МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СХЕМОТЕХНИКА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронное приборостроение**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР)**
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	18	36	54	часов
Практические занятия	18	36	54	часов
Лабораторные занятия	12	12	24	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	12	12	24	часов
Курсовой проект		18	18	часов
Самостоятельная работа	60	42	102	часов
Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	180	288	часов
	3	5	8	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	4
Экзамен	5
Курсовой проект	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 71202

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Обеспечение необходимого уровня компетенций студентов-бакалавров в области схемотехнического проектирования аналоговых устройств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование способности решать задачи анализа и расчета радиоэлектронных схем твердотельной электроники.
2. Получение практических навыков модельных и физических экспериментов по синтезу цепей, анализу и расчету электронных схем по заданным характеристикам.
3. Применение способов и методов расчета принципиальных схем радиоустройств на современной и перспективной элементной базе.

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.02.07.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-1.1. Знает основные расчетные формулы, необходимые для расчета характеристик отдельных узлов и блоков электронных приборов	Знает формулы, необходимые для анализа, расчета и синтеза узлов и блоков электронных приборов
	ПК-1.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет рассчитывать электронные схемы по заданным характеристикам
	ПК-1.3. Владеет навыками построения математических моделей, графиков, таблиц, описывающих характеристики электронных приборов, схем и устройств	Владеет навыками построения математических моделей схем радиоустройств и способами расчета принципиальных схем

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,

Согласована на портале № 71202

выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	150	48	102
Лекционные занятия	54	18	36
Практические занятия	54	18	36
Лабораторные занятия	24	12	12
Курсовой проект	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	102	60	42
Подготовка к зачету с оценкой	20	20	
Подготовка к тестированию	30	20	10
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	32	20	12
Написание отчета по курсовому проекту	20		20
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость (в часах)	288	108	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	8	3	5

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
4 семестр							
1 Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением.	4	2	4	-	18	28	ПК-1
2 Электронные усилители электрических сигналов	8	8	8	-	24	48	ПК-1
3 Обратные связи (ОС) в электронных усилителях	2	2	-	-	8	12	ПК-1
4 Генераторы гармонических сигналов	4	6	-	-	10	20	ПК-1
Итого за семестр	18	18	12	0	60	108	
5 семестр							

Согласована на портале № 71202

5 Операционные усилители	8	4	-	18	6	36	ПК-1
6 Базовые схемы включения операционных усилителей	8	8	4		10	30	ПК-1
7 Схемы специального назначения на операционных усилителях	8	6	4		10	28	ПК-1
8 Нелинейные функциональные преобразователи	4	8	-		6	18	ПК-1
9 Генераторы на операционных усилителя	8	10	4		10	32	ПК-1
Итого за семестр	36	36	12	18	42	144	
Итого	54	54	24	18	102	252	

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
4 семестр			
1 Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением.	Двухполюсник. Вольт-амперная характеристика. Полупроводниковый диод, диод Шоттки, стабилитрон, светодиод. Схемы с применением двухполюсных элементов, способы расчета.	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Электронные усилители электрических сигналов	Общие сведения об электронных усилителях. Классификация. Назначение. Параметры электронных усилителей. Коэффициент усиления. АЧХ и ФЧХ электронного усилителя. Полоса пропускания. Линейные и нелинейные искажения сигнала. Биполярный транзистор. Полевой транзистор. RC-усилитель: принцип работы, основные расчетные формулы. Усилитель на биполярном и полевом транзисторе, отличия, основные характеристики	8	ПК-1
	Итого	8	
3 Обратные связи (ОС) в электронных усилителях	Обратная связь. Типы обратной связи. Влияние обратной связи на параметры электронного усилителя. Самовозбуждения электронного усилителя	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 71202

4 Генераторы гармонических сигналов	Генераторы электрических колебаний: определение и классификация по основным признакам. Режимы самовозбуждения. LC-автогенератор. RC-автогенератор	4	ПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	5 семестр		
5 Операционные усилители	Операционные усилители. Общие сведения. Схемы специального назначения, используемые в ОУ. Дифференциальный усилитель. Децибелы и логарифмическая шкала. Пара Дарлингтона. Усилитель мощности	8	ПК-1
	Итого	8	
6 Базовые схемы включения операционных усилителей	Базовые схемы включения операционных усилителей. Повторитель напряжения на ОУ. Инвертирующий усилитель на ОУ. Неинвертирующий усилитель на ОУ. Основные параметры операционных усилителей. Напряжение смещения нуля. Ток сдвига (смещения). Амплитудно-частотная характеристика ОУ. Скорость нарастания сигнала	8	ПК-1
	Итого	8	
7 Схемы специального назначения на операционных усилителях	Интегратор на операционном усилителе. Идеальная схема интегратора на операционном усилителе. Реальная схема интегратора на операционном усилителе. Оценка влияния реальной схемы интегратора на линейность выходного импульса. Дифференциатор на операционном усилителе. Решение дифференциальных уравнений с применением операционных усилителей. Схемы сравнения аналоговых сигналов. Аналоговый компаратор. Компаратор с гистерезисом	8	ПК-1
	Итого	8	
8 Нелинейные функциональные преобразователи	Логарифмические и антилогарифмические усилители. Принцип построения, действия. Погрешности логарифмирования, температурная коррекция логарифмических усилителей. Защита от возбуждения и перегрузки ОУ	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 71202

9 Генераторы на операционных усилителя	Генераторы гармонических колебаний на ОУ: принцип построения, особенности. Генераторы импульсов на ОУ. Автоколебательный и ждущий мультивибраторы. Генераторы импульсов на логических элементах: принцип построения, автоколебательный мультивибратор, ждущий мультивибратор. Генераторы импульсов на микросхемах высокого уровня. Таймер 555, функциональная схема, принцип действия. Генераторы импульсов на таймерах. Автоколебательный и ждущий режимы работы. Генераторы пилообразного напряжения (ГПН) на ОУ	8	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		54	

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
4 семестр			
1 Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением.	Основы расчета неуправляемых полупроводниковых элементов	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Электронные усилители электрических сигналов	Задание рабочей точки биполярного транзистора. Расчет цепей смещения	2	ПК-1
	Задание рабочей точки биполярного транзистора. Механизм термостабилизации. Расчет и выбор элементов RC-усилителя	4	ПК-1
	Задание рабочей точки полевого транзистора. Расчет и выбор элементов RC-усилителя	2	ПК-1
	Итого	8	
3 Обратные связи (ОС) в электронных усилителях	Применение частотного метода для определения устойчивости многокаскадного электронного усилителя	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 71202

4 Генераторы гармонических сигналов	Расчет автогенератора с положительной обратной связью	4	ПК-1
	Расчет RC-автогенератора	2	ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
5 семестр			
5 Операционные усилители	Особенности подключения и использования микросхем операционных усилителей	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Базовые схемы включения операционных усилителей	Расчет основных типовых схем включения ОУ, выбор типа ОУ и элементов схемы	8	ПК-1
	Итого	8	
7 Схемы специального назначения на операционных усилителях	Интегратор и дифференциатор на операционном усилителе	4	ПК-1
	Компаратор. Компаратор с гистерезисом	2	ПК-1
	Итого	6	
8 Нелинейные функциональные преобразователи	Анализ и расчет схем логарифмических усилителей	8	ПК-1
	Итого	8	
9 Генераторы на операционных усилителя	Генераторы гармонических колебаний на ОУ: расчет, выбор элементов	4	ПК-1
	Генераторы импульсов на ОУ	4	ПК-1
	Автоколебательный мультивибратор	2	ПК-1
	Итого	10	
Итого за семестр		36	
Итого		54	

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
4 семестр			
1 Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением.	Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением	4	ПК-1
	Итого	4	

2 Электронные усилители электрических сигналов	Исследование RC-усилителя на биполярном транзисторе	4	ПК-1
	Исследование RC-усилителя на полевом транзисторе с общим истоком	4	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		12	
5 семестр			
6 Базовые схемы включения операционных усилителей	Исследование базовых схем включения операционных усилителей	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Схемы специального назначения на операционных усилителях	Исследование интеграторов и дифференциаторов на операционных усилителях	4	ПК-1
	Итого	4	
9 Генераторы на операционных усилителя	Исследование генераторов на операционных усилителях	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		24	

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
5 семестр		
Расчет и проектирование электронных приборов, схем, устройств	18	ПК-1
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Генератор квадратурного гармонического сигнала на операционных усилителях
2. Измеритель действующего значения напряжения гармонического сигнала на операционном усилителе
3. Измеритель частоты следования прямоугольных импульсов на операционном усилителе
4. Умножитель двух гармонических сигналов на операционных усилителях
5. Активный фильтр нижних частот на операционном усилителе

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
4 семестр				

Согласована на портале № 71202

1 Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-1	Лабораторная работа
	Итого	18		
2 Электронные усилители электрических сигналов	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	6	ПК-1	Тестирование
	Итого	24		
3 Обратные связи (ОС) в электронных усилителях	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
4 Генераторы гармонических сигналов	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		60		
5 семестр				
5 Операционные усилители	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	6		
6 Базовые схемы включения операционных усилителей	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		

Согласована на портале № 71202

7 Схемы специального назначения на операционных усилителях	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
8 Нелинейные функциональные преобразователи	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	6		
9 Генераторы на операционных усилителя	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		138		

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-1	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 71202

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
4 семестр				
Зачёт с оценкой	5	10	10	25
Лабораторная работа	20	20	20	60
Тестирование	5	5	5	15
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100
5 семестр				
Лабораторная работа	20	20	20	60
Тестирование	2	4	4	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	22	24	24	100
Нарастающим итогом	22	46	70	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
5 семестр				
Отчет по курсовому проекту	20	20	60	100
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	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)

Согласована на портале № 71202

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. Схемо- и системотехника электронных средств: Учебное пособие / А. А. Шибаев - 2014. 190 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7470.

7.2. Дополнительная литература

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / А. С. Красько - 2006. 180 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/938.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника: Методические указания для проведения практических занятий / Е. В. Масалов, Д. В. Озеркин - 2011. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1200.
2. Схемотехника компьютерных технологий: Компьютерный лабораторный практикум / Д. В. Озеркин - 2012. 190 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1203.
3. Схемотехника электронных средств (Схемотехника): Методическое пособие по курсовому проектированию / А. П. Кулинич - 2012. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1197.
4. Схемотехника электронных средств: Методические указания по организации самостоятельной работы студентов / Е. В. Масалов, Д. В. Озеркин - 2012. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1476.

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

Согласована на портале № 71202

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 компьютерного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, 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), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 143 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Устройство генерации и обработки сигналов Analog Discovery 2 (National Instruments Edition) - 10 шт.;
- Испытательный лабораторный стенд узлов аналоговой и цифровой электроники MikroElektronika Analog System Lab Kit PRO - 10 шт.;
- Отладочная плата Arduino UNO - 15 шт.;
- Отладочная плата STM32F429I-disk - 10 шт.;
- Трехканальный линейный источник постоянного тока GPD-73303D - 10 шт.;
- Осциллограф DSOX1102G - 10 шт.;
- Лабораторный макет Basys 3 Artix-7 FPGA Trainer Board - 10 шт.;
- Проектор Acer P1385WB;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Microsoft Office;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория компьютерного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, 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), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 143 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Устройство генерации и обработки сигналов Analog Discovery 2 (National Instruments Edition) - 10 шт.;
- Испытательный лабораторный стенд узлов аналоговой и цифровой электроники MikroElektronika Analog System Lab Kit PRO - 10 шт.;
- Отладочная плата Arduino UNO - 15 шт.;
- Отладочная плата STM32F429I-disk - 10 шт.;
- Трехканальный линейный источник постоянного тока GPD-73303D - 10 шт.;
- Осциллограф DSOX1102G - 10 шт.;
- Лабораторный макет Basys 3 Artix-7 FPGA Trainer Board - 10 шт.;
- Проектор Acer P1385WB;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;

Согласована на портале № 71202

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Microsoft Office;
- NI Multisim;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория компьютерного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, 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), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 143 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Устройство генерации и обработки сигналов Analog Discovery 2 (National Instruments Edition) - 10 шт.;
- Испытательный лабораторный стенд узлов аналоговой и цифровой электроники MikroElektronika Analog System Lab Kit PRO - 10 шт.;
- Отладочная плата Arduino UNO - 15 шт.;
- Отладочная плата STM32F429I-disk - 10 шт.;
- Трехканальный линейный источник постоянного тока GPD-73303D - 10 шт.;
- Осциллограф DSOX1102G - 10 шт.;
- Лабораторный макет Basys 3 Artix-7 FPGA Trainer Board - 10 шт.;
- Проектор Acer P1385WB;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Microsoft Office;

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

Согласована на портале № 71202

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.

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 Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением.	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Электронные усилители электрических сигналов	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Обратные связи (ОС) в электронных усилителях	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Генераторы гармонических сигналов	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 71202

5 Операционные усилители	ПК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Базовые схемы включения операционных усилителей	ПК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Схемы специального назначения на операционных усилителях	ПК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Нелинейные функциональные преобразователи	ПК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Генераторы на операционных усилителя	ПК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 71202

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 **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. При увеличении тока коллектора биполярного транзистора ток базы:
   а) уменьшается
   б) увеличивается

Согласована на портале № 71202

в) не изменяется
г) может как увеличиться, так и уменьшиться

2. Наибольшим коэффициентом усиления по мощности обладает схема
   а) с общим эмиттером
   б) с общим коллектором
   в) с общей базой
   г) с общим истоком
3. Метод задания рабочей точки биполярного транзистора, обладающий высокой стабильностью положения рабочей точки, основанный на использовании резистивного делителя получил название:
   а) метод фиксированного потенциала базы
   б) метод фиксированного тока базы
   в) метод постоянного смещения
   г) метод коллекторной стабилизации
4. Для корректной работы усилителя с n-канальным транзистором на затвор необходимо подать
   а) отрицательное смещение
   б) положительное смещение
   в) нулевое смещение
   г) напряжение 0,5 В
5. На нижнюю граничную частоту RC-усилителя влияет:
   а) значение паразитных параметров схемы
   б) внутренняя емкость перехода коллектор-эмиттер
   в) величина внешних конденсаторов
   г) величина резисторов делителя
6. Какой из приведенных ниже параметров характеризует идеальные свойства операционного усилителя?
   а) бесконечный коэффициент усиления
   б) нулевое входное сопротивление
   в) бесконечное выходное сопротивление
   г) нулевой коэффициент усиления
7. Что имеет место в базовых схемах на операционных усилителях?
   а) глубокая отрицательная обратная связь
   б) положительная обратная связь
   в) отрицательная обратная связь по току
   г) местная отрицательная обратная связь
8. Коэффициент передачи неинвертирующего усилителя равен:
   а) 1+R2/R1
   б) R2/R1
   в) -R2/R1
   г) R2/R1-1
9. Что называется коэффициентом ослабления синфазного сигнала?
   а) отношение дифференциального коэффициента усиления к синфазному коэффициенту усиления
   б) отношение синфазного коэффициента усиления к дифференциальному
   в) отношение синфазного коэффициента усиления к дифференциальному
   г) отношение дифференциального напряжения к синфазному
10. Усилитель, в обратной связи которого установлен конденсатор, является
    а) интегратором
    б) дифференциатором
    в) логарифмическим усилителем
    г) антилогарифмическим усилителем

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. АЧХ усилителя на операционном усилителе. Полоса пропускания. Частота единичного усиления.
2. Мультивибраторы на логических элементах

Согласована на портале № 71202

3. Импульсный режим работы операционного усилителя
4. Методы частотной коррекции операционных усилителей
5. Шкала децибел. Логарифмическая АЧХ операционного усилителя

9.1.3. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Биполярный транзистор. Принцип работы. Применение
2. Диод Шоттки. ВАХ и основные параметры
3. RC-усилитель на полевом транзисторе. Электрическая схема, принцип работы, коэффициент усиления
4. Отрицательная обратная связь. Примеры ОС, используемой в RC-усилителе на биполярном транзисторе
5. Способы уменьшения нелинейных искажений сигнала в электронном усилителе

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. В чем заключается принцип функционирования генератора квадратурного гармонического сигнала на операционных усилителях?
2. Как измеряется действующее значение напряжения гармонического сигнала на операционном усилителе?
3. В чем особенность работы измерителя частоты следования прямоугольных импульсов на операционном усилителе?
4. Как происходит умножение двух гармонических сигналов в умножителе на операционных усилителях?
5. От чего зависит АЧХ активного фильтра нижних частот на операционном усилителе?

9.1.5. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Генератор квадратурного гармонического сигнала на операционных усилителях
2. Измеритель действующего значения напряжения гармонического сигнала на операционном усилителе
3. Измеритель частоты следования прямоугольных импульсов на операционном усилителе
4. Умножитель двух гармонических сигналов на операционных усилителях
5. Активный фильтр нижних частот на операционном усилителе

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Неуправляемые полупроводниковые элементы и схемы с их применением
2. Исследование RC-усилителя на биполярном транзисторе
3. Исследование RC-усилителя на полевом транзисторе с общим истоком
4. Исследование базовых схем включения операционных усилителей
5. Исследование интеграторов и дифференциаторов на операционных усилителях
6. Исследование генераторов на операционных усилителях

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

Согласована на портале № 71202

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:

Согласована на портале № 71202

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

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

Согласована на портале № 71202

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР
протокол № 238 от «13» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. КУДР	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР	С.А. Артищев	Согласовано, 681e3bf8-552d-43b0-9038-80b95cad2721
Доцент, каф. КУДР	Е.И. Тренкаль	Согласовано, b613d4df-d0ea-4bce-897e-cfdd95ae1b46

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КУДР	Ю.В. Шульгина	Разработано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44

Согласована на портале № 71202