МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СХЕМОТЕХНИКА КЛЮЧЕВЫХ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Медицинская электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	74	74	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84545

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование навыков проектирования ключевых и аналогово-цифровых узлов электрон- ной аппаратуры на базе дискретных элементов, микросхем, операционных усилителей, логических элементов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение работы электронных ключей в дискретном и интегральном исполнении, мультивибраторов, генераторов импульсов специальной формы, цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей.
2. Приобретение навыков анализа и расчета характеристик электрических цепей.
3. Исследование простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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.03.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знает основные законы физики, математики, электротехники
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Умеет применять методы анализа электрических цепей, на основе законов физики, электротехники, владеет методами математики для решения поставленных задач.
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеет методами проектирования с применением теоретических знаний для решения поставленной задачи.
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 84545

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 конструирования различных аналоговых блоков электронной аппаратуры
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить различные оценочные расчеты различных электронных приборов
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками составления и оформления различных типов электрических схем

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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	70	70
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	74	74
Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	12	12
Подготовка к зачету с оценкой	28	28
Подготовка к тестированию	14	14
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	14	14
Подготовка к контрольной работе	2	2
Подготовка к коллоквиуму	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						

Согласована на портале № 84545

1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	4	2	4	14	24	ОПК-1, ПК-3
2 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	8	2	4	10	24	ОПК-1, ПК-3
3 Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	4	2	4	14	24	ОПК-1, ПК-3
4 Таймер, ЦАП, ЗУ	8	2	-	6	16	ОПК-1, ПК-3
5 Мультивибраторы	4	2	-	10	16	ОПК-1, ПК-3
6 Генераторы линейно нарастающего и линейно падающего напряжения	4	4	4	14	26	ОПК-1, ПК-3
7 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	4	4	-	6	14	ОПК-1, ПК-3
Итого за семестр	36	18	16	74	144	
Итого	36	18	16	74	144	

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
5 семестр			
1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность. RC и LR цепи в импульсных устройствах. Переходные процессы, апериодические звенья.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
2 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов. Устройства на полупроводниковых приборах с S и N характеристиками. Элементы с отрицательным сопротивлением. Одноперехоный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.	8	ОПК-1, ПК-3
	Итого	8	

Согласована на портале № 84545

3 Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	Основные параметры цифровых интегральных схем. Триггер Шмидта и RS-триггер на дискретных элементах; варианты схем управления. Триггер с эммитерной связью. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления. Методика проектирования.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
4 Таймер, ЦАП, ЗУ	Интегральный таймер и его применение. Одно- тактный таймер 1006ВИ1. Синтез сигналов специальной формы на базе ЦАП. Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.	8	ОПК-1, ПК-3
	Итого	8	
5 Мультивибраторы	Заторможенные и автоколебательные мультивибраторы. Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг-генераторы. Режимы работы. Варианты схем, методика расчета.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
6 Генераторы линейно нарастающего и линейно падающего напряжения	Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
7 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета. Источники питания на основе ключевых схем. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
5 семестр			

Согласована на портале № 84545

1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность. Переходные процессы, апериодические звенья.	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
2 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Переходные процессы в ключевых устройствах. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора.	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
3 Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления.	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
4 Таймер, ЦАП, ЗУ	Интегральный таймер и его применение. Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
5 Мультивибраторы	Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг-генераторы.	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
6 Генераторы линейно нарастающего и линейно падающего напряжения	ГЛИН, принцип действия, математическая модель, методики расчета, реализация на аналоговых элементах	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
7 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	Источники питания на основе ключевых схем. ШИМ. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания на основе аналоговых цепей. Математическое описание	4	ОПК-1, 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
5 семестр			

Согласована на портале № 84545

1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	Генерация импульсной последовательности. Частота, скважность, относительная длительность. Измерение высокочастотных сигналов	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
2 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
3 Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	Триггер- формирователь (триггер Шмидта).	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
6 Генераторы линейно нарастающего и линейно падающего напряжения	Генераторы линейно нарастающего напряжения (ГЛИН). RC-цепи в импульсных устройствах (Формирующие цепи)	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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
5 семестр				
1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	4	ОПК-1, ПК-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	14		

Согласована на портале № 84545

2 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-1, ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	10		
3 Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	4	ОПК-1, ПК-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	14		
4 Таймер, ЦАП, ЗУ	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
5 Мультивибраторы	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	4	ОПК-1, ПК-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	10		
6 Генераторы линейно нарастающего и линейно падающего напряжения	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к коллоквиуму	4	ОПК-1, ПК-3	Коллоквиум
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-1, ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	14		

Согласована на портале № 84545

7 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-3	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		74		
Итого		74		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Задачи и упражнения, Зачёт с оценкой, Коллоквиум, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-3	+	+	+	+	Задачи и упражнения, Зачёт с оценкой, Коллоквиум, Контрольная работа, Лабораторная работа, 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
5 семестр				
Зачёт с оценкой	5	10	15	30
Коллоквиум	0	5	5	10
Контрольная работа	5	5	5	15
Лабораторная работа	5	10	5	20
Тестирование	5	5	5	15
Задачи и упражнения	5	5	0	10
Итого максимум за период	25	40	35	100
Нарастающим итогом	25	65	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

Согласована на портале № 84545

От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Электронные цепи и микросхемотехника. Схемотехника ключевых устройств формирования и преобразования сигналов : Учебное пособие / В. М. Герасимов, В. А. Скворцов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.).

2. Электронные цепи и микросхемотехника : Учебник для вузов / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. - М. : Высшая школа, 2002. - 384 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

2. Скворцов, Виталий Александрович. Электронные цепи и микросхемотехника : Методические указания к курсовому проекту. Ч. 2 / В. А. Скворцов, А. В. Топор ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 31 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 193 экз.).

3. Лекции по аналоговым электронным устройствам: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2017. 149 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6933.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электроника, электротехника, схемотехника: Методические указания и рекомендации для проведения практических, самостоятельных, лабораторных, курсовых и домашних занятий / Р. О. Черепанов - 2017. 46 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6776.

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:

Согласована на портале № 84545

– 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-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 электротехники и электроники: 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, 302б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU – 12 шт.;
- Осциллограф АСК 1021 – 6 шт.;
- Генератор прямоугольных импульсов – 6 шт.;
- Источник питания 9В, 2А – 6 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Аналоговая электроника» – 12 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Схемотехника» – 16 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Магнитные элементы электронных устройств» – 2 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP Pro;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория электротехники и электроники: 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, 302б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 84545

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU – 12 шт.;
- Осциллограф АСК 1021 – 6 шт.;
- Генератор прямоугольных импульсов – 6 шт.;
- Источник питания 9В, 2А – 6 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Аналоговая электроника» – 12 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Схемотехника» – 16 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Магнитные элементы электронных устройств» – 2 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP Pro;

8.4. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 84545

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 Параметры и характеристики импульсных сигналов	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
2 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	ОПК-1, 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
3 Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
4 Таймер, ЦАП, ЗУ	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 84545

5 Мультивибраторы	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
6 Генераторы линейно нарастающего и линейно падающего напряжения	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	ОПК-1, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 84545

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Параметры импульсных сигналов Выберите правильный ответ:
   а) Амплитуда, частота.
   б) Длительность, скважность импульсов.
   в) Относительная длительность импульсов, частота, время фронта.
   г) Амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершины.
2. Параметры импульсных последовательностей Выберите правильный ответ:
   а) Амплитуда, частота, скважность импульсов
   б) Амплитуда, частота, относительная длительность импульсов.
   в) Относительная длительность, частота, время фронта
   г) Амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершины
3. Что такое частота импульсной последовательности? Выберите правильный ответ:
   а) $f = t_и$.
   б) $f = 1/t$.
   в) $f = 1/t_и$.
   г) $f = t_и/T$.
4. Характеристика пропорционального режима работы транзистора Выберите правильный ответ:
   а) Наличие тока коллектор-эмиттерного перехода
   б) Наличие базового тока
   в) Обеспечение транзистором пропорционального изменения тока коллектора по отношению к базовому току
   г) Изменение напряжения коллектор-эмиттерного перехода
5. Свойства усилительного каскада с общим эмиттером Выберите правильные варианты ответов:
   а) Повторяет входное напряжение
   б) Преобразует выходное сопротивление.
   в) Усиливает по току
   г) Усиливает по напряжению

Согласована на портале № 84545

6. Усилительный каскад, на котором может быть выполнен стабилизатор тока Выберите правильный ответ:
   а) Усилительный каскад с общим эмиттером
   б) Усилительный каскад с общей базой
   в) Усилительный каскад с общим коллектором
   г) Дифференциальный каскад
7. Обратная связь, обеспечивающая заданный коэффициент передачи Выберите правильный ответ:
   а) Положительная ОС.
   б) Отрицательная ОС.
   в) Параллельная ОС
   г) Последовательная ОС
8. Задачи, решаемые стабилизатором тока Выберите правильный ответ:
   а) Поддерживает неизменным ток в выходной цепи
   б) Поддерживает неизменным выходное напряжение при изменении входного
   в) Обеспечивает неизменность выходной мощности
   г) Обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки
9. Как обеспечивается обратная связь по напряжению Выберите правильный ответ:
   а) Положительной обратной связью
   б) Последовательной обратной связью
   в) Параллельной обратной связью
   г) Комбинированной обратной связью
10. Чем определяется стабильность выходного напряжения в стабилизаторах напряжения? Выберите правильный ответ:
    а) Постоянной времени контура ОС
    б) Демпфирующим звеном
    в) Коэффициентом ОС
    г) Устройством сравнения
11. Назначение таймера Выберите правильный ответ:
    а) Задание временных интервалов
    б) Отсчет времени
    в) Изменение временных интервалов
    г) Формирование уровней сигналов
12. Функция, реализуемая элементом И Выберите правильный ответ:
    а) Сложение функций
    б) Умножение функций
    в) Инвертирование функций
    г) Деление функций
13. Назначение микросхем с открытым коллектором Выберите правильный ответ:
    а) Повышение помехозащищенности
    б) Обеспечение согласования с внешними устройствами
    в) Повышение нагрузочной способности
    г) Обеспечение сигнализации состояний

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Что такое активная длительность импульса? Выберите правильный ответ:
   а) Длительность импульса, измеренная на уровне 0,5Um.
   б) Длительность импульса, измеренная по основанию импульса.
   в) Длительность импульса, измеренная по вершине импульса.
   г) Длительность импульса, измеренная на уровне среднего значения импульсной последовательности.
2. Чем характеризуется ключевой режим работы транзистора Выберите правильный ответ:
   а) Сопротивление ключа стремится к нулю
   б) Время включения и выключения ключа стремится к нулю
   в) Минимальная статическая мощность рассеивания
   г) Наличие коэффициента насыщения
3. Свойства эмиттерного повторителя Выберите правильные варианты ответов:

Согласована на портале № 84545

а) Усиливает по напряжению.
б) Усиливает по току.
в) Преобразует выходное сопротивление
г) Ослабляет выходной ток

4. Задачи, решаемые стабилизатором напряжения Выберите правильный ответ:
   а) Компенсирует выходное напряжение при изменении сопротивления нагрузки
   б) Поддерживает неизменным выходное напряжение при изменении входного
   в) Обеспечивает неизменность выходной мощности
   г) Обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки
5. Назначение компараторов Выберите правильный ответ:
   а) Усиление сигналов
   б) Сравнение сигналов по уровню
   в) Сравнение сигналов по частоте
   г) Ослабление сигналов
6. Интегральный таймер 1006ВИ1 является Выберите правильный ответ:
   а) Многотактным
   б) Однотактным
   в) Программируемым
   г) Двухтактным
7. Что такое коэффициент разветвления в цифровых интегральных схемах? Выберите правильный ответ:
   а) Способность выдержать перегрузку по току
   б) Коэффициент усиления
   в) Максимальное количество входов микросхем подключенных к выходу
   г) Помехозащищенность

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Генерация импульсной последовательности. Частота, скважность, относительная длительность. Измерение высокочастотных сигналов
2. Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).
3. Триггер- формирователь (триггер Шмидта).
4. Генераторы линейно нарастающего напряжения (ГЛИН). RC-цепи в импульсных устройствах (Формирующие цепи)

9.1.4. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Переходные процессы в ключевых устройствах. Процессы в биполярном транзисторе в ре- жиме ключа.
   Насыщение транзистора.
2. ГЛИН, принцип действия, математическая модель, методики расчета, реализация на аналоговых элементах
3. Источники питания на основе ключевых схем. ШИМ. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками
   питания на основе аналоговых цепей. Математическое описание
4. Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность.
   Переходные процессы, апериодические звенья.
5. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления.
6. Интегральный таймер и его применение. Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.
7. Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Мультивибраторы с трансформаторной связью
   и блокинг-генераторы.

9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

Согласована на портале № 84545

1. Рассчитать Триггер- формирователь;
2. Рассчитать симметричный мультивибратор на биполярных транзисторах с зарядом конденсатора;
3. Рассчитать ГЛИН нарастающего типа с RC-цепью;
4. Рассчитать триггер Шмидта;
5. Рассчитать ГЛИН нарастающего типа с токовым зеркалом в качестве источника тока;
6. Рассчитать симметричный мультивибратор на ОУ.
7. Рассчитать классический мультивибратор Ройера;
8. Построить и рассчитать двоично-десятичная взвешенную(1-2-4-8) матрица на 12 разрядов;
9. Построить и рассчитать матрицу R-2R на 4 разряда на основе токового сумматора;

9.1.6. Примерный перечень вопросов для коллоквиума

1. Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность. RC и LR цепи в импульсных устройствах. Переходные процессы, апериодические звенья.
2. Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов.
3. Устройства на полупроводниковых приборах с S и N характеристиками. Элементы с отрицательным сопротивлением. Одноперехoдный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.
4. Основные параметры цифровых интегральных схем.
5. Триггер Шмидта и RS-триггер на дискретных элементах; варианты схем управления.
6. Триггер с эммитерной связью. Формирование логических уровней. Методика проектирования.
7. Заторможенные и автоколебательные мультивибраторы. Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета Варианты схем автоколебательных мультивибраторов.
8. Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг-генераторы. Режимы работы. Варианты схем, методика расчета.
9. Интегральный таймер и его применение. Однотактный таймер 1006ВИ1.
10. Синтез сигналов специальной формы на базе ЦАП. Преобразование кода в напряжение. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
11. ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
12. Источники питания на основе ключевых схем. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.

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;

Согласована на портале № 84545

– 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.

Согласована на портале № 84545

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 84545

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 33 от «23» 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	В.Н. Башкиров	Разработано, d915ccac-f16f-44fd-9263-481885eaf50c

Согласована на портале № 84545