, составляющих базу современных систем связи. |
|--|--|--|---|---|--|

Таблица 7 – Критерии оценивания

| Оценка   | Критерии оценивания   |
|--|---|
| Высокий уровень<br>«5»<br>(отлично/зачет)                | оценку <b>«отлично/зачет»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень<br>«4»<br>(хорошо/зачет)                 | оценку <b>«хорошо/зачет»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.  |
| Пороговый уровень<br>«3» (удовлетворительно/зачет)       | оценку <b>«удовлетворительно/зачет»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень<br>«2» (неудовлетворительно/незачет) | оценку <b>«неудовлетворительно/незачет»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.   |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

| № п/п  | Автор(ы)                        | Заглавие   | Издательство, год издания | Назначение, вид издания, гриф                      | Кол-во экз. в библиотеке |
|--------|---------------------------------|--|---------------------------|--|--------------------------|
| 6.1.1. | О.В. Миловзоров,<br>И.Г. Панков | Электроника  | М.: Юрайт, 2013           | Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ | 5                        |
| 6.1.2. | К.В.Шалимова                    | Физика полупроводников                             | М.: Лань, 2010            | Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ | 7                        |
| 6.1.3. | В.И. Старосельский              | Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники | М.: Юрайт, 2009           | Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ | 6                        |
| 6.1.4. | В.А.Гуртов                      | Твердотельная электроника                          | М.: Техносфера, 2005      | Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ | 16                       |

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

| № п/п | Автор(ы) | Заглавие | Издательство, год издания | Назначение, вид издания, гриф | Кол-во экз. в библиотеке |
|-------|----------|----------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|-------|----------|----------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|

|        |                                   |  |   |  |    |
|--------|-----------------------------------|--|---|--|----|
| 6.2.1. | О. В. Миловзоров,<br>И. Г. Панков | Электроника:<br>Учебник                            | М. : Высш.шк.,<br>2005                              | Учебное пособие<br>рекомендовано м-<br>вом образования<br>РФ | 13 |
| 6.2.2. | Г. А. Белов                       | Электроника и<br>микроэлектроника:<br>Учеб.пособие | Чебоксары :<br>Изд-во Чу-<br>ваш.гос.ун-та,<br>2001 | Учебное пособие<br>рекомендовано м-<br>вом образования<br>РФ | 49 |

### **6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Электроника» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Электроника».

6.3.2. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Электроника».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Электроника».

6.3.4. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Электроника».

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС     | Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС                            |
|---|----------------------|---|
| 1 | Консультант студента | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> |
| 2 | Лань                 | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>               |
| 3 | Юрайт                | <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>         |

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| № | Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы | Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)                  |
|---|---|---|
| 1 | 2   | 3   |
| 1 | База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ                           | <a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a> |
| 2 | Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем     | <a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>                           |

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

| № | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|--|---|
| 1 | ЭБС «Консультант студента»   | озвучка книг и увеличение шрифта  |
| 2 | ЭБС «Лань»   | специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации  |
| 3 | ЭБС «Юрайт»  | версия для слабовидящих   |

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Для проведения лекционных занятий используется лекционная аудитория 5236, оснащённая мультимедийным оборудованием.

Лабораторные работы проводятся в 5 корпусе в оснащённой необходимым оборудованием лаборатории «Электроника» - 4 лабораторных работы:

- Лабораторная работа №1 «Свойства электронно-дырочного перехода. Выпрямляющий диод. Варикап. Стабилитрон»;
- Лабораторная работа №2 «Биполярный транзистор»;
- Лабораторная работа №3 «Полевой транзистор»;
- Лабораторная работа №4 «Диод Ганна».

Для проведения лабораторных работ имеется аудитория, оснащенная необходимым лабораторным оборудованием (ауд. 5301).

Лаборатория «Электроника» (ауд. 5301) имеет в своем составе четыре лабораторных установки (две из них комбинированные), включающие в себя:

- 1) источники питания;
- 2) осциллографы;
- 3) генераторы электрических сигналов;
- 4) вольтметры;
- 5) миллиамперметры;
- 6) лабораторные макеты;
- 7) анализаторы спектра;
- 8) мультиметры;
- 9) электронные термометры.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Электроника», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен сту-

дентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение самостоятельных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам.

### **11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ**

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

### **11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Элементы зонной теории полупроводников. Собственные полупроводники.
2. Элементы зонной теории полупроводников. Примесные полупроводники.

3. Равновесное состояние. Концентрация носителей в собственном полупроводнике.
4. Равновесное состояние. Концентрация носителей в примесном полупроводнике.
5. Равновесное состояние. Положение уровня Ферми.
6. Токи в полупроводниках.
7. Неравновесные носители в полупроводниках.
8. Неравновесные носители. Уравнение непрерывности.
9. p-n - переход. Эффект поля.
10. p-n - переход.
11. Характеристики p-n - перехода.
12. Равновесное и неравновесное состояния p-n - перехода.
13. ВАХ идеального диода.
14. Выпрямление на p-n - переходе.
15. Пробой p-n - перехода.
16. ВАХ реального диода.
17. Частотные и импульсные свойства диодов.
18. Выпрямительные диоды.
19. Диоды. Диодный мост.
20. Диоды. Выпрямитель.
21. Стабилитроны.
22. Стабисторы.
23. Туннельные диоды
24. Обращенные диоды.
25. Емкость p-n - перехода. Барьерная емкость.
26. Емкость p-n - перехода. Диффузионная емкость.
27. Варикапы.
28. Импульсные диоды.
29. Устройство и принцип действия биполярного транзистора.
30. Биполярные транзисторы. Транзисторный эффект.
31. Режимы работы биполярного транзистора.
32. Модель Эберса-Молла. Формулы Эберса-Молла.
33. Схема включения биполярного транзистора с общей базой.
34. Схема включения биполярного транзистора с общим эмиттером.
35. Усижительные параметры биполярного транзистора.
36. Биполярный транзистор. Коэффициент инжекции, коэффициент усиления по току. Сопротивления переходов.
37. Эквивалентные схемы включения биполярного транзистора.
38. Частотные параметры и шумовые свойства биполярных транзисторов.
39. Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов.
40. Полевые транзисторы с управляющим p-n - переходом.
41. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Схема включения с общим истоком. Эквивалентная схема.
42. МДП-транзисторы.
43. Сравнение ПТ с управляющим p-n - переходом и МДПТ.
44. Эффект смещения подложки.
45. Различия в ВАХ МДП и ПТУП.
46. Эквивалентная схема и быстродействие МДП-транзистора.
47. Работа выхода и контакт металл-полупроводник.
48. Барьер Шоттки.
49. Лавинно-пролетные диоды. Пролетный режим работы.
50. Лавинно-пролетные диоды. Режим с захваченной плазмой.
51. p-i-n - диоды.
52. Диоды Ганна.



53. Динисторы.
54. Триодные управляемые тиристоры.

### 11.3. Типовые задания для самостоятельных работ

1. Дайте пояснение основных элементов зонной теории полупроводников.
2. Поясните, чем отличаются примесные и собственные полупроводники.
3. В чем состоит понятие «равновесное состояние»? Напишите и поясните выражения для концентрации носителей в собственном и примесном полупроводниках.
4. Поясните, где на зонной диаграмме располагается уровень Ферми в собственном, примесных и вырожденных полупроводниках.
5. Поясните, какие компоненты токов могут существовать в полупроводниках.
6. Поясните, что из себя представляют неравновесные носители в полупроводниках. Напишите и поясните выражение для уравнения непрерывности.
7. Поясните, в чем заключается эффект поля в p-n – переходе.
8. Объясните физические процессы, происходящие в p-n – переходе.
9. Поясните характеристики p-n - перехода.
10. Дайте сравнительное пояснение равновесного и неравновесного состояний p-n - перехода.
11. Нарисуйте и поясните ВАХ идеального диода. Напишите математическое выражение последней.
12. Поясните процесс выпрямления на p-n - переходе.
13. Поясните суть и механизмы пробоя p-n - перехода.
14. Изобразите и поясните ВАХ реального диода. Дайте ее сравнение с ВАХ идеального p-n - перехода.
15. Дайте пояснения о частотных и импульсных свойствах диодов.
16. Каковы особенности структуры и область применения выпрямительных диодов?
17. Дайте пояснение принципа работы диодного моста и выпрямителя. Для чего подобные узлы используются?
18. Каковы особенности структуры и основные свойства стабилитронов, стабисторов и обращенных диодов?
19. Поясните физические процессы, происходящие в туннельном диоде. Каков принцип его работы?
20. Дайте пояснения о барьерной и диффузионной емкостях p-n - перехода. Напишите и поясните выражения для них.
21. Поясните устройство и принцип работы варикапа.
22. Поясните особенности структуры и основные свойства импульсных диодов.
23. Поясните устройство и принцип действия биполярного транзистора.
24. Поясните суть транзисторного эффекта.
25. Перечислите и поясните режимы работы биполярного транзистора.
26. Что такое модель Эберса-Молла? Напишите и дайте пояснения формул Эберса-Молла. В чем их особенности?
27. Изобразите схему включения биполярного транзистора с общей базой. Каковы ее главные особенности и характеристики?
28. Изобразите схему включения биполярного транзистора с общим эмиттером. Каковы ее главные особенности и характеристики?
29. Поясните усилительные параметры биполярного транзистора.
30. Дайте понятия о коэффициенте инжекции, коэффициенте усиления по току и сопротивлениям переходов биполярного транзистора.
31. Изобразите с пояснениями эквивалентные схемы включения биполярного транзистора. Приведите краткий сравнительный анализ.

32. Поясните частотные параметры и шумовые свойства биполярных транзисторов.
33. Дайте классификацию полевых транзисторов.
34. Поясните устройство и принцип работы полевых транзисторов с управляющим р-п - переходом.
35. Изобразите и поясните схему включения ПТУП с общим истоком. Нарисуйте эквивалентную схему такого включения.
36. Поясните устройство и принцип работы МДП-транзисторов.
37. Дайте подробное сравнение ПТ с управляющим р-п - переходом и МДПТ.
38. Поясните, в чем заключается суть эффекта смещения подложки.
39. Поясните различия в ВАХ МДПТ и ПТУП.
40. Изобразите эквивалентную схему МДП-транзистора. Дайте пояснения о быстродействии такого транзистора.
41. Дайте пояснения о контакте «металл-полупроводник».
42. Поясните физическую суть процессов, протекающих в барьере Шоттки.
43. Поясните устройство и принцип работы лавинно-пролетных диодов.
44. Дайте сравнительный анализ пролетного режима работы и режима с захваченной плазмой ЛПД.
45. Поясните устройство, принцип работы и области применения р-і-п – диодов.
46. Поясните устройство, принцип работы и область применения диодов Ганна.
47. Поясните устройство и принцип действия динистора. Изобразите ВАХ динистора.
48. Поясните устройство, принцип работы и область применения триодных управляемых тиристоров. Изобразите качественно их ВАХ.

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИЯЭиТФ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....

2) .....

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.