**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 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: **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 2019 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 (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

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

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 58626

## 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).
Индекс дисциплины: Б1.О.21.
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** | | |

Согласована на портале № 58626

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-5. Готов рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники | ПКР-5.1. Знает основные методики проектирования и расчета компонентов нано- и микросистемной техники | Знает основные физические и математические модели элементов микроэлектроники и микросистемной техники |
| | ПКР-5.2. Умеет рассчитывать параметры компонентов нано- и микросистемной техники | Знает основные программные средства для физического и математического моделирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники |
| | ПКР-5.3. Владеет навыками работы в прикладных программах для расчета и проектирования компонентов нано- и микросистемной техники | Умеет представлять основные приборы и устройства микроэлектроники и микросистемной техники в виде физических и математических моделей |

## 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 | 58 | 58 |
| Подготовка к контрольной работе | 8 | 8 |
| **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 |
|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | |
| 1 Введение | 2 | 2 | 4 | 8 | ОПК-1 |
| 2 Элементы пленочных и гибридных интегральных схем | 4 | 2 | 6 | 12 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 3 Элементы полупроводниковых интегральных схем | 4 | 8 | 14 | 26 | ОПК-1, ПКР-5 |

Согласована на портале № 58626

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 Основы цифровой техники | 4 | 2 | 6 | 12 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 5 Комбинационные логические схемы | 2 | - | 6 | 8 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 6 Переключающие схемы | 2 | - | 6 | 8 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 7 Запоминающие устройства на ИМС | 2 | - | 6 | 8 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 8 Аналоговые ИМС | 2 | - | 6 | 8 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 9 Датчики | 2 | - | 6 | 8 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 10 Элементы и приборы микросистемной техники | 4 | - | 6 | 10 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 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 | Основные проблемы и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Система условных обозначений микросхем. Маркировка. | 2 | ОПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Элементы пленочных и гибридных интегральных схем | Типы подложек. Топология гибридных интегральных схем. Конструкции и расчет тонкопленочных элементов (тонкопленочных резисторов, конденсаторов, индуктивностей, проводников и контактных площадок). Навесные компоненты. Конструкции навесных компонентов. Конструкции СВЧ ГИС. Конструкции элементов толстопленочных ГИС. Корпуса ГИС. | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Элементы полупроводниковых интегральных схем | Подложки полупроводниковых ИМС. Топология гибридных интегральных схем. Конструкции и расчет элементов полупроводниковых ИМС ( диффузионных транзисторов, диодов, резисторов, конденсаторов, полевых транзисторов). Корпуса полупроводниковых ИМС. | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 58626

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Основы цифровой техники | Системы счисления. Основные логические функции. 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. | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Комбинационные логические схемы | Представление чисел. Мультиплексор. Дешифратор. Демультиплексор. Компараторы. Сумматоры. Умножители. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Переключающие схемы | Интегральные триггеры. Статические триггеры (RS-триггер, D-триггер). Триггеры с временным запоминанием. Двоичные счетчики. Счетчики групп. Регистры сдвига. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Запоминающие устройства на ИМС | Оперативные запоминающие устройства. Постоянные ЗУ (ПЗУ, программируемое фотошаблоном, однократно программируемое ПЗУ, программируемое ПЗУ (РПЗУ), электрически стираемое программируемое ПЗУ. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Аналоговые ИМС | Операционные усилители, компараторы, генераторы сигналов, фильтры, аналоговые умножители, усилители мощности, стабилизаторы тока и напряжения, преобразователи сигналов. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Датчики | Датчики измерения температуры (терморезистор на кремниевой основе, резисторный датчик температуры, транзистор в качестве датчика температуры, термоэлемент), датчики измерения давления, датчики измерения влажности, тензодатчики, датчик силы. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 58626

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10 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 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | 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 | Маркировка и функциональное назначение интегральных микросхем | 2 | ОПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Элементы пленочных и гибридных интегральных схем | Расчет пленочных резисторов, конденсаторов, катушек индуктивностей. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Элементы полупроводниковых интегральных схем | Расчет диффузионного n-p-n транзистора | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Расчет диффузионного резистора | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Основы цифровой техники | Построение логических схем и их топологий | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | 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** | | | | |

Согласована на портале № 58626

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Введение | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-1 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Элементы пленочных и гибридных интегральных схем | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Элементы полупроводниковых интегральных схем | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-5 | Контрольная работа |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Основы цифровой техники | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Комбинационные логические схемы | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Переключающие схемы | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Запоминающие устройства на ИМС | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 8 Аналоговые ИМС | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 9 Датчики | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 10 Элементы и приборы микросистемной техники | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 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 |
| ПКР-5 | + | + | + | Контрольная работа, Тестирование, Экзамен |

Согласована на портале № 58626

## 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 | |
| | 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. Троян, Павел Ефимович. Микроэлектроника : Учебное пособие. - Томск : ТУСУР , 2007. - 346 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Микроэлектроника: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2007. 349 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/539.

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

Согласована на портале № 58626

4. 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.

5. 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.

6. 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. Троян, Павел Ефимович. Микроэлектроника : Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов, обучающихся по специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и бакалавров по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника". - 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.

Согласована на портале № 58626

### 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, 201 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

Согласована на портале № 58626

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 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Элементы пленочных и гибридных интегральных схем | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Элементы полупроводниковых интегральных схем | ОПК-1, ПКР-5 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Основы цифровой техники | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Комбинационные логические схемы | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Переключающие схемы | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 58626

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Запоминающие устройства на ИМС | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Аналоговые ИМС | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 9 Датчики | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 10 Элементы и приборы микросистемной техники | ОПК-1, ПКР-5 | 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 |
|---|---|

Согласована на портале № 58626

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале 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. |
| 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 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
2. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента 2ИЛИ-НЕ 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
3. Какой логический уровень установится на выходе логического элемента НЕ при подаче на вход X1 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 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

Согласована на портале № 58626

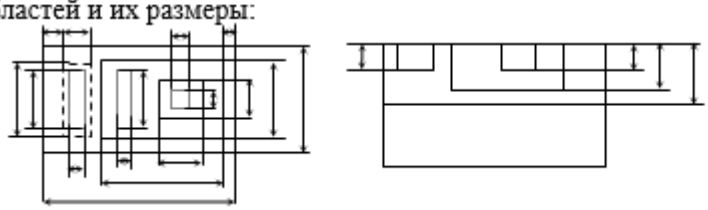
7. Какая из микросхем относится к микросхемам специального назначения
   а) 155ЛА3А
   б) К155ИД3
   в) КМ155ИД8А
8. Какая из микросхем имеет пластмассовый корпус
   а) КС155ЛА3А
   б) КР155ИД3
   в) КМ155ИД8А
9. Какой логический уровень установится на инвертирующем выходе RS-триггера при подаче на вход 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

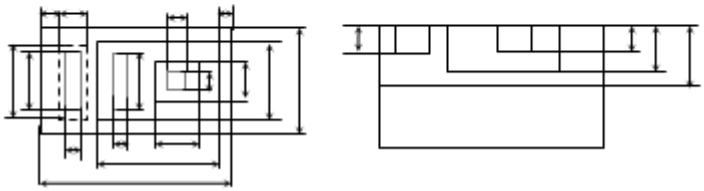
1. Классификация микросхем. Маркировка.
2. Основные элементы гибридной микросхемы.
3. Основные элементы полупроводниковой ИМС
4. Диффузионный n-p-n транзистор. Конструкции.
5. Диффузионный резистор. Конструкции.
6. Диффузионный конденсатор. Конструкции.
7. Технология ТТЛ. Базовый элемент. Схема.

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

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:

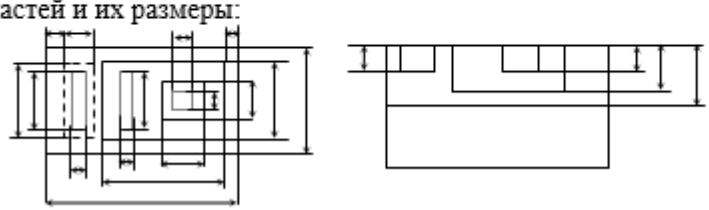


2. **Вариант 5.** Произвести расчет диффузионного n-p-n транзистора при следующих параметрах: Uп = 18 В, $I_{к_{max}}$=17 мА, $P_{max}$=17 мВт, Ск ($U_{кэ_{max}}$)=6 пФ, $U_{бэ.пр.\,max}$ = 0,8 В, $U_{бэ.обр.max}$=1,9 В.
   Расчет представить в виде рисунка, в котором указать электропроводности всех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



Согласована на портале № 58626

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:



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.

### 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 9.2.

Согласована на портале № 58626

Таблица 9.2 – 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.

Согласована на портале № 58626

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 97 от «15» 11 2018 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 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, 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 |

Согласована на портале № 58626