

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: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

Направленность (профиль) / специализация: **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**

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: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills - SHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.03.05.

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 | | |
| ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования | ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математического анализа | Знает основные фундаментальные законы в области микроэлектроники и микросистемной техники и способен решать профессиональные задачи с использованием методов математического анализа и моделирования |
| | ОПК-1.2. Умеет использовать физические и математические законы при решении задач профессиональной деятельности | Умеет использовать физические и математические законы при решении задач в области микроэлектроники и микросистемной техники |
| | ОПК-1.3. Владеет физическим и математическим аппаратом для решения профессиональных задач | Владеет физическим и математическим аппаратом для решения профессиональных задач в области микроэлектроники и микросистемной техники |
| 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

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 |
| 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 |
|--------------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| | | | | | |
| 1 Введение | 2 | 2 | 6 | 10 | ОПК-1, ПК-6 |
| 2 Основы полупроводниковой технологии | 8 | 8 | 22 | 38 | ОПК-1, ПК-6 |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | 4 | 2 | 10 | 16 | ОПК-1, ПК-6 |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|----|----|----|-----|-------------|
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | 8 | 2 | 10 | 20 | ОПК-1, ПК-6 |
| 5 Триггеры | 2 | - | 10 | 12 | ОПК-1, ПК-6 |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | 4 | - | 8 | 12 | ОПК-1, 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 |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 6 семестр | | | |
| 1 Введение | Цель и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Групповые технологии. Система условных обозначений микросхем. Маркировка. | 2 | ОПК-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 | ОПК-1, 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 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Основы цифровой электроники. 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 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Триггеры | Триггеры. Классификация триггеров. Асинхронный и синхронные триггеры. Динамические и статические триггеры. RS-триггеры, D-триггеры, T-триггеры, JK-триггеры. Применение. Основные параметры и методы их измерения | 2 | ОПК-1, 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). Основные параметры и методы их измерения. | 4 | ОПК-1, 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 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 6 семестр | | | |
| 1 Введение | Система условных обозначений микросхем. Маркировка. Маркировка и функциональное назначение интегральных микросхем | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Основы полупроводниковой технологии | Расчет конструкции интегрального транзистора типа n-p-n | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Проведение контрольной работы по расчету конструкции интегрального транзистора типа n-p-n | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Расчет интегрального резистора | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Проведение контрольной работы по расчету интегрального резистора | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | Определение режимов проведения изоляции | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | Базовые логические элементы. Система условных обозначений (DIN, ANSI, ГОСТ). Построение логических схем. | 2 | ОПК-1, ПК-6 |
| | 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 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| | | | | |

| 6 семестр | | | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----|-------------|--------------------|
| 1 Введение | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Основы полупроводниковой технологии | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 12 | ОПК-1, ПК-6 | Контрольная работа |
| | Итого | 22 | | |
| 3 Изоляция элементов в полупроводниковых интегральных схемах | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 5 Триггеры | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | Подготовка к тестированию | 8 | ОПК-1, ПК-6 | 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. | |
| ОПК-1 | + | + | + | Контрольная работа, Тестирование, Экзамен |
| 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 |
|--------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| 6 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.

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. Алексенко, Андрей Геннадьевич. Основы микросхемотехники : учебное пособие. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 164 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. Ицкович, Вульф Моисеевич. Электроника : Учебное пособие для вузов. - Томск : Издательство Томского университета , 2006. - 358[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.).

3. Микроэлектроника: Учебное пособие / А. В. Шарапов - 2007. 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/833>.

4. 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. Троян П. Е. Микроэлектроника: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов/ П.Е. Троян - Томск : ТУСУР , 2007. - 103 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Вопросы для самоконтроля: По дисциплине «Микроэлектроника» / Н. С. Легостаев - 2014. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4273>.

3. Задания на контрольную работу: По дисциплине “Микроэлектроника” / Н. С. Легостаев - 2014. 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4275>.

4. Методические указания по изучению дисциплины : "Микроэлектроника" / Н. С. Легостаев - 2012. 86 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4277>.

5. 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.).

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 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Основы полупроводниковой технологии | ОПК-1, 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 | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Основы цифровой электроники. Базовые логические элементы. | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Триггеры | ОПК-1, ПК-6 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Элементы и приборы микросистемной техники | ОПК-1, 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 или 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. |
| 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

- 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

4. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ при подаче на вход X1 логического нуля, а на вход X2 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
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

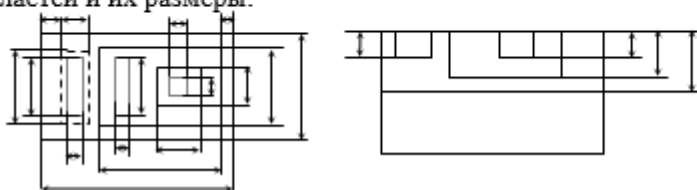
1. Классификация микросхем. Маркировка.
2. Основные элементы гибридной микросхемы.
3. Основные элементы полупроводниковой ИМС
4. Диффузионный p-p-n транзистор. Конструкции.
5. Диффузионный резистор. Конструкции.
6. Диффузионный конденсатор. Конструкции.
7. Технология ТТЛ. Базовый элемент. Схема.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

Вариант 1. Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: $U_p = 12$ В, $I_{K_{max}} = 15$ мА, $P_{max} = 15$ мВт, $C_k (U_{KЭ_{max}}) = 6$ 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:

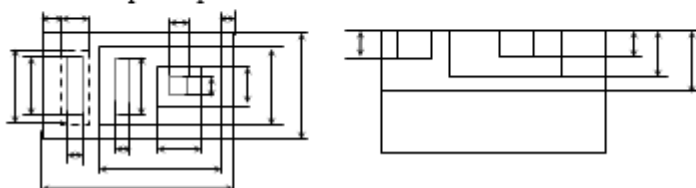
1.



Вариант 5. Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: $U_p = 18$ В, $I_{K_{max}} = 17$ мА, $P_{max} = 17$ мВт, $C_k (U_{KЭ_{max}}) = 6$ 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:

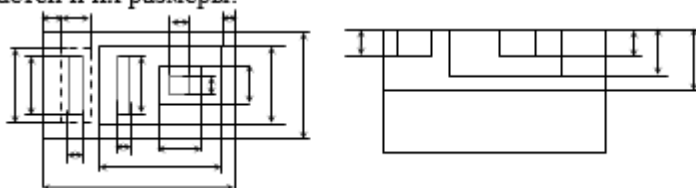
2.



Вариант 9. Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: $U_p = 12$ В, $I_{K_{max}} = 17$ мА, $P_{max} = 17$ мВт, $C_k (U_{KЭ_{max}}) = 8$ 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:

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

ЭКСПЕРТЫ:

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

РАЗРАБОТАНО:

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