

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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**

**Электроника 2. Электронные приборы**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **3**

Семестр: **5**

Учебный план набора 2013 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности   | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                      | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Лабораторные работы         | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Всего аудиторных занятий    | 54        | 54    | часов   |
| 4 | Самостоятельная работа      | 54        | 54    | часов   |
| 5 | Всего (без экзамена)        | 108       | 108   | часов   |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 36        | 36    | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость          | 144       | 144   | часов   |
|   |                             | 4.0       | 4.0   | З.Е.    |

Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

профессор каф. ЭП

\_\_\_\_\_ Л. Н. Орликов

Заведующий обеспечивающей каф.

ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ

\_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.

РТС

\_\_\_\_\_ С. В. Мелихов

Эксперты:

доцент каф. ЭП

\_\_\_\_\_ А. И. Аксенов

Старший преподаватель кафедры  
радиотехнических систем (РТС)

\_\_\_\_\_ Д. О. Ноздреватых

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение студентами принципов и особенностей работы основных полупроводниковых и электровакуумных приборов, интегральных элементов, технологии их изготовления и основ микросхемотехники аналоговых и цифровых схем

### 1.2. Задачи дисциплины

– Привить студентам навыки анализа принципов работы электронных и полупроводниковых приборов, интегральных схем и их компонентов в различных условиях эксплуатации исходя из технологии их изготовления

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроника 2. Электронные приборы» (Б1.Б.17.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Электродинамика, Электроника 1. Физические основы электроники.

Последующими дисциплинами являются: Схемотехника аналоговых электронных устройств, Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-3 способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** классификацию электронных приборов; принципы действия, эквивалентные схемы и технические характеристики полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов; принципы действия и характеристики основных видов электровакуумных приборов; разновидности и технические характеристики интегральных схем

– **уметь** пользоваться справочной литературой для получения технических параметров и рабочих характеристик полупроводниковых и электровакуумных приборов, интегральных схем; рассчитывать параметры эквивалентных схем транзисторов по имеющимся справочным данным; экспериментально определять статические характеристики и высокочастотные параметры транзисторов

– **владеть** навыками составления и преобразования эквивалентных схем электронных приборов; навыками работы с типовыми средствами измерений при экспериментальном определении основных параметров и характеристик электронных приборов

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                  | Всего часов | Семестры  |
|--|-------------|-----------|
|  |             | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                 | 54          | 54        |
| Лекции                                     | 36          | 36        |
| Лабораторные работы                        | 18          | 18        |
| Самостоятельная работа (всего)             | 54          | 54        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 18          | 18        |
| Проработка лекционного материала           | 36          | 36        |

|                             |     |     |
|-----------------------------|-----|-----|
| Всего (без экзамена)        | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36  | 36  |
| Общая трудоемкость, ч       | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы            | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины  | Лек., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---------|--------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 5 семестр   |         |              |              |                            |                         |
| 1 Введение. Классификация электронных приборов.                       | 2       | 0            | 6            | 8                          | ОПК-6, ПК-3             |
| 2 Полупроводниковые диоды.  | 8       | 4            | 9            | 21                         | ОПК-6, ПК-3             |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы.                                   | 10      | 10           | 18           | 38                         | ОПК-6, ПК-3             |
| 4 Основные электровакуумные приборы.                                  | 8       | 2            | 10           | 20                         | ОПК-6, ПК-3             |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | 8       | 2            | 11           | 21                         | ОПК-6, ПК-3             |
| Итого за семестр  | 36      | 18           | 54           | 108                        |                         |
| Итого   | 36      | 18           | 54           | 108                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов                               | Содержание разделов дисциплины (по лекциям)  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 5 семестр                                       |  |                 |                         |
| 1 Введение. Классификация электронных приборов. | Современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий. Проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. Классификация электронных приборов.        | 2               | ОПК-6, ПК-3             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 2 Полупроводниковые диоды.                      | Классификация, назначение, характеристики и параметры. Электрические модели некоторых диодов. Стабилитроны. Импульсные диоды. СВЧ-диоды. Диоды с барьером Шоттки (ДБШ). Варикапы. P-i-n – диоды. Влияние конструктивно-технологических особенностей структуры на пара- | 8               | ОПК-6, ПК-3             |

|   |  |    |                |
|---|--|----|----------------|
|   | метры диодов   |    |                |
|   | Итого  | 8  |                |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы.                       | Схемы включения биполярных транзисторов (БТ): с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК). Режимы работы БТ. Использование статических вольт-амперных характеристик для расчета рабочих точек. Система дифференциальных параметров БТ. Связь токов электродов и дифференциальных $h$ -параметров в различных схемах включения. Частотные свойства БТ, характеристические частоты, эквивалентные схемы в режиме малого сигнала. Дрейфовый транзистор, роль встроенного внутреннего поля. Импульсные свойства БТ в схемах ОБ и ОЭ в ключевом режиме работы, его параметры и преимущества. Виды и источники шумов, способы их оценки в БТ. Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением. Физический смысл отрицательного дифференциального сопротивления в приборах с ВАХ N- и S-типа. Принципы действия, ВАХ, основные параметры, и применение однопереходного транзистора, туннельного диода. Полевые транзисторы (ПТ) и их классификация. Статические характеристики и параметры ПТ с управляющим переходом. ПТ с изолированным затвором со встроенным и индуцированным каналом. Особенности ПТ на арсениде галлия с затвором на основе барьера Шоттки и ПТ на основе гетеропереходов. Частотные свойства ПТ, электрические модели и их параметры. Влияние параметров структуры и режимов работы на параметры ПТ. Виды и источники шумов в ПТ. Сравнение параметров ПТ и БТ. | 10 | ОПК-6,<br>ПК-3 |
|   | Итого  | 10 |                |
| 4 Основные электровакуумные приборы.                      | Основы эмиссионной электроники. Виды эмиссии: термо-электронная, вторичная электронная, электростатическая, фотоэлектронная. Движение электронов в электрическом и магнитном полях. Принцип электростатического управления плотностью электронного потока в электронных лампах. СВЧ-приборы и принцип их работы. Управление током электронного луча и положением луча в электронно-лучевых приборах. Газовый и дуговой разряд. Физические процессы в газоразрядных приборах. Тиратроны. Газоразрядные коммутаторы. Тригатроны, игнитроны. Магнетроны. Лампы бегущей волны. Клистроны. Особенности применения электровакуумных приборов.  | 8  | ОПК-6,<br>ПК-3 |
|   | Итого  | 8  |                |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной | Основные термины и определения. Критерии оценки сложности микросхемы. Классификация микросхем по функциональному назначению – цифровые и аналоговые. Конструктивно-техноло-  | 8  | ОПК-6,<br>ПК-3 |

|                  |   |    |  |
|------------------|---|----|--|
| электроники      | гические типы интегральных микросхем – полупроводниковые и гибридные. Основные тенденции развития полупроводниковых микросхем. Технология гибридных микросхем. Формирование пассивных элементов тонкоплёночных гибридных микросхем. Особенности структур биполярных транзисторов интегральных микросхем. Методы изоляции отдельных элементов интегральных схем. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзисторов. Модель интегрального биполярного транзистора. МДП-транзисторы с каналами n-типа и самосовмещёнными затворами. Комплементарные структуры. Полевые транзисторы с управляющим переходом. Простейшая структура МЕР-транзистора. Полупроводниковые резисторы. Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления. Плёночные резисторы. Конденсаторы и индуктивные элементы. Логические элементы. Понятия о логических функциях И, НЕ, ИЛИ. Основные статические и динамические параметры и характеристики логических элементов. |    |  |
|                  | Итого   | 8  |  |
| Итого за семестр |   | 36 |  |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин  | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины                                       |   |   |   |   |   |
| 1 Электродинамика   |   |   | + | + |   |
| 2 Электроника 1. Физические основы электроники                  | +   | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины  |   |   |   |   |   |
| 1 Схемотехника аналоговых электронных устройств                 | +   | + | + | + | + |
| 2 Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств | +   | + | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

|  | Виды занятий | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

| Компетенции | Лек. | Лаб. раб. | Сам. раб. |  |
|-------------|------|-----------|-----------|--|
| ОПК-6       | +    | +         | +         | Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-3        | +    | +         | +         | Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов   | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 5 семестр   |  |                 |                         |
| 2 Полупроводниковые диоды.  | Исследование статических вольтамперных характеристик диодов                  | 4               | ОПК-6, ПК-3             |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы.                                   | Исследование параметров и характеристик биполярных транзисторов.             | 4               | ОПК-6, ПК-3             |
|   | Исследование параметров и характеристик полевых транзисторов                 | 4               |                         |
|   | Исследование электронного ключа на БТ  | 2               |                         |
|   | Итого  | 10              |                         |
| 4 Основные электровакуумные приборы.                                  | Исследование электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча | 2               | ОПК-6, ПК-3             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | Исследование и измерение параметров базового элемента ТТЛ                    | 2               | ОПК-6, ПК-3             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| Итого за семестр  |  | 18              |                         |

### 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов   | Виды самостоятельной работы                | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|---|--|-----------------|-------------------------|---|
| <b>5 семестр</b>  |  |                 |                         |   |
| 1 Введение. Классификация электронных приборов.                       | Проработка лекционного материала           | 6               | ОПК-6, ПК-3             | Опрос на занятиях, Тест                               |
|   | Итого                                      | 6               |                         |   |
| 2 Полупроводниковые диоды.  | Проработка лекционного материала           | 5               | ОПК-6, ПК-3             | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4               |                         |   |
|   | Итого                                      | 9               |                         |   |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы.                                   | Проработка лекционного материала           | 8               | ОПК-6, ПК-3             | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10              |                         |   |
|   | Итого                                      | 18              |                         |   |
| 4 Основные электровакуумные приборы.                                  | Проработка лекционного материала           | 8               | ОПК-6, ПК-3             | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2               |                         |   |
|   | Итого                                      | 10              |                         |   |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | Проработка лекционного материала           | 9               | ОПК-6, ПК-3             | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2               |                         |   |
|   | Итого                                      | 11              |                         |   |
| Итого за семестр  |  | 54              |                         |   |
|   | Подготовка и сдача экзамена                | 36              |                         | Экзамен   |
| Итого   |  | 90              |                         |   |

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>5 семестр</b>              |  |   |   |                  |

|                              |    |    |    |     |
|------------------------------|----|----|----|-----|
| Опрос на занятиях            | 5  | 5  | 5  | 15  |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 15 | 15 | 40  |
| Тест                         | 5  | 5  | 5  | 15  |
| Итого максимум за период     | 20 | 25 | 25 | 70  |
| Экзамен                      |    |    |    | 30  |
| Нарастающим итогом           | 20 | 45 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                    | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|---------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)           | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)            | 85 - 89  | B (очень хорошо)        |
|                                 | 75 - 84  | C (хорошо)              |
|                                 | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 65 - 69                         |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64  | E (посредственно)       |
|                                 | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Электроника : Учебное пособие для вузов / В. М. Ицкович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство Томского университета, 2006. - 358[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 356. - ISBN 5-94621-191-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.)

2. Электроника и микропроцессорная техника : Учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 4-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 2006. - 797[3] с. : ил., табл. - (Для высших учебных заведений. Электронная техника). - Библиогр.: с. 786-787. - ISBN 5-06-005680-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.)

3. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с. : ил. - (Технический университет). - Библиогр.: с. 419. -Предм. указ.: с. 488. - ISBN 5-93208-045-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

## 12.2. Дополнительная литература

1. Электроника [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Ф. Коновалов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2011. - 276 с. : ил. - Библиогр.: с. 275. - ISBN 978-5-91191-234-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)
2. Основы микроэлектроники : / Н. А. Аваев, Ю. Е. Наумов, В. Т. Фролкин. - М. : Радио и связь, 1991. - 288 с. : ил. - Библиогр.: с. 283-284. - Предм. указ.: с. 285-286. - ISBN 5-256-00692-4 : 02.00 (наличие в библиотеке ТУСУР - 87 экз.)
3. Основы теории транзисторов и транзисторных схем : / И. П. Степаненко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1977. - 671 с. : ил. - Библиогр.: с. 653-659. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

## 12.3. Учебно-методические пособия

### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электроника 2. Электронные приборы [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 16 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4157> (дата обращения: 17.07.2018).
2. Исследование полупроводниковых диодов [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 17 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4158> (дата обращения: 17.07.2018).
3. Исследование рабочих точек биполярного транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 25 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4155> (дата обращения: 17.07.2018).
4. Исследование статических характеристик полевого транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 17 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4160> (дата обращения: 17.07.2018).
5. Электронно-лучевая трубка с электростатическим управлением [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и наноэлектроника", профиль "Квантовая и оптическая электроника"; Электронные приборы и устройства / Злобина А. Ф., Аксенов А. И. - 2014. 14 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4053> (дата обращения: 17.07.2018).

### 12.3.2. 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.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

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

##### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

##### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (16 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

##### **13.1.3. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

#### **13.2. 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 звуко-

усиливающей 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.

#### **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

##### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

###### **14.1.1. Тестовые задания**

1. Укажите электронные приборы не попадающие под классификацию по способу обработки информации

- а) электропреобразовательные;
- б) пневмоавтоматические;
- в) акустоэлектрические;
- г) термоэлектрические.

2. Укажите наиболее общий классификационный признак электронного прибора

- а) рабочая среда;
- б) режим работы;
- в) габариты;
- г) материал изготовления.

3. Какой режим работы электронного прибора классифицируется как динамический

а) режим работы, при котором напряжение хотя бы на одном из электродов меняется во времени;

- б) режим взаимосвязи между изменениями токов и напряжений на электродах;
- в) режим работы при постоянных значениях напряжений на электродах;
- г) режим превышения паспортных данных.

4. Проводимость, вызванную образованием свободных носителей заряда (электронов и “дырок”), при разрыве ковалентных связей, классифицируют как

- а) собственную;
- б) примесную;
- в) донорную;
- г) акцепторную.

5. Полупроводниковые диоды, напряжение на которых в области электрического пробоя при обратном смещении слабо зависит от тока в заданном диапазоне это ...

- а) стабилитроны;
- б) обращенные диоды;
- в) выпрямительные диоды;
- г) стабилитроны.

6. При параллельном соединении двух диодов токи, текущие через них, ...

- а) вычитаются;
- б) складываются;
- в) не изменяются;
- г) так соединять диоды нельзя

7. Полупроводниковый диод, излучающий свет из области p-n перехода

- а) светодиод;
- б) стабилитрон;
- в) варикап;
- г) выпрямительный диод.

8. Полупроводниковый прибор, сопротивление которого изменяется при воздействии на него оптического излучения

- а) фоторезистор;
- б) диод;
- в) тиристор;
- г) конденсатор.

9. Основное достоинство системы h-параметров состоит в том, что ...

а) у этих параметров разные размерности, что упрощает расчеты эквивалентной схемы транзистора;

б) они определяются в режимах короткого замыкания на выходе и холостого хода на входе транзисторного четырехполюсника;

в) их можно получить экспериментально: прямым измерением на основе ВАХ;

г) их можно рассчитать теоретически без затрат на проведение натурального эксперимента.

10. Электрод, служащий для регулирования поперечного сечения канала полевого транзистора

- а) затвор;
- б) исток;
- в) сток;
- г) коллектор.

11. У биполярного транзистора ток ... всегда больше других токов

- а) коллектора;
- б) эмиттера;
- в) базы;
- г) истока.

12. Усилительные, генераторные и переключательные свойства биполярного транзистора обусловлены явлениями...

- а) инжекции неосновных и экстракции основных носителей зарядов;
- б) инжекции основных и экстракции неосновных носителей зарядов;
- в) инжекции и экстракции основных носителей зарядов;
- г) инжекции и экстракции неосновных носителей зарядов.

13. Вид самостоятельного разряда, используемый в газоразрядных индикаторах

- а) тлеющий разряд;
- б) дуговой разряд;
- в) коронный разряд;
- г) искровой разряд.

14. Эмиттер вторичных электронов в вакуумном фотоэлектронном умножителе

- а) диод;
- б) анод;
- в) катод;
- г) коллектор.

15. Фотоэлектронный вакуумный прибор, с помощью которого можно измерять очень слабые световые потоки

- а) фотоэлектронный умножитель;
- б) амперметр;
- в) вольтметр;
- г) омметр.

16. Индикаторные приборы, принцип действия которых основан на преобразовании энергии электронов в видимое излучение люминофорного покрытия анодов-сегментов

- а) вакуумно-люминесцентные индикаторы;
- б) знаковые газоразрядные индикаторы;

- в) линейные газоразрядные индикаторы;
- г) индикаторные тиратроны.
- 17. Логическое сложение, операция «ИЛИ»
  - а) дизъюнкция;
  - б) конъюнкция;
  - в) инверсия;
  - г) инъекция.
- 18. Логическое отрицание, операция «НЕ»
  - а) инверсия;
  - б) дизъюнкция;
  - в) конъюнкция;
  - г) инъекция.
- 19. Логическое устройство, предназначенное для записи и хранения дискретного «слова»
  - а) регистр;
  - б) реверсивный счетчик импульсов;
  - в) вычитающий счетчик импульсов;
  - г) суммирующий счетчик импульсов.
- 20. Основные элементы регистра
  - а) двоичные ячейки;
  - б) компаратор;
  - в) мультиплексор;
  - г) дешифратор.

#### **14.1.2. Экзаменационные вопросы**

Электрические модели некоторых диодов

Схемы включения БТ с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК).

Виды и источники шумов, способы их оценки в БТ.

Базовый логический элемент ТТЛ с повышенной нагрузочной способностью

Электривакуумные фотоэлементы и фотоумножители.

Полевые транзисторы,

Особенности ПТ на арсениде галлия с затвором на основе барьера Шоттки и ПТ на основе гетеропереходов.

Методы и схемные решения позволяющие уменьшить время переходного процесса в насыщенном ключе на биполярном транзисторе

Особенности структур биполярных транзисторов интегральных микросхем

Комплементарные структуры.

Полевые транзисторы с управляющим переходом.

Полупроводниковые резисторы.

Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления.

Пленочные резисторы.

Конденсаторы и индуктивные элементы.

Классификация электронных приборов.

Классификация, назначение, характеристики и параметры полупроводниковых диодов.

Сравнение параметров ПТ и БТ.

Основы эмиссионной электроники.

Критерии оценки сложности микросхемы.

Основные тенденции развития полупроводниковых микросхем

#### **14.1.3. Темы опросов на занятиях**

Классификация электронных приборов.

Полупроводниковые диоды.

Биполярные и полевые транзисторы.

Основные электривакуумные приборы.

Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование статических вольтамперных характеристик диодов  
Исследование параметров и характеристик биполярных транзисторов.  
Исследование параметров и характеристик полевых транзисторов  
Исследование электронного ключа на БТ  
Исследование электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча  
Исследование и измерение параметров базового элемента ТТЛ

#### 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### 14.3. 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.