

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко Павел Васильевич  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 11.11.2023 12:18:08  
Уникальный программный ключ:  
27e516f4c088deb62ba68945f4406e13fd454355

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: Сенченко Павел Васильевич  
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРОСХЕМОТЕХНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**  
Курс: **2, 3**  
Семестр: **4, 5**  
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26		26	часов
Практические занятия	18		18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4		4	часов
Лабораторные занятия	16		16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4		4	часов
Курсовой проект		18	18	часов
Самостоятельная работа	48	54	102	часов
Общая трудоемкость	108	72	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)	3	2	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	4
Курсовой проект	5

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомление с основными направлениями развития современной микроэлектроники.
2. Приобретение знаний по принципам разработки и исследования микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях развития микросхемотехники интегральных схем.
2. Формирование знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем.
3. Формирование навыков синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также расчета электрических параметров и характеристик базовых логических элементов и их экспериментального исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

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

Индекс дисциплины: Б1.В.02.01.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

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

ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает принципы схемотехники аналоговых интегральных схем.
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик и параметров базовых схем элементов ТТЛ-логики, элементов на переключателях тока, элементов на МДП-транзисторах, а также функциональных элементов аналоговых интегральных микросхем.
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками составления схем электрических структурных, функциональных и принципиальных. Владеет навыками составления монтажных схем, на которых указывается геометрическое расположение отдельных узлов электронной техники и связь между ними.

#### 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 5 зачетных единиц, 180 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	
		4 семестр	5 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	78	60	18
Лекционные занятия	26	26	
Практические занятия	18	18	
Лабораторные занятия	16	16	
Курсовой проект	18		18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	102	48	54
Подготовка к зачету с оценкой	16	16	
Подготовка к тестированию	18	18	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	14	14	
Написание отчета по курсовому проекту	54		54
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	108	72
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	3	2

#### 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	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>4 семестр</b>							
1 Методологические основы анализа и проектирования интегральных микросхем.	2	2	-	-	4	8	ПК-3
2 Характеристики и параметры интегральных микросхем.	2	-	-	-	4	6	ПК-3
3 Элементы интегральных микросхем.	2	2	-	-	4	8	ПК-3
4 Функциональные узлы цифровых интегральных микросхем.	4	2	-	-	4	10	ПК-3
5 Схемотехника цифровых микроэлектронных структур.	6	6	-	-	6	18	ПК-3
6 Комбинационные и последовательностные микроэлектронные структуры.	4	2	4	-	8	18	ПК-3
7 Основные функциональные узлы аналоговой интегральной микроэлектроники.	4	4	12	-	14	34	ПК-3
8 Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.	2	-	-	-	4	6	ПК-3
Итого за семестр	26	18	16	0	48	108	
<b>5 семестр</b>							
9 Курсовое проектирование.	-	-	-	18	54	72	ПК-3
Итого за семестр	0	0	0	18	54	72	
Итого	26	18	16	18	102	180	

## 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>4 семестр</b>			
1 Методологические основы анализа и проектирования интегральных микросхем.	Основные и специальные функции микроэлектронных структур. Принципы схемотехники интегральных микросхем. Процесс проектирования интегральных микросхем. Классификация интегральных микросхем.	2	ПК-3
	Итого	2	

2 Характеристики и параметры интегральных микросхем.	Схемотехнические и конструктивные параметры ЦИМС. Статические характеристики и параметры ЦИМС. Динамические характеристики и параметры ЦИМС. Энергетические характеристики и параметры ЦИМС. Характеристики и параметры интегральных операционных усилителей.	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Элементы интегральных микросхем.	Резисторы и конденсаторы интегральных микросхем. Диоды интегральных микросхем. Многоэмиттерный транзистор. Составные транзисторы.	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Функциональные узлы цифровых интегральных микросхем.	Элементарный диодный ключ. Многовходовой диодный ключ. Транзисторные ключи на биполярных транзисторах. МДП-транзисторные ключи. Переключатель тока. Бистабильные ячейки.	4	ПК-3
	Итого	4	
5 Схемотехника цифровых микроэлектронных структур.	Диодно-транзисторные логические элементы. Транзисторно-транзисторные логические элементы. Логические элементы ТТЛ с диодами и транзисторами Шоттки. Транзисторные логические элементы на переключателях тока. Логические элементы на комплементарных МДП-транзисторах.	6	ПК-3
	Итого	6	
6 Комбинационные и последовательностные микроэлектронные структуры.	Элементы анализа и синтеза цифровых микроэлектронных структур. Цифровые микроэлектронные структуры комбинационного типа. Цифровые микроэлектронные структуры последовательностного типа. Особенности выходов логических элементов ТТЛ.	4	ПК-3
	Итого	4	
7 Основные функциональные узлы аналоговой интегральной микроэлектроники.	Источники постоянного тока. Источники постоянного напряжения. Дифференциальные усилители. Выходные каскады. Интегральные операционные усилители и их основные свойства.	4	ПК-3
	Итого	4	

8 Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.	Параметры и характеристики АЦП и ЦАП. ЦАП на базе двоично-взвешенных резисторов. ЦАП на базе резисторной матрицы типа R-2R. АЦП последовательного приближения. Параллельный АЦП.	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
<b>5 семестр</b>			
9 Курсовое проектирование.	Разработка схемотехники ЦИМС. Определение схемотехнических и конструктивных параметров ЦИМС. Расчет статических характеристик и параметров ЦИМС. Определение динамических характеристик и параметров ЦИМС. Определение энергетической эффективности ЦИМС.	-	ПК-3
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		26	

### 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>4 семестр</b>			
1 Методологические основы анализа и проектирования интегральных микросхем.	Преобразование, минимизация и техническая реализация булевых функций.	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Элементы интегральных микросхем.	Определение параметров интегральных резисторов и конденсаторов.	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Функциональные узлы цифровых интегральных микросхем.	Расчет статических параметров транзисторных ключей интегральных микросхем на биполярных и МДП-транзисторах.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Схемотехника цифровых микроэлектронных структур.	Расчет статических параметров цифровых микроэлектронных структур: базового логического транзисторно-транзисторной логики с корректирующей цепочкой, элемента И-НЕ на МДП-транзисторах, базовых логических элементов на переключателях тока.	6	ПК-3
	Итого	6	

6 Комбинационные и последовательностные микроселектронные структуры.	Методика синтеза микроселектронной структуры последовательностного типа.	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Основные функциональные узлы аналоговой интегральной микроселектроники.	Расчет источников постоянного тока и постоянного напряжения.	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>4 семестр</b>			
6 Комбинационные и последовательностные микроселектронные структуры.	Синтез синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний.	4	ПК-3
	Итого	4	
7 Основные функциональные узлы аналоговой интегральной микроселектроники.	Исследование интегральных источников постоянного тока на биполярных транзисторах.	4	ПК-3
	Исследование интегральных источников постоянного напряжения.	4	ПК-3
	Исследования интегрального дифференциального усилителя на составных транзисторах с источниками тока в эмиттерных цепях.	4	ПК-3
	Итого	12	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

#### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>		

Общие указания по выполнению курсового проекта, план выполнения курсового проекта, требования к содержанию и оформлению пояснительной записки. Тематика курсовых проектов. Анализ и синтез цифровых микроэлектронных структур. Анализ статического режима базового логического элемента ТТЛ-типа, элемента на переключателях тока, элемента на МДП-транзисторах. Методики расчета характеристик и параметров микроэлектронных структур комбинационного и последовательностного типов.	18	ПК-3
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Генератор линейно-нарастающего напряжения со стабилизацией тока.
2. Ждущий генератор прямоугольных импульсов.
3. ЦАП на базе двоично-взвешенных резисторов.
4. ЦАП на базе резистивной матрицы R-2R.
5. RS-триггер с прямыми информационными входами и статическим управлением.

### 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>4 семестр</b>				
1 Методологические основы анализа и проектирования интегральных микросхем.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
2 Характеристики и параметры интегральных микросхем.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
3 Элементы интегральных микросхем.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
4 Функциональные узлы цифровых интегральных микросхем.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		



5 Схемотехника цифровых микроэлектронных структур.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
6 Комбинационные и последовательностные микроэлектронные структуры.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	8		
7 Основные функциональные узлы аналоговой интегральной микроэлектроники.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	14		
8 Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		48		
<b>5 семестр</b>				
9 Курсовое проектирование.	Написание отчета по курсовому проекту	54	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	54		
Итого за семестр		54		
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.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	

ПК-3	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование
------	---	---	---	---	---	---

## 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>4 семестр</b>				
Зачёт с оценкой	0	0	30	30
Лабораторная работа	0	10	30	40
Тестирование	5	10	15	30
Итого максимум за период	5	20	75	100
Нарастающим итогом	5	25	100	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

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>5 семестр</b>				
Отчет по курсовому проекту	10	60	30	100
Итого максимум за период	10	60	30	100
Нарастающим итогом	10	70	100	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. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: учеб. пособие / Н.С. Легостаев. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. - 263 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/2613a062ab88/f/MS.pdf>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Кожухов, В. В. Электронные цепи и микросхемотехника. Импульсные и цифровые устройства. Конспект лекций: учебное пособие / В. В. Кожухов. — Новосибирск: НГТУ, 2021. — 166 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/306452>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника: учеб-метод.пособие /Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; под ред. П.Е. Трояна.- Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. - 123 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.).

2. Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Уч. пособие / А.В. Шарапов. – Томск: Томский гос. ун-т систем упр.и радиоэлектроники, 2007 – 162 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.).

3. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: методические указания по выполнению курсового проекта / Н.С. Легостаев.-Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022.-58 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/2609295edf72/f/MSKP.pdf>.

4. Дыбко М.А. Цифровая микроэлектроника: Учебное пособие / М.А. Дыбко, А.В. Удовиченко, А.Г. Волков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 200 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/152139#2>.

#### 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**

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Microsoft Visio 2010;
- Mozilla Firefox;
- Windows XP Pro;

### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2016 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Asimec;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Microsoft Visio 2013;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;
- Анализатор трафика Wireshark;

#### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2016 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DVIT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Asimes;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Visio 2013;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

#### 8.5. 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.

#### 8.6. 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 видеовеличителей 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 Методологические основы анализа и проектирования интегральных микросхем.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Характеристики и параметры интегральных микросхем.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Элементы интегральных микросхем.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Функциональные узлы цифровых интегральных микросхем.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Схемотехника цифровых микроэлектронных структур.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Комбинационные и последовательностные микроэлектронные структуры.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Основные функциональные узлы аналоговой интегральной микроэлектроники.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

8 Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Курсовое проектирование.	ПК-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

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. Указать этап проектирования интегральных микросхем, на котором проверяется правильность функционирования синтезированной структуры.
  - а) структурный синтез; б) структурный анализ; в) схемный синтез; г) схемный анализ.
2. Определить коэффициент функциональной интеграции счетчика, содержащего четыре триггера, в структуре каждого из которых выделяется 10 логических элементов И-НЕ.
  - а) 1,218; б) 1,312; в) 1,602; г) 1,904.
3. Конъюнкция - это
  - а) булева функция, которая принимает единичное значение только на одном логическом наборе значений аргументов, а на остальных логических наборах обращается в нуль.
  - б) булева функция, которая принимает нулевое значение только на одном логическом наборе значений аргументов, а на остальных логических наборах обращается в единицу.
  - в) булева функция, которая обращается в нуль только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в единицу на всех остальных наборах аргументов.
  - г) булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны единице, и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
4. Запись булевой функции в форме дизъюнкции отдельных членов, каждый из которых, в свою очередь, есть некоторая функция, содержащая только конъюнкции и инверсии, является ...
  - а) алгебраическим представлением булевой функции в дизъюнктивной форме.
  - б) алгебраическим представлением булевой функции в конъюнктивной форме.
  - в) дизъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
  - г) конъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
5. Определить в вольтах логический перепад, если значение выходного порогового напряжения логической "1" 14,9 В, а значение выходного порогового напряжения логического "0" 0,1 В.
  - а) 7,5 В; б) 9,3 В; в) 14,8 В; г) 15,0 В.
6. Определить в вольтах помехозащищенность по уровню логической «1», если уровень напряжения логической "1" 14,9 В, а пороговое напряжение 9,2 В.
  - а) 3,4 В; б) 5,7 В; в) 9,2 В; г) 14,9 В.
7. Определить в наносекундах среднее время задержки распространения сигнала, если время задержки распространения сигнала при включении составляет 10 нс, а время задержки распространения сигнала при выключении 12 нс.
  - а) 2 нс; б) 10 нс; в) 11 нс; г) 12 нс.
8. Определить в мА средний ток, потребляемый интегральной микросхемой от источника



- питания, если средняя статическая мощность потребления составляет 100 мВт, а напряжение источника питания 5 В.
- а) 10 мА; б) 20 мА; в) 25 мА; г) 30 мА.
9. Определить ток коллектора составного р-п-р-транзистора, если ток базы составного транзистора 1 мкА, статический коэффициент передачи тока базы р-п-р-транзистора 30, а статический коэффициент передачи тока базы п-р-п-транзистора 49.
- а) 1200 мкА; б) 1500 мкА; в) 3000 мкА; г) 4900 мкА.
10. Определить коэффициент передачи тока базы транзистора п-р-п-типа составного р-п-р-транзистора. Ток базы составного транзистора 1,2 мкА, ток коллектора составного транзистора 1800 мкА, коэффициент передачи тока базы р-п-р-транзистора в структуре составного 30.
- а) 29; б) 31; в) 49; г) 51.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

- Функция Пирса - это
  - булева функция, которая обращается в нуль только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в единицу на всех остальных наборах аргументов.
  - булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны единице, и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
  - булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
  - булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
- Если каждый член дизъюнктивной нормальной формы булевой функции от  $L$  аргументов содержит все  $L$  аргументов, то такая форма представления является ...
  - дизъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
  - конъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
  - совершенной дизъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
  - совершенной конъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
- Определить коэффициент функциональной интеграции регистра, содержащего четыре триггера, в структуре каждого из которых выделяется 4 логических элементов И-НЕ.
  - 0,9; б) 1,2; в) 1,8; г) 2,4.
- Определить помехоустойчивость по уровню логической «1», если напряжение логической единицы 15 В, пороговое напряжение 8,1 В, а логический перепад 14,6 В.
  - 0,29 В; б) 0,47 В; в) 0,83 В; г) 0,94 В.
- Определить динамическую мощность на частоте переключения 5 МГц, если на частоте переключения 1 МГц динамическая мощность составляет 2 мВт.
  - 5 мВт; б) 10 мВт; в) 12 мВт; г) 15 мВт.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

- Какой алгоритм реализуется при переводе отрицательного числа из дополнительного кода в прямой?
  - инвертируются все разряды числа, кроме знакового, и прибавляется единица;
  - инвертируются все разряды числа, включая знаковый, и прибавляется единица;

- в) все разряды числа, включая знаковый, инвертируются;
  - г) все разряды числа, кроме знакового, инвертируются.
2. Что реализуется на стадии структурного проектирования интегральных микросхем?
    - а) создается структурная схема;
    - б) проверяется правильность функционирования синтезированной структуры;
    - в) определяются основные электрические параметры синтезированной структуры;
    - г) определяются электрические соединения отдельных элементов и компонентов.
  3. Если логический элемент в положительной логике реализует логическую функцию «И», то какую функцию этот элемент реализует в отрицательной логике?
    - а) И-НЕ; б) НЕ; в) ИЛИ; г) ИЛИ-НЕ.
  4. Какой режим работы биполярного транзистора конъюнктора обеспечивают диоды смещения логического элемента И-НЕ диодно-транзисторной логики?
    - а) режим насыщения;
    - б) режим отсечки;
    - в) нормальный активный режим;
    - г) инверсный активный режим.
  5. Как должны быть смещены переходы всех транзисторов токового зеркала Уилсона при правильной работе схемы?
    - а) эмиттерные переходы смещены в прямом направлении, а коллекторные переходы в обратном направлении;
    - б) эмиттерные переходы смещены в обратном направлении, а коллекторные переходы в прямом направлении;
    - в) эмиттерные и коллекторные переходы смещены в обратном направлении;
    - г) эмиттерные и коллекторные переходы смещены в прямом направлении.

#### **9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов**

1. Генератор линейно-нарастающего напряжения со стабилизацией тока.
2. Ждущий генератор прямоугольных импульсов.
3. ЦАП на базе двоично-взвешенных резисторов.
4. ЦАП на базе резистивной матрицы R-2R.
5. RS-триггер с прямыми информационными входами и статическим управлением.

#### **9.1.5. Темы лабораторных работ**

1. Синтез синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний.
2. Исследование интегральных источников постоянного тока на биполярных транзисторах.
3. Исследование интегральных источников постоянного напряжения.
4. Исследования интегрального дифференциального усилителя на составных транзисторах с источниками тока в эмиттерных цепях.

#### **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 ПрЭ  
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579- bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0- b2ab-bc9421935400

### РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Разработано, 6332ca5f-c16e-4579- bbc4-ee49773dfd8d
---------------------	----------------	--