**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология микросистем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **физической электроники (ФЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 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 (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84197

## 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.
2. Изучить конструктивные и топологические особенности интегральных микросхем.
3. Освоить методику расчета элементов микроэлектроники и микросистемной техники.
4. Изучить методику построения логических схем на основе отдельных элементов микроэлектроники и микросистемной техники.
5. Изучить принцип работы и функциональные возможности логических микросхем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.02.
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 |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-6. Готов рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники | ПК-6.1. Знает основные методики проектирования и расчета компонентов нано- и микросистемной техники | Знает базовые методики расчета параметров приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники |
| | ПК-6.2. Умеет рассчитывать параметры компонентов нано- и микросистемной техники | Умеет проводить расчет параметров приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники |
| | ПК-6.3. Владеет навыками работы в прикладных программах для расчета и проектирования компонентов нано- и микросистемной техники | Владеет базовыми навыками использования специализированного программного обеспечения для расчета параметров приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники |

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

Согласована на портале № 84197

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 42 | 42 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 66 | 66 |
| Подготовка к тестированию | 54 | 54 |
| Подготовка к контрольной работе | 12 | 12 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | |
| 1 Введение | 2 | 2 | 8 | 12 | ПК-6 |
| 2 Элементы полупроводниковых интегральных схем | 8 | 12 | 20 | 40 | ПК-6 |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | 4 | - | 8 | 12 | ПК-6 |
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | 8 | - | 10 | 18 | ПК-6 |
| 5 Триггеры | 2 | - | 10 | 12 | ПК-6 |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | 4 | - | 10 | 14 | ПК-6 |
| 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |

Согласована на портале № 84197

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | Основные проблемы и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Групповые и интегральные технологии. Система условных обозначений микросхем. Маркировка. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Элементы полупроводниковых интегральных схем | Подложки полупроводниковых микросхем. Основные элементы реализуемые в полупроводниковой технологии, их конструкции, расчет и параметры: интегральные транзисторы n-p-n и p-n-p, многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, транзисторы супер бетта, составные транзисторы (схема Дарлингтона, схема Шиклаи, каскодные схемы), интегральные диоды на основе p-n перехода, интегральные 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. Разработка топологии полупроводниковых ИМС. Правила проектирования топологии ИМС. | 8 | ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | 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-6 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 84197

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | Системы счисления. Основные логические функции. Система условных обозначений (DIN, ANSI, ГОСТ). Эквивалентные схемы. Посчледовательные и комбинационные устройстваю 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-6 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Триггеры | Интегральные триггеры. Статические триггеры (RS-триггер, D-триггер). Триггеры с временным запоминанием. Двоичные счетчики. Счетчики групп. Регистры сдвига. | 2 | ПК-6 |
| | 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) | 4 | ПК-6 |
| | 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Введение | Маркировка и функциональное назначение интегральных микросхем | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 84197

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Элементы полупроводниковых интегральных схем | Расчет конструкции полевого транзистора/расчет конструкции n-p-n транзистора | 2 | ПК-6 |
| | Контрольная работе по теме "Расчет конструкции полевого транзистора/расчет конструкции n-p-n транзистора" | 2 | ПК-6 |
| | Расчет конструкции диффузионных резисторов на основе базовой диффузии | 2 | ПК-6 |
| | Расчет конструкции диффузионных резисторов на основе эмиттерной диффузии | 2 | ПК-6 |
| | Контрольная работа по теме "Расчет диффузионного резистора" | 2 | ПК-6 |
| | Расчет конструкции нагрузочного и ключевого транзистора | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 12 | |
| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Введение | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 2 Элементы полупроводниковых интегральных схем | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-6 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 12 | ПК-6 | Контрольная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |

Согласована на портале № 84197

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Триггеры | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 66 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 102 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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-6 | + | + | + | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 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.

Согласована на портале № 84197

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 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника : учебное пособие / Н. С. Легостаев, П. Е. Троян, К. В. Четвергов // Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 442 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.).

2. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. — 12-е изд. — Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том I — 2009. — 832 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/915.

3. 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.

4. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебное пособие / А. А. Жигальский - 2024. 201 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11209.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Презентация : "Микроэлектроника" / Н. С. Легостаев - 2014. 303 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4276.

2. 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.).

3. Алексенко, Андрей Геннадьевич. Основы микросхемотехники : учебное пособие. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2004. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 164 экз.).

4. Ицкович, Вульф Моисеевич. Электроника : Учебное пособие для вузов. - Томск : Издательство Томского университета , 2006. - 358[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.).

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. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / А. А. Жигальский - 2025. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11212.

#### 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.

Согласована на портале № 84197

**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

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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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;

Согласована на портале № 84197

- 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-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Элементы полупроводниковых интегральных схем | ПК-6 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 84197

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Триггеры | ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | ПК-6 | 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 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, 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. |

Согласована на портале № 84197

| | |
|---|---|
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента 2И-НЕ при подаче на вход Х1 логического нуля, а на вход Х2 логической единицы
   а) логического нуля
   б) логической единицы
   в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
2. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента 2ИЛИ-НЕ при подаче на вход Х1 логического нуля, а на вход Х2 логической единицы
   а) логического нуля
   б) логической единицы
   в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
3. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента НЕ при подаче на вход Х1 логического нуля
   а) логического нуля
   б) логической единицы
   в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
4. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ при подаче на вход Х1 логического нуля, а на вход Х2 логической единицы
   а) логического нуля
   б) логической единицы
   в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
5. Какая из перечисленных логик является самой быстрой
   а) ЭСЛ
   б) ТТЛ
   в) РТЛ
   г) ДТЛ
6. Микросхема с маркировкой К555ЛЛ3 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

Согласована на портале № 84197

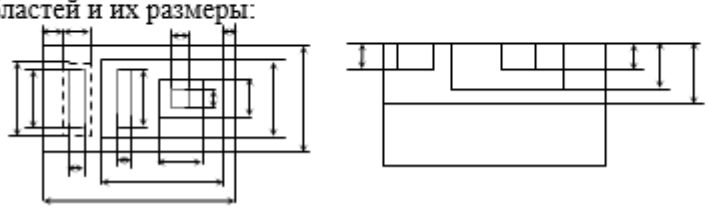
9. Какой логический уровень установится на инвертирующем выходе RS-триггера при подаче на вход R и S логической единицы
   а) логического нуля
   б) логической единицы
   в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
   г) режим запрещен
10. Какой логический уровень установится 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

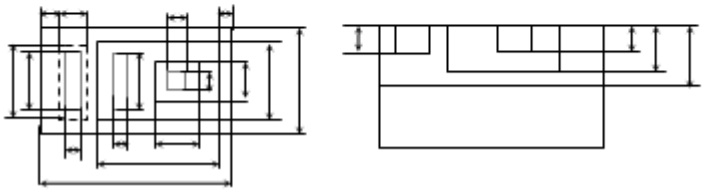
1. Классификация микросхем. Маркировка.
2. Основные элементы гибридной микросхемы.
3. Основные элементы полупроводниковой ИМС
4. Диффузионный n-p-n транзистор. Конструкции.
5. Диффузионный резистор. Конструкции.
6. Диффузионный конденсатор. Конструкции.
7. Технология ТТЛ. Базовый элемент. Схема.

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

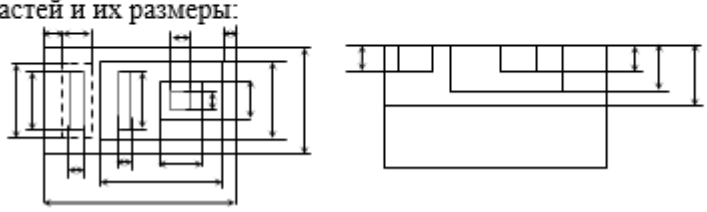
1. **Вариант 1.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: Uп = 12 В, $I_{к_{max}}$=15 мА, $P_{max}$=15 мВт, Ск ($U_{кэ_{max}}$)=6 пФ, $U_{бэ.пр.max}$ = 0,5 В, $U_{бэ.обр.max}$=1,9 В.
Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех областей и их размеры:



2. **Вариант 5.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: Uп = 18 В, $I_{к_{max}}$=17 мА, $P_{max}$=17 мВт, Ск ($U_{кэ_{max}}$)=6 пФ, $U_{бэ.пр.max}$ = 0,8 В, $U_{бэ.обр.max}$=1,9 В.
Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех областей и их размеры:



3. **Вариант 9.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: Uп = 12 В, $I_{к_{max}}$=17 мА, $P_{max}$=17 мВт, Ск ($U_{кэ_{max}}$)=8 пФ, $U_{бэ.пр.max}$ = 0,6 В, $U_{бэ.обр.max}$=1,3 В.
Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех областей и их размеры:



Согласована на портале № 84197

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

| 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 | | |

5. **Вариант 2**. Рассчитать размеры диффузионных резисторов

| 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.

Посещение лекций является обязательным. Для допуска к экзамену должны быть выполнены все контрольные работы на положительную оценку. Положительная оценка выставляется в случае, если студент набирает не менее 50 % от максимального количества баллов за каждую контрольную работу, предусмотренную данной рабочей программой.

### 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 |
|---|---|---|

Согласована на портале № 84197

| | | |
|---|---|---|
| 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.

Согласована на портале № 84197

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 172 от «16» 10 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ФЭ | Ю.В. Сахаров | Согласовано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ | Ю.В. Сахаров | Согласовано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a |
| Начальник учебного управления | Г.А. Цой | Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. ФЭ | Ю.В. Сахаров | Согласовано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a |
| Доцент, каф. ФЭ | И.А. Чистоедова | Согласовано, 2114f42c-7cf2-4826-9f35-9a75ea4961b2 |

**РАЗРАБОТАНО:**

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

Согласована на портале № 84197