

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Корячко

Электронные цепи

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Промышленной электроники**

Учебный план 11.03.04_23_00.rlx
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	49	49	49	49
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Суворов Дмитрий Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Электронные цепи

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от 14.06.2023 г. № 12

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины «Конструирование и разработка приборов аналоговой электроники» является формирование у будущих специалистов знаний и практических навыков в области разработки и внедрения устройств аналоговой схемотехники с целью последующего изучения цикла профессиональных дисциплин по направлению подготовки 11.03.03 – "Конструирование и технология электронных средств".
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Физика», «Математика», «Информатика», «Твердотельная электроника»; «Пакеты прикладных программ», «Теоретические основы электротехники».	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Конструирование и разработка приборов цифровой электроники	
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Конструирование и разработка систем электронной оптики	
2.2.4	Преддипломная практика	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов	
ПК-1.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	
Знать Основные узлы аналоговой схемотехники и методы их разработки. Условные графические обозначения компонентов аналоговой электроники, основные параметры компонентов аналоговой электроники. Основные методы расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств и изделий. Методы анализа и моделирования устройств аналоговой схемотехники.	
Уметь Работать в основных системах электронного моделирования. Применять методы моделирования электрических цепей и узлов аналоговой электроники.	
Владеть Специализированным программным обеспечением для моделирования электрических цепей и узлов аналоговой электроники.	

ПК-2: Способен анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-2.1. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	
Знать Основные элементы спецификаций к КД изделий.	
Уметь Работать со спецификациями элементов с целью выбора современной элементной базы при конструировании и разработке устройств аналоговой электроники. Составлять спецификации к конструкторской документации изделий.	
Владеть Владеет основами разработки конструкций приборов аналоговой электроники, устройств электронных средств, в соответствии с техническим заданием.	
ПК-2.2. Систематизирует и обобщает результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	

Знать Основные методы сбора и анализа исходных данных при проектировании электронных приборов, схем и устройств. Основные методы статистической обработки данных. Уметь Применять методы анализа и моделирования электрических цепей и узлов аналоговой электроники. Владеть Владеет современной метрологической базой измерения электрических параметров и физических величин. Методами сбора и анализа исходных данных.

ПК-3: Способен разрабатывать и анализировать технологические процессы изготовления устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-3.1. Разрабатывает технологические процессы изготовления устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе базовых технологических процессов

Знать Основные узлы аналоговой схемотехники и методы их разработки. Условные графические обозначения компонентов аналоговой электроники, основные параметры компонентов аналоговой электроники. Основные элементы спецификаций к КД изделий. Основы проектирования КД. Уметь Работать в основных системах электронного моделирования. Применять методы анализа и моделирования электрических цепей и узлов аналоговой электроники. Работать со спецификациями элементов с целью выбора современной элементной базы при конструировании и разработке устройств аналоговой электроники. Составлять спецификации к конструкторской документации изделий. Владеть Владеет основами разработки конструкций приборов аналоговой электроники, устройств электронных средств, в соответствии с техническим заданием. Владеет современной метрологической базой измерения электрических параметров и физических величин.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основные методы сбора и анализа исходных данных при проектировании электронных приборов, схем и устройств.
3.1.2	Условные графические обозначения компонентов аналоговой электроники, основные параметры компонентов аналоговой электроники.
3.1.3	Основные методы расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств и изделий.
3.1.4	Методы анализа и моделирования устройств аналоговой схемотехники.
3.1.5	Основные узлы аналоговой схемотехники и методы их разработки.
3.2	Уметь:
3.2.1	Работать в основных системах электронного моделирования.
3.2.2	Применять методы анализа и моделирования электрических цепей и узлов аналоговой электроники.
3.2.3	Работать со спецификациями элементов с целью выбора современной элементной базы при конструировании и разработке устройств аналоговой электроники.
3.2.4	Составлять спецификации к конструкторской документации изделий.
3.3	Владеть:
3.3.1	Владеет основами разработки конструкций приборов аналоговой электроники, устройств электронных средств, в соответствии с техническим заданием.
3.3.2	Владеет современной метрологической базой измерения электрических параметров и физических величин.
3.3.3	
3.3.4	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Конструирование и разработка приборов аналоговой электроники					
1.1	Элементы аналоговой электроники /Тема/	7	0			

1.2	Резистор, условное обозначение, функциональное назначение, основные параметры, номинальный ряд, маркировка, типы конструкций, габаритные размеры, паразитные параметры. Конденсатор, условное обозначение, основные параметры, функциональное назначение, номинальный ряд, маркировка, типы конструкций и диэлектриков, габаритные размеры, паразитные параметры. Специфические параметры электролитических конденсаторов. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.3	Диоды, основные типы, ВАХ, классификация, функциональные применения диода, примеры схем включения, основные параметры диодов, типы корпусов. Последовательное и параллельное включения диодов. Стабилитроны, типы, ВАХ, функциональное назначение, примеры схем включения, основные параметры стабилитронов, последовательное включение. Оптопары - определение и области использования. Основные параметры и типовые схемы включения оптопар. Конструктивные особенности оптопар. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.4	Биполярные транзисторы, основные типы, области использования, входные и выходные характеристики, основные параметры биполярного транзистора, область безопасной работы, типы корпусов, комплементарность транзисторов. Составные транзисторы Дарлингтона и Шиклаи. MOSFET-транзисторы, типы, преимущества, эквивалентные схемы, паразитные емкости MOSFET-транзистора, области использования, основные параметры. Параллельное соединение MOSFET-транзисторов. IGBT-транзисторы, области использования, эквивалентная внутренняя структура, основные параметры. IGBT-модули. Тиристоры, основные типы, ВАХ, области использования, внутренняя структура, основные параметры. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.5	Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации. Процессы заряда электрической емкости и изменения тока через индуктивность. Переходные процессы в RC-цепи, RL-цепи. АЧХ цепей. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.6	Изучение линейных цепей /Лаб/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.7	Самостоятельная работа студентов по теме "Элементы аналоговой электроники" /Ср/	7	6	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.8	Каскад с общим эмиттером /Тема/	7	0			

1.9	Схема с общим эмиттером - принципиальная схема, эквивалентная схема. Передаточная характеристика схемы. Усиление по напряжению, входное и выходное сопротивление схемы в режиме малых сигналов. Схема с общим эмиттером с ООС – основные соотношения, передаточная характеристика. Сравнение со схемой без отрицательной обратной связи. Частотно-зависимая отрицательная обратная связь, схемотехнические варианты реализации частотно-зависимой ООС. Частотная характеристика и верхняя граничная частота /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.10	Каскад переменного тока с ОЭ /Лаб/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.11	Самостоятельная работа студентов по теме "Каскад с общим эмиттером" /Ср/	7	5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.12	Каскад с общей базой /Тема/	7	0			
1.13	Схема с общей базой - принципиальная схема, эквивалентная схема. Передаточная характеристика схемы. Коэффициент усиления по напряжению, входное и выходное сопротивление схемы в режиме малых сигналов. Схема с общим эмиттером с ООС – основные соотношения, передаточная характеристика. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.14	Самостоятельная работа студентов по теме "Каскад с общей базой" /Ср/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.15	Каскад с общим коллектором, двухтактные усилители /Тема/	7	0			
1.16	Схема с общим коллектором (эмиттерный повторитель) - принципиальная схема, эквивалентная схема. Передаточная характеристика схемы. Характеристики схемы с общим коллектором, дополнительным источником отрицательного напряжения питания. Коэффициент усиления по напряжению, входное и выходное сопротивление схемы в режиме малых сигналов. Двухтактный каскад на комплементарном эмиттерном повторителе. Особенности работы выходных каскадов. Энергетические показатели каскадов. Режимы работы каскадов усилителей мощности. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.17	Усилители мощности /Лаб/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

1.18	Самостоятельная работа студентов по теме "Каскад с общим коллектором, двухтактные усилители" /Ср/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.19	Дифференциальный каскад /Тема/	7	0			
1.20	Схемы дифференциальных каскадов. Синфазный и дифференциальный сигналы. Передаточные характеристики дифференциального усилителя на n-p-n транзисторах. Параметры каскада для синфазного и дифференциального сигналов. Характеристики для большого сигнала. Несимметричный режим работы дифференциального усилителя. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.21	Самостоятельная работа студентов по теме "Дифференциальный каскад" /Ср/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.22	Операционные усилители и схемы на основе ОУ /Тема/	7	0			
1.23	Определение операционного усилителя. Условные обозначения и классификация ОУ. Эквивалентная схема ОУ. Внутренняя структура ОУ. Основные параметры ОУ. отрицательная обратная связь в схемах ОУ. АЧХ ОУ с обратной связью и без нее. Основные схемы включения ОУ. Инвертирующий, неинвертирующий и дифференциальный усилитель. Схемы, параметры и характеристики. Требования к элементам цепи ОС. Типы операционных усилителей. Способы защиты операционных усилителей. Математические функции на операционных усилителях. Инвертирующий сумматор, неинвертирующий сумматор, вычитатель (дифференциальный усилитель). Интегратор и дифференциатор на ОУ. Однополупериодные и Двухполупериодные выпрямители на ОУ. Пиковый детектор на ОУ. Питание ОУ. Инструментальный усилитель на операционном усилителе. Схемы фотоэлектрических измерений на ОУ. /Лек/	7	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.24	Исследование операционных усилителей /Лаб/	7	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.25	Самостоятельная работа студентов по теме "Операционные усилители и схемы на основе ОУ" /Ср/	7	5	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.26	Электронные ключи на основе биполярных транзисторов. Элементы транзисторно-транзисторной логики /Тема/	7	0			

1.27	Ключевой режим работы биполярного транзистора. Условия работы биполярного транзистора в ключевом режиме. Переходные процессы в ключе на биполярном транзисторе. Методы повышения быстродействия транзисторного ключа – ускоряющая емкость, нелинейная обратная связь. Разновидности транзисторных ключей на биполярных транзисторах. Элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ, ТТЛШ). /Лек/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.28	Исследование насыщенного транзисторного ключа на биполярном транзисторе. /Лаб/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.29	Самостоятельная работа студентов по теме "Электронные ключи на основе биполярных транзисторов. Элементы транзисторно-транзисторной логики" /Ср/	7	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.30	Электронные ключи на полевых транзисторах. Элементы КМОП логики /Тема/	7	0			
1.31	Ключевой режим работы MOSFET-транзистора. Переходные процессы в схеме ключа на MOSFET-транзисторе. Мощность потерь при ключевом режиме работы MOSFET-транзистора. Типовые схемы управления мощными MOSFET- транзисторами. Комплементарная МОП логика (КМОП). Передаточная характеристика логического КМОП элемента НЕ. КМОП элемент И–НЕ, ИЛИ–НЕ. Серии и семейства логических КМОП (CMOS)-микросхем /Лек/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.32	Исследование ключей на полевом транзисторе. /Лаб/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.33	Самостоятельная работа студентов по теме "Электронные ключи на полевых транзисторах. Элементы КМОП логики" /Ср/	7	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.34	Релаксационные схемы, генераторы сигналов. Интегральные таймеры /Тема/	7	0			
1.35	Виды релаксационных схем: бистабильная, моностабильная, астабильная релаксационные схемы. Релаксационные схемы на транзисторах: RS-триггер, триггер Шмитта, одновибратор, мультивибратор. Релаксационные схемы на логических элементах. Мультивибратор на основе триггера Шмитта. Компаратор – определение, параметры, внутренняя структура. Двухпороговый компаратор. Триггер Шмитта на компараторах: инвертирующий и не инвертирующий триггер Шмитта. Прецизионный триггер Шмитта. /Лек/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

1.36	Внутренняя структура и функциональная схема и назначение выводов интегрального таймера NE555. Схема и принцип работы одновибратора на основе интегрального таймера NE555. Схема и принцип работы мультивибратора на основе интегрального таймера NE555. Расчет параметров RC-цепочки таймера. Бистабильная схема на основе интегрального таймера NE555. Схема автоколебательного мультивибратора с независимой установкой длительности и частоты импульсов. Схема автоколебательного мультивибратора с регулировкой коэффициента заполнения. Схема удвоения напряжения и источника отрицательного напряжения на основе интегрального таймера NE555. Многотактные таймеры. Параметры и типы таймеров. /Лек/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.37	Генераторы сигналов на основе интегральных микросхем ОУ. Интегральные таймеры /Лаб/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.38	Самостоятельная работа студентов по теме "Релаксационные схемы, генераторы сигналов. Интегральные таймеры" 10 /Ср/	7	6	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.39	Аналоговые коммутаторы /Тема/	7	0			
1.40	Механические коммутаторы. Коммутаторы на полевых транзисторах, последовательные коммутаторы на полевых MOSFET транзисторах. Аналоговые мультиплексоры. Применения аналоговых ключей и мультиплексоров. Оптореле с МОП-транзисторами. Характеристики аналоговых коммутаторов. Интегральные MEMS-коммутаторы, механическое устройство, типичная функциональная структура и параметры RF-MEMS-коммутатора. /Лек/	7	2	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.41	Самостоятельная работа студентов по теме "Аналоговые коммутаторы" /Ср/	7	2	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.42	Аналого-цифровые преобразователи. Цифроаналоговые преобразователи /Тема/	7	0			
1.43	Принципы аналого-цифрового преобразования – параллельный, метод взвешивания, метод счета. Аналого-цифровые преобразователи – определение. АЦП с параллельным преобразованием, последовательно-параллельный АЦП. АЦП, основанный на методе взвешивания, поразрядное взвешивание - структурная схема процесса. АЦП, основанный на методе взвешивания. Компенсационный АЦП (следающий АЦП), АЦП по методу пилообразного напряжения, АЦП по методу двойного интегрирования. Параметры АЦП. Частота преобразования и разрешение для различных типов АЦП. /Лек/	7	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

1.44	Принципы цифроаналогового преобразования: параллельное преобразование, поразрядное уравнивание, метод счета. Обобщенная классификация ЦАП. Параллельные ЦАП, ЦАП с переключателями и матрицей постоянного импеданса (матрица R-2R), ЦАП с суммированием напряжений - цифровой потенциометр. ЦАП с суммированием напряжений как основа многоразрядных ЦАП. Последовательные ЦАП, ЦАП с широтно-импульсной модуляцией. Сигма-дельта-ЦАП, принцип сигма-дельта-модуляции. Параметры ЦАП. /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.45	Самостоятельная работа студентов по теме "Аналого-цифровые преобразователи. Цифроаналоговые преобразователи" /Ср/	7	5	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.46	Консультация по дисциплине /ИКР/	7	0,35	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.47	Консультация перед экзаменом /Кнс/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.48	Самостоятельная работа перед экзаменом /Экзамен/	7	37	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.49	Экзамен по дисциплине /Экзамен/	7	7,65	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Электронные цепи»»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Борисовский А.П., Круглов С.А.	Электронные цепи и микросхемотехника : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2012, 47 с.	, 1
Л1.2	Ульрих, Титце, Кристоф, Шенк, Карабашев, Г. С.	Полупроводниковая схемотехника. Т.І	Саратов: Профобразованье, 2019, 826 с.	978-5-4488-0052-8, https://www.iprbookshop.ru/88003.html
Л1.3	Ульрих, Титце, Кристоф, Шенк, Карабашев, Г. С.	Полупроводниковая схемотехника. Т.ІІ	Саратов: Профобразованье, 2019, 940 с.	978-5-4488-0059-7, https://www.iprbookshop.ru/88004.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Волович Г.И.	Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств	М.:Додека-XXI, 2005, 528с.	5-94120-074-9, 1
Л2.2	Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И.	Аналоговая и цифровая электроника(Полный курс) : Учеб.для вузов	М.:Горячая линия-Телеком, 2000, 768с.	5-93517-002-7, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Быстров Ю.А., Мироненко И.Г.	Электронные цепи и микросхемотехника : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 2002, 384с.	5-06-004040-2, 1

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Chrome	Свободное ПО
7 Zip	Свободное ПО
Micro-Cap 8	Свободное ПО
Операционная система Windows XP	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	214 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.
2	109 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.
3	216 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (26 посадочных мест). Учебно-лабораторные стенды, RLC метры VC 9808, генераторы сигналов GRG-3015, генераторы Г6-46, осциллографы Rigol 1042с.
4	103 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Электронные цепи»»). Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"				
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ	27.09.23 11:45 (MSK)	Простая подпись	
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ	27.09.23 11:46 (MSK)	Простая подпись	
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ	27.09.23 11:46 (MSK)	Простая подпись	
	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	27.09.23 13:21 (MSK)	Простая подпись	