

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

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

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 6 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 28        | 28    | часов   |
| Практические занятия               | 14        | 14    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 66        | 66    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена        | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 6       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение теоретических и практических навыков необходимых при разработке и проектировании изделий микроэлектроники и микросистемной техники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить маркировку и функциональное назначение приборов микроэлектроники и микросистемной техники. Изучить конструктивные и топологические особенности интегральных микросхем. Освоить методику расчета элементов микроэлектроники и микросистемной техники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

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

Индекс дисциплины: Б1.В.02.09.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | ПК-1.1. Знает основные физические и математические модели электронных приборов и устройств различного функционального назначения                                   | Знает базовые физические и математические модели приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения   |
|  | ПК-1.2. Знает основные программные средства для физического и математического моделирования электронных приборов и устройств различного функционального назначения | Знает базовый перечень программного обеспечения для построения физических и математических моделей приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения, а также способен его применять на практике |
|  | ПК-1.3. Умеет представлять электронные приборы и устройства в виде физических и математических моделей   | Умеет представлять приборы и устройства микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения в виде математических и физических моделей  |
|  | ПК-1.4. Владеет практическими навыками работы в прикладных программах компьютерного моделирования  | Владеет базовыми навыками работы в прикладных программах, предназначенных для расчета и моделирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения  |
| ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения        | ПК-2.1. Знает базовые методики исследования параметров и характеристик электронных приборов и устройств  | Знает базовые методики измерения и исследования параметров и характеристик приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения   |
|  | ПК-2.2. Умеет определять основные параметры приборов и устройств электронной компонентной базы   | Умеет проводить измерения основных параметров приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения  |
|  | ПК-2.3. Владеет методиками постановки и проведения экспериментальных исследований  | Владеет базовыми методиками планирования и постановки эксперимента по исследованию приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники различного функционального назначения   |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 6 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 42          | 42        |
| Лекционные занятия  | 28          | 28        |
| Практические занятия  | 14          | 14        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 66          | 66        |
| Подготовка к тестированию   | 54          | 54        |
| Подготовка к контрольной работе   | 12          | 12        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>  | 36          | 36        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 4           | 4         |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины                   | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                                     |              |               |              |                            |                         |
| 1 Введение   | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-1, ПК-2              |
| 2 Основы полупроводниковой технологии                | 8            | 8             | 24           | 40                         | ПК-1, ПК-2              |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах | 4            | 2             | 10           | 16                         | ПК-1, ПК-2              |
| 4 Базовые логические элементы                        | 8            | 2             | 12           | 22                         | ПК-1, ПК-2              |
| 5 Триггеры   | 2            | -             | 8            | 10                         | ПК-1, ПК-2              |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники          | 4            | -             | 8            | 12                         | ПК-1, ПК-2              |
| Итого за семестр                                     | 28           | 14            | 66           | 108                        |                         |
| Итого  | 28           | 14            | 66           | 108                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)  | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                   |   |                                      |                         |
| 1 Введение                         | Цель и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Групповые технологии. Система условных обозначений микросхем. Маркировка. | 2                                    | ПК-1                    |
|                                    | Итого   | 2                                    |                         |

|  |  |   |            |
|--|--|---|------------|
| 2 Основы полупроводниковой технологии                | Типы подложек. Подложки полупроводниковых микросхем. Основные элементы реализуемые в полупроводниковой технологии, их конструкции, расчет и параметры: интегральные транзисторы n-p-n, интегральные транзисторы p-n-p, многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, составные транзисторы, схема Дарлингтона, схема Шиклаи, интегральные диоды на основе p-n перехода, диоды Шоттки, транзисторы с диодом Шоттки, интегральные конденсаторы, интегральные резисторы, интегральные МДП-транзисторы, комплементарные пары. Тестовые элементы. Фигуры совмещения. Базовые технологии измерения параметров диффузионных слоев. Межоперационный контроль. | 8 | ПК-1, ПК-2 |
|  | Итого  | 8 |            |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах | Методы изоляции элементов ИМС. Диодная изоляция. Коллекторная изолирующая диффузия. Базовая изолирующая диффузия. Метод самоизоляции n-областью. Метод трех фотошаблонов. Изоляция тонкой пленкой диэлектрика. Декаль-метод. Метод балочных выводов. Изопланар. Полипланар. Эпипланар. Правила проектирования изолированных областей. Правила размещения элементов ИМС на площади кристалла. Методы исследования параметров диффузионных областей.   | 4 | ПК-1, ПК-2 |
|  | Итого  | 4 |            |

|   |  |    |            |
|---|--|----|------------|
| 4 Базовые логические элементы               | Системы счисления. Основные логические функции. Система условных обозначений (DIN, ANSI, ГОСТ). Эквивалентные схемы. Правило Де Моргана. Таблица Карно. Основные производные функции. Схемотехническая и топологическая реализация основных логических функций (резисторно-транзисторная логика (РТЛ), резисторно-емкостная транзисторная логика (РЕТЛ), диодная логика (ДЛ), диодно-транзисторная логика (ДТЛ), транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ), транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки(ТТЛШ), интегрально-инжекционная логика (И2Л), инжекционно-полевая логика (ИПЛ), эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ), комплементарная МОП логика, МОП логика. Методы определения параметров и характеристик логических элементов. | 8  | ПК-1, ПК-2 |
|   | Итого  | 8  |            |
| 5 Триггеры                                  | Триггеры. Классификация триггеров. Асинхронные и синхронные триггеры. Динамические и статические триггеры. RS-триггеры, D-триггеры, T-триггеры, JK-триггеры. Применение. Основные параметры и методы их измерения  | 2  | ПК-1, ПК-2 |
|   | Итого  | 2  |            |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | Микроэлектромеханические системы (МЭМС) (МЭМС переключатель, трехосевой МЭМС-акселерометр, МЭМС-насос, МЭМС гироскоп, геомагнитные датчики, магниторезистивный преобразователь, датчик угловой скорости и ускорения). Основные параметры и методы их измерения.  | 4  | ПК-1, ПК-2 |
|   | Итого  | 4  |            |
| Итого за семестр                            |  | 28 |            |
| Итого                                       |  | 28 |            |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>                   |   |                 |                         |

|  |   |    |            |
|--|---|----|------------|
| 1 Введение   | Система условных обозначений микросхем. Маркировка. Маркировка и функциональное назначение интегральных микросхем | 2  | ПК-1, ПК-2 |
|  | Итого   | 2  |            |
| 2 Основы полупроводниковой технологии                | Расчет конструкции интегрального транзистора типа n-p-n   | 2  | ПК-1       |
|  | Проведение контрольной работы по расчету конструкции интегрального транзистора типа n-p-n                         | 2  | ПК-1       |
|  | Расчет интегрального резистора  | 2  | ПК-1       |
|  | Проведение контрольной работы по расчету интегрального резистора  | 2  | ПК-1       |
| Итого  | 8   |    |            |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах | Определение режимов проведения изоляции   | 2  | ПК-1, ПК-2 |
|  | Итого   | 2  |            |
| 4 Базовые логические элементы                        | Базовые логические элементы. Система условных обозначений (DIN, ANSI, ГОСТ). Построение логических схем.          | 2  | ПК-1, ПК-2 |
|  | Итого   | 2  |            |
| Итого за семестр                                     |   | 14 |            |
| Итого  |   | 14 |            |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины    | Виды самостоятельной работы     | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля     |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| <b>6 семестр</b>                      |                                 |                 |                         |                    |
| 1 Введение                            | Подготовка к тестированию       | 4               | ПК-1                    | Тестирование       |
|                                       | Итого                           | 4               |                         |                    |
| 2 Основы полупроводниковой технологии | Подготовка к тестированию       | 12              | ПК-1                    | Тестирование       |
|                                       | Подготовка к контрольной работе | 12              | ПК-1                    | Контрольная работа |
|                                       | Итого                           | 24              |                         |                    |

|  |                             |     |            |              |
|--|-----------------------------|-----|------------|--------------|
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах | Подготовка к тестированию   | 10  | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
|  | Итого                       | 10  |            |              |
| 4 Базовые логические элементы                        | Подготовка к тестированию   | 12  | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
|  | Итого                       | 12  |            |              |
| 5 Триггеры   | Подготовка к тестированию   | 8   | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
|  | Итого                       | 8   |            |              |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники          | Подготовка к тестированию   | 8   | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
|  | Итого                       | 8   |            |              |
| Итого за семестр                                     |                             | 66  |            |              |
|  | Подготовка и сдача экзамена | 36  |            | Экзамен      |
| Итого  |                             | 102 |            |              |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           | Формы контроля                            |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|---|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Сам. раб. |   |
| ПК-1                    | +                         | +          | +         | Контрольная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПК-2                    | +                         | +          | +         | Контрольная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | 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>6 семестр</b>         |  |   |   |                  |
| Контрольная работа       | 0  | 20  | 20  | 40               |
| Тестирование             | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Экзамен                  |  |   |   | 30               |
| Итого максимум за период | 10   | 30  | 30  | 100              |
| Нарастающим итогом       | 10   | 40  | 70  | 100              |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль



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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | 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)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Троян, Павел Ефимович. Микроэлектроника : Учебное пособие. - Томск : ТУСУР , 2007. - 346 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).
2. Презентация : "Микроэлектроника" / Н. С. Легостаев - 2014. 303 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4276>.
3. Дыбко, М. А. Цифровая микроэлектроника : учебное пособие / М. А. Дыбко, А. В. Удовиченко, А. Г. Волков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 200 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152139>.
4. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — 12-е изд. — Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том 1 — 2009. — 832 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/915>.
5. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — 12-е изд. — Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том II — 2009. — 942 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/916>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Гридчин, Виктор Алексеевич. Физика микросистем [] : Учебное пособие для вузов. - (Учебники НГТУ). Ч. 1. - Новосибирск : НГТУ , 2004. - 415[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).
2. Алексенко, Андрей Геннадьевич. Основы микросхемотехники : учебное пособие. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2004. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 164 экз.).
3. Ицкович, Вульф Моисеевич. Электроника : Учебное пособие для вузов. - Томск : Издательство Томского университета , 2006. - 358[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.).
4. Микроэлектроника: Учебное пособие / А. В. Шарапов - 2007. 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/833>.
5. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы : Справочник. - М. : Радио и связь , 1989. - 495[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вопросы для самоконтроля: По дисциплине «Микроэлектроника» / Н. С. Легостаев - 2014. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4273>.
2. Задания на контрольную работу: По дисциплине “Микроэлектроника” / Н. С. Легостаев - 2014. 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4275>.
3. Методические указания по изучению дисциплины : "Микроэлектроника" / Н. С. Легостаев - 2012. 86 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4277>.
4. Конструирование и расчет больших гибридных интегральных схем, микросборок и аппаратуры на их основе : учебное пособие для вузов. - М. : Радио и связь , 1981. - 215 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.).
5. Троян П. Е. Микроэлектроника : Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. // П.Е. Троян - Томск : ТУСУР , 2007. - 103 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

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

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

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная панель;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.3. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

### 8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ)            |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 1 Введение                         | ПК-1, ПК-2              | Тестирование   | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                    |                         | Экзамен        | Перечень экзаменационных вопросов   |

|  |            |                    |  |
|--|------------|--------------------|--|
| 2 Основы полупроводниковой технологии                | ПК-1, ПК-2 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|  |            | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|  |            | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых микросхемах | ПК-1, ПК-2 | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|  |            | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 4 Базовые логические элементы                        | ПК-1, ПК-2 | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|  |            | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 5 Триггеры   | ПК-1, ПК-2 | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|  |            | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники          | ПК-1, ПК-2 | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|  |            | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                        |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |

|             |                                    |                                       |                       |   |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- Какой логический уровень установится на выходе логического элемента 2И-НЕ при подаче на вход X1 логического нуля, а на вход X2 логической единицы
  - логического нуля
  - логической единицы
  - логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
- Какой логический уровень установится на выходе логического элемента 2ИЛИ-НЕ при подаче на вход X1 логического нуля, а на вход X2 логической единицы
  - логического нуля
  - логической единицы
  - логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
- Какой логический уровень установится на выходе логического элемента НЕ при подаче на вход X1 логического нуля
  - логического нуля
  - логической единицы
  - логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
- Какой логический уровень установится на выходе логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ при подаче на вход X1 логического нуля, а на вход X2 логической единицы
  - логического нуля
  - логической единицы
  - логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
- Какая из перечисленных логик является самой быстрой

- а) ЭСЛ
  - б) ТТЛ
  - в) РТЛ
  - г) ДТЛ
6. Микросхема с маркировкой К555ЛЛЗ по функциональному назначению является
- а) элемент ИЛИ
  - б) элемент ИЛИ-НЕ
  - в) элемент И-НЕ
  - г) элемент НЕ
7. Какая из микросхем относится к микросхемам специального назначения
- а) 155ЛА3А
  - б) К155ИД3
  - в) КМ155ИД8А
8. Какая из микросхем имеет пластмассовый корпус
- а) КС155ЛА3А
  - б) КР155ИД3
  - в) КМ155ИД8А
9. Какой логический уровень установится на инвертирующем выходе RS-триггера при подаче на вход R и S логической единицы
- а) логического нуля
  - б) логической единицы
  - в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
  - г) режим запрещен
10. Какой логический уровень установится на инвертирующем выходе RS-триггера при подаче на вход R логического нуля, а на вход S - логической единицы
- а) логического нуля
  - б) логической единицы
  - в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
  - г) режим запрещен

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

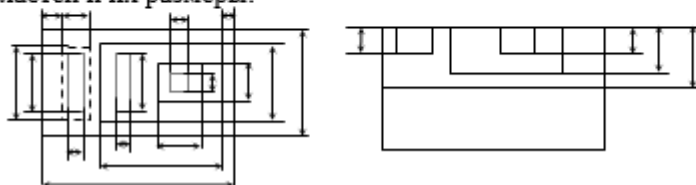
1. Классификация микросхем. Маркировка.
2. Основные элементы гибридной микросхемы.
3. Основные элементы полупроводниковой ИМС
4. Диффузионный n-p-n транзистор. Конструкции.
5. Диффузионный резистор. Конструкции.
6. Диффузионный конденсатор. Конструкции.
7. Технология ТТЛ. Базовый элемент. Схема.

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

**Вариант 1.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах:  $U_{п} = 12 \text{ В}$ ,  $I_{к\max} = 15 \text{ мА}$ ,  $P_{\max} = 15 \text{ мВт}$ ,  $C_k (U_{кэ\max}) = 6 \text{ пФ}$ ,  $U_{бэ.пр.\max} = 0,5 \text{ В}$ ,  $U_{бэ.обр.\max} = 1,9 \text{ В}$ .

Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех областей и их размеры:

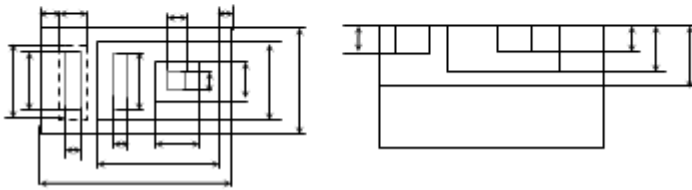
1.



**Вариант 5.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах:  $U_{п} = 18 \text{ В}$ ,  $I_{к_{\max}} = 17 \text{ мА}$ ,  $P_{\max} = 17 \text{ мВт}$ ,  $C_{к} (U_{кЭ_{\max}}) = 6 \text{ пФ}$ ,  $U_{бэ.пр. \max} = 0,8 \text{ В}$ ,  $U_{бэ.обр. \max} = 1,9 \text{ В}$ .

Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех областей и их размеры:

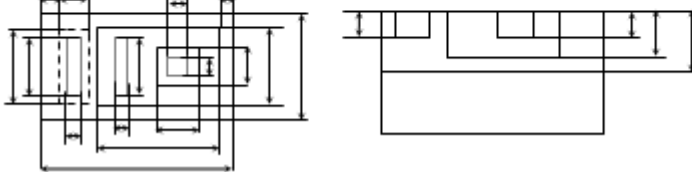
2.



**Вариант 9.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах:  $U_{п} = 12 \text{ В}$ ,  $I_{к_{\max}} = 17 \text{ мА}$ ,  $P_{\max} = 17 \text{ мВт}$ ,  $C_{к} (U_{кЭ_{\max}}) = 8 \text{ пФ}$ ,  $U_{бэ.пр. \max} = 0,6 \text{ В}$ ,  $U_{бэ.обр. \max} = 1,3 \text{ В}$ .

Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех областей и их размеры:

3.



**Вариант 1.** Рассчитать размеры диффузионных резисторов.

4.

| Резистор | Номинал, Ом | Допуск, % | Мощность рассеяния, мВт | Диапазон температур, °С | Шаг координатной сетки, мм |
|----------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| R1       | 10000       | 15        | 15                      | -60 ÷ +55               | 1                          |
| R2       | 6700        | 15        | 10                      |                         |                            |

**Вариант 2.** Рассчитать размеры диффузионных резисторов

5.

| Резистор | Номинал, Ом | Допуск, % | Мощность рассеяния, мВт | Диапазон температур, °С | Шаг координатной сетки, мм |
|----------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| R1       | 2000        | 15        | 15                      | -60 ÷ +50               | 1                          |
| R2       | 12000       | 15        | 10                      |                         |                            |

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.



**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ  
протокол № 140 от «31» 1 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                           | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|-------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ФЭ      | П.Е. Троян        | Согласовано,<br>1c6cfa0a-52a6-4f49-<br>aef0-5584d3fd4820 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ   | П.Е. Троян        | Согласовано,<br>1c6cfa0a-52a6-4f49-<br>aef0-5584d3fd4820 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                              |                |  |
|------------------------------|----------------|--|
| Доцент, каф. ФЭ              | В.В. Каранский | Согласовано,<br>c2e55ae8-0332-4ed9-<br>a65a-afbb92539ee8 |
| Заведующий кафедрой, каф. ФЭ | П.Е. Троян     | Согласовано,<br>1c6cfa0a-52a6-4f49-<br>aef0-5584d3fd4820 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                    |              |  |
|--------------------|--------------|--|
| Профессор, каф. ФЭ | Ю.В. Сахаров | Разработано,<br>dd1f7cbe-1ce6-48e6-<br>b40d-074633a5bd8a |
|--------------------|--------------|--|