

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  
Сенченко П.В.  
«22» 02 2023 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 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 (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: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 22.02.2023  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 69966

## 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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общепрофессиональных 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
<b>Профессиональные компетенции</b>		

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

#### **5. Структура и содержание дисциплины**

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

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>					
1 Введение	2	2	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
<b>6 семестр</b>			
1 Введение	Цель и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско- технологическим признакам. Групповые технологии. Система условных обозначений микросхем. Маркировка.	2	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. Асинхронные 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
<b>6 семестр</b>			
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
---------------------------------------	-----------------------------------	--------------------	----------------------------	-------------------

<b>6 семестр</b>				
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
<b>6 семестр</b>				
Контрольная работа	0	20	20	40

Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	100

## 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

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

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 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-dannyyh>.

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

#### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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
7. Какая из микросхем относится к микросхемам специального назначения
  - а) 155ЛА3А
  - б) К155ИД3
  - в) КМ155ИД8А
8. Какая из микросхем имеет пластмассовый корпус
  - а) КС155ЛА3А
  - б) КР155ИД3
  - в) КМ155ИД8А
9. Какой логический уровень установится на инвертирующем выходе RS-триггера при подаче на вход R и S логической единицы
  - а) логического нуля
  - б) логической единицы
  - в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
  - г) режим запрещен
10. Какой логический уровень установится на инвертирующем выходе RS-триггера при подаче на вход R логического нуля, а на вход S - логической единицы
  - а) логического нуля
  - б) логической единицы
  - в) логического нуля или единицы в зависимости от предыдущего состояния
  - г) режим запрещен

### **9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов**

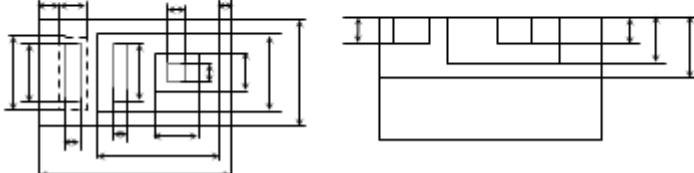
1. Классификация микросхем. Маркировка.
2. Основные элементы гибридной микросхемы.
3. Основные элементы полупроводниковой ИМС
4. Диффузионный n-p-n транзистор. Конструкции.
5. Диффузионный резистор. Конструкции.
6. Диффузионный конденсатор. Конструкции.
7. Технология ТТЛ. Базовый элемент. Схема.

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

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

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

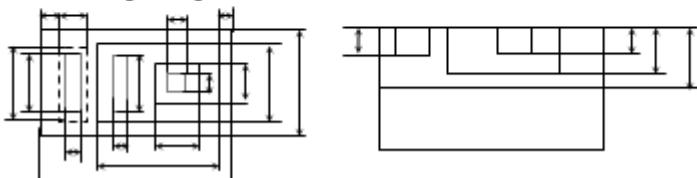
1.



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

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

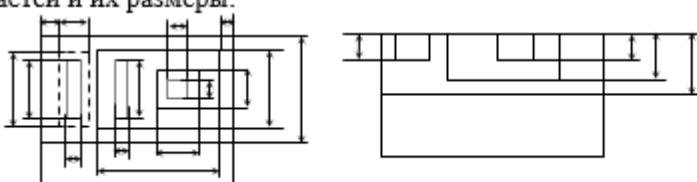
2.



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

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

3.



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

4.

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

**Вариант 2.** Рассчитать размеры диффузионных резисторов

5.

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

## 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
--------------------	--------------	--