

**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.

«13» 12 2023 г.

**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: **заочная**

Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**

Курс: **4**

Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2024 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	6		6	часов
Практические занятия	4		4	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4		4	часов
Лабораторные занятия	4		4	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4		4	часов
Курсовой проект		4	4	часов
Самостоятельная работа	90	64	154	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	8	часов
Общая трудоемкость	108	72	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)			5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	7
Курсовой проект	8

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 13.12.2023  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80966

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Формирование компетенций в области схемотехнического проектирования микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения.

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Получение знаний о принципах, современных и перспективных направлениях микросхемотехники, о назначении, характеристиках и параметрах интегральных микросхем, об основных схемотехнических решениях при построении микроэлектронной аппаратуры.
2. Приобретение навыков синтеза, расчета, анализа и оптимизации микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизации проектирования.
3. Овладение стандартными программными средствами компьютерного моделирования и методиками экспериментального исследования микроэлектронной аппаратуры.

## **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.01.01.02.

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  ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов  ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Знает принципы схемотехнической реализации функциональных узлов аналоговой микроэлектронной аппаратуры.  Умеет выполнять расчет электрических и эксплуатационных характеристик и параметров микроэлектронной аппаратуры.  Владеет навыками подготовки проектной документации в соответствии с требованиями ЕСКД и с использованием средств автоматизации проектирования.

## **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	
		7 семестр	8 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	18	14	4
Лекционные занятия	6	6	
Практические занятия	4	4	
Лабораторные занятия	4	4	
Курсовой проект	4		4
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	154	90	64
Подготовка к зачету с оценкой	30	30	
Подготовка к контрольной работе	24	24	
Подготовка к тестированию	12	12	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	24	
Написание отчета по курсовому проекту	64		64
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	8	4	4
<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>7 семестр</b>							
1 Предмет и общие положения микросхемотехники.	1	1	-	-	6	8	ПК-3
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	1	-	-	-	8	9	ПК-3
3 Математический аппарат цифровой микросхемотехники.	1	1	-	-	14	16	ПК-3
4 Микросхемотехника комбинационных цифровых устройств.	1	1	-	-	14	16	ПК-3
5 Микросхемотехника последовательностных цифровых устройств.	1	-	4	-	38	43	ПК-3
6 Основы аналоговой микросхемотехники.	1	1	-	-	10	12	ПК-3
Итого за семестр	6	4	4	0	90	104	
<b>8 семестр</b>							

7 Проектирование цифровых устройств.	-	-	-	4	64	68	ПК-3
Итого за семестр	0	0	0	4	64	68	
Итого	6	4	4	4	154	172	

## 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>7 семестр</b>			
1 Предмет и общие положения микросхемотехники.	Процесс и задачи схемотехнического проектирования микроэлектронной аппаратуры. Способы представления схемотехнических решений. Принципы, направления и этапы развития схемотехники и микросхемотехники. Классификация, системы условных и условных графических обозначений интегральный микросхем.	1	ПК-3
	Итого	1	
<b>2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.</b>			
	Схемотехнические и конструктивные параметры. Статические характеристики и параметры. Динамические параметры и характеристики. Энергетические параметры и характеристики.	1	ПК-3
	Итого	1	
<b>3 Математический аппарат цифровой микросхемотехники.</b>			
	Цифровые коды. Основные законы булевой алгебры. Булевы функции и их основные свойства. Алгебраические формы представления булевых функций, их преобразование и минимизация. Основы теории конечных цифровых автоматов. Цифровые автоматы Мура и Мили.	1	ПК-3
	Итого	1	

4 Микросхемотехника комбинационных цифровых устройств.	Основные виды комбинационных цифровых устройств: логические элементы, шифраторы и преобразователь кодов, мультиплексоры, демультиплексоры и дешифраторы, цифровые сумматоры, цифровые компараторы, программируемый логический матрицы, постоянные запоминающие устройства.	1	ПК-3
	Итого	1	
5 Микросхемотехника последовательностных цифровых устройств.	Основные особенности последовательностных цифровых устройств. Основные виды последовательностных цифровых устройств: триггеры, регистры, счетчики, и делители частоты, распределители импульсов, оперативные запоминающие устройства.	1	ПК-3
	Итого	1	
6 Основы аналоговой микросхемотехники.	Принципы аналоговой схемотехники. Основные и специальные аналоговые функции. Классификация аналоговых интегральных схем. Операционные усилители, их характеристики и параметры. Применение операционных усилителей в аналоговой электронной аппаратуре. Инструментальные аналоговые интегральные микросхемы.	1	ПК-3
	Итого	1	
	Итого за семестр	6	
<b>8 семестр</b>			
7 Проектирование цифровых устройств.	Проектирование комбинационных и последовательностных цифровых устройств.	-	ПК-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	-	
	Итого	6	

### 5.3. Контрольные работы

Не предусмотрено учебным планом

### 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>7 семестр</b>			
5 Микросхемотехника последовательностных цифровых устройств.	Синтез синхронного счетчика с произвольной последовательностью смены состояний.	4	ПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

### **5.5. Практические занятия (семинары)**

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
1 Предмет и общие положения микросхемотехники.	Анализ и синтез последовательностных цифровых устройств.	1	ПК-3
	Итого	1	
3 Математический аппарат цифровой микросхемотехники.	Преобразование, минимизация и техническая реализация булевых функций.	1	ПК-3
	Итого	1	
4 Микросхемотехника комбинационных цифровых устройств.	Анализ и синтез комбинационных цифровых устройств.	1	ПК-3
	Итого	1	
6 Основы аналоговой микросхемотехники.	Анализ аналоговых электронных устройств, построенных на основе операционных усилителей.	1	ПК-3
	Итого	1	
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

### **5.6. Курсовой проект**

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсового проекта

Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсового проекта	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>		
Проектирование комбинационных и последовательностных цифровых устройств.	4	ПК-3
Итого за семестр	4	
Итого	4	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование генератора импульсной последовательности заданной формы.
2. Проектирование многоразрядного вычитателя цифровых кодов.
3. Проектирование суммирующего счетчика с заданным коэффициентом пересчета.

4. Проектирование коммутатора цифровых сигналов с нескольких входов на один выход.
5. Проектирование распределителя импульсов на заданное число каналов.

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>7 семестр</b>				
1 Предмет и общие положения микросхемотехники.	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
3 Математический аппарат цифровой микросхемотехники.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	14		
4 Микросхемотехника комбинационных цифровых устройств.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	14		
5 Микросхемотехника последовательностных цифровых устройств.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	38		

6 Основы аналоговой микросхемотехники.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	10		
	Итого за семестр	90		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
<b>8 семестр</b>				
7 Проектирование цифровых устройств.	Написание отчета по курсовому проекту	64	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	64		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача зачета	4		Курсовой проект
Итого		162		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – 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, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование

### **6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **7.1. Основная литература**

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов, 2007.-213с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.).

#### **7.2. Дополнительная литература**

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович.-4-изд. - Москва: ДМК Пресс, 2018. - 636 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107891>.

#### **7.3. Учебно-методические пособия**

##### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

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

2. Проектирование оптических цифровых телекоммуникационных систем: Учебное пособие для подготовки и проведения занятий по курсовому проектированию / А. С. Перин, С. Н. Шарангович - 2019. 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9137>.

3. 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.).

### **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**

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**

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 Г3-54 (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;

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

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 Г3-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Visio 2010;
- Mozilla Firefox;
- Visual Studio;
- Windows XP Pro;

### **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 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 Предмет и общие положения микросхемотехники.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Математический аппарат цифровой микросхемотехники.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Микросхемотехника комбинационных цифровых устройств.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Микросхемотехника последовательностных цифровых устройств.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Основы аналоговой микросхемотехники.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Проектирование цифровых устройств.	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. Задача проектирования, связанная с определением изменений выходных параметров, вызванных изменением внутренних параметров электронного устройства.  
а) расчет; б) параметрический синтез; в) анализ; г) параметрическая оптимизация.

2. Определить время задержки распространения сигнала при включении, если среднее время задержки распространения сигнала составляет 17 нс, а время задержки распространения сигнала при выключении равно 18 нс.  
а) 16 нс; б) 17,5 нс; в) 1 нс; г) 9 нс.
3. Булева функция, принимающая единичное значение только на одном логическом наборе аргументов и равная нулю на остальных логических наборах.  
а) макстерм; б) минтерм; в) штрих Шеффера; г) дизъюнкция.
4. Записать дополнительный код десятичного числа (-25) при 8-разрядной вычислительной сетке.  
а) 10011001; б) 11100111; в) 01100110; г) 00011000.
5. Указать верное эквивалентное выражение для булевой функции  $f(A,B)=A+AB$ .  
а)  $A+B$ ; б)  $AB$ ; в)  $A$ ; г)  $B$ .
6. Какое количество ячеек карты Карно не может входить в состав выделяемых блоков при минимизации.  
а) 2; б) 4; в) 6; г) 8.
7. Определить уровни сигналов на выходах 8-разрядного двоичного сумматора, на входы которого поданы дополнительные коды чисел (-3) и (-10). Ответ представить в виде цифрового кода.  
а) 111110011; б) 11110011; в) 10001101; г) 110001101.
8. Определить коэффициент пересчета пятиразрядного двоичного счетчика.  
а) 2; б) 5; в) 32; г) 25.
9. Определить напряжение на выходе операционного усилителя, работающего в линейной области передаточной характеристики и имеющего коэффициент усиления, равный 1000, если потенциал неинвертирующего входа равен 5 В, а потенциал инвертирующего входа равен 5,005 В. ЭДС смещения операционного усилителя равно 0, коэффициент ослабления синфазного сигнала стремится к бесконечности.  
а) 5 В; б) -5 В; в) 2,5 В; г) -2,5 В.
10. На вход интегратора, построенного на основе инвертирующего включения операционного усилителя, подается одиночный прямоугольный импульс отрицательной полярности амплитудой 2 В и длительностью 5 мкс. Постоянная времени интегратора равна 10 мкс. Определить напряжение на выходе интегратора после окончания импульса, если до начала импульса выходное напряжение интегратора составляло (-2 В).  
а) 1 В; б) -1 В.; в) 2 В; г) -2 В.

#### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. Статические характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.
2. Булевые функции, способы их представления и минимизации.
3. Мультиплексоры. Синтез комбинационных цифровых устройств на мультиплексорах.
4. Счетчики. Реализация счетчиков с произвольным коэффициентом пересчета.
5. Инвертирующее включение операционного усилителя. Аналоговые электронные схемы на основе инвертирующего включения операционного усилителя.

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

1. Реализовать на основе мультиплексора булеву функцию  $f=A+B+C$ .
2. Привести схему реализации полного одноразрядного сумматора в базисе И-НЕ.
3. Организовать вычитающий счетчик с коэффициентом пересчета, равным 32.
4. Принципы наращивания разрядности мультиплексоров.
5. Принципы наращивания разрядности демультиплексоров.

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

1. Проектирование генератора импульсной последовательности заданной формы.
2. Проектирование многоразрядного вычитателя цифровых кодов.
3. Проектирование суммирующего счетчика с заданным коэффициентом пересчета.
4. Проектирование коммутатора цифровых сигналов с нескольких входов на один выход.
5. Проектирование распределителя импульсов на заданное число каналов.

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

- Записать в шестнадцатеричном формате дополнительный код десятичного числа (- 40).
- Записать в совершенной дизъюнктивной нормальной форме выражение булевой функции  $f(A,B,C)=AB+BC+AC$ .
- Записать с использованием карты Карно минимизированное выражение булевой функции трех аргументов, принимающей значение логической единицы на нечетных и логического нуля на четных логических наборах аргументов.
- Реализовать с использованием демультиплексора булеву функцию  $F(A,B,C)=AB+BC$ .
- Реализовать на основе двоичного сумматора схему сравнения двух четырехразрядных двоичных кодов с функцией сравнения  $F(A>B)$ .

#### **9.1.6. Темы лабораторных работ**

- Синтез синхронного счетчика с произвольной последовательностью смены состояний.

#### **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 № 24 от « 8 » 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cf5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cf5a
Начальник 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:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	К.В. Четвергов	Разработано, bd09a826-9de8-46df- ac82-d84ced8fdef0
Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ), каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Разработано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cf5a