МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Факультет электроники и вычислительной техники

УТВЕРЖДЕНО
Факультет электроники и вычислительной техники
Декан Авдеюк О.А.
г.

Микроэлектроника

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой **Электронно-вычислительные машины и системы**

Учебный план Направление 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Профиль "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети"

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Срок обучения **4 года**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах: зачеты 7

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	**7(4.1)**		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48.25	48.25	48.25	48.25
Сам. работа	59.75	59.75	59.75	59.75
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Конченков Владимир Игоревич кфмн

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)
Микроэлектроника

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

составлена на основании учебного плана:

Направление 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Профиль "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети"

Профиль:

утвержденного учёным советом вуза от 05.06.2019 протокол № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Электронно-вычислительные машины и системы

номер протокола 2019 г.
Зав. кафедрой Андреев Андрей Евгеньевич

СОГЛАСОВАНО:
Факультет электроники и вычислительной техники
Председатель НМС факультета: Авдеюк О.А.

Протокол заседания НМС от
г. №

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована 31.08.2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.
Цель освоения дисциплины - изучение принципов действия и особенностей функционирования типовых электрических и электронных устройств, применяемых в телекоммуникационной аппаратуре, построения, расчета и анализа электрических и электронных цепей, технологических основ микроэлектроники, изучение принципов проектирования базовых узлов электронной аппаратуры и способов экспериментальной проверки их функционирования, в том числе узлов сопряжения ЭВМ с устройствами аналоговой электроники.
Задачи освоения дисциплины:
- изучение методов анализа и расчета линейных и нелинейных электрических цепей, в частности, каскадов на биполярных и полевых транзисторах, устройств на основе операционных усилителей, генераторов одиночных импульсов и периодически повторяющихся сигналов, принципа работы источников питания электронной аппаратуры;
- изучение принципов работы и внутреннего устройства
современных логических микросхем (в первую очередь, КМОП и ТТЛ-логики), в частности, устройства портов ввода
вывода общего назначения микроконтроллеров;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.06
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Физика
2.1.2	Электротехника и электроника
2.1.3	Математический анализ
2.1.4	
2.1.5	Настоящая дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана (альтернативным курсом является «Узлы и устройства систем телекоммуникаций»). Изучение данной дисциплины базируемся на следующих курсах: «Физика»,
2.1.6	«Математический анализ», «Электротехника и электроника». Студент должен уметь
2.1.7	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для понимания преподаваемой дисциплины, иметь навыки работы с компьютером как средством
2.1.8	управления информацией. Дисциплина читается в одном семестре с дисциплинами «Схемотехника», «Основы конструирования средств вычислительной техники»
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Дисциплина является предшествующей для изучения
2.2.2	дисциплин: "Микропроцессоры", "Интерфейсы встраиваемых систем", а также создает теоретическую и практическую
2.2.3	базу для формирования способности будущих бакалавров к самостоятельной работе.
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Микропроцессоры
2.2.6	Интерфейсы встраиваемых систем
2.2.7	Производственная практика: Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)
ПК-2: Способен анализировать и сопровождать требования к системе, разрабатывать технические задания на создание и модернизацию систем, проектировать системы малого, среднего и крупного масштаба и сложности
ПК-2.1: Знать: принципы и способы анализа и требований к системам, разработок технических заданий на создание и модернизацию систем: принципы, способы и методы проектировании сложных технических, программных и информационных систем
Результаты обучения: Знает принципы и способы анализа требований к электронным системам, служащих для аналоговой обработки сигналов, в том числе для сопряжения датчиков с микропроцессорными системами, управления индуктивной нагрузкой, обеспечения электропитания оборудования
ПК-2.2: Уметь: анализировать и сопровождать требования к системе, разрабатывать технические задания на создание и модернизацию систем, проектировать системы малого, среднего и крупного масштаба и сложности.
Результаты обучения: Умеет анализировать требования к электронным системам, выполняющим преобразования сигналов, сопряжение датчиков и приводов с управляющими микропроцессорными системами

ПК-2.3: Владеть навыком: анализа и сопровождения требований к системе, разработок технических заданий на создания и модернизации систем, проектирования систем малого, среднего и крупного масштаба и сложности.

Результаты обучения: Владеет навыками проектирования электронных систем малого и среднего масштаба сложности на базе дискретных транзисторов, операционных усилителей и компараторов, специализированных микросхем преобразования напряжения питания, микросхем-драйверов электрических двигателей различных типов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	**Раздел 1. Обучение**			
1.1	Зонная структура полупроводников. Полупроводниковый диод. Биполярный транзистор. /Тема/	7	0	
1.1.1	Кристаллическая структура твердых тел. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Зонная теория: зона проводимости, валентная зона, запрещенная зона, связанные и свободные состояния носителей тока. Уровень Ферми. Зависимость проводимости полупроводников и металлов от температуры. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронно-дырочный (p-n) переход: энергетическая диаграмма, причины односторонней проводимости. Полупроводниковый диод. Устройство и принцип работы биполярного транзистора. /Лек/	7	2	
1.2	Основные схемы включения биполярных транзисторов. Резисторный усилительный каскад. /Тема/	7	0	
1.2.1	Система h-параметров для описания различных схем включения биполярных транзисторов. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора. Схема с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором – особенности функционирования, типичное применение. Использование транзисторных схем для построения усилителей. Выбор рабочей точки. Резисторный усилительный каскад. /Лек/	7	2	
1.3	Устройство, принцип работы и особенности применения полевых транзисторов. /Тема/	7	0	
1.3.1	Устройство и принцип работы полевых транзисторов различных типов. МДП-транзисторы с индуцированным каналом. Устройство и принцип работы биполярных транзисторов с изолированным затвором. Построение энергонезависимой памяти на основе полевых транзисторов. /Лек/	7	2	
1.4	Моделирование работы электронных устройств на биполярных транзисторах. /Тема/	7	0	
1.4.1	Статический режим простейшего усилителя. Упрощенная модель Эберса-Молла. Переходные процессы в простейшем усилителе. Статический режим простейшего биполярного ключа, эквивалентная схема биполярного транзистора, критерий насыщения. Моделирование работы электронных устройств при помощи специализированного программного обеспечения. SPICE-модели. /Лек/	7	2	
1.5	Ключи на биполярных транзисторах. /Тема/	7	0	
1.5.1	Ключи с пассивным и активным рассасыванием зарядов, с рассасыванием зарядов форсирующим конденсатором, с управляющими трансформаторами. Ключ с барьером Шоттки. Параллельное и последовательное соединение ключей. Нагрузочная способность и переходные процессы в простейшем биполярном ключе. Переключатель тока. /Лек/	7	2	
1.6	Базовый элемент ТТЛ-логики. /Тема/	7	0	
1.6.1	Параметры логических элементов. Построение простейших логических элементов на диодах и транзисторах. Базовый элемент ТТЛ-логики. Логические элементы с открытым коллектором. Подключение нагрузки к выходам логических элементов. Необходимость использования Z-состояния для объединения выходов логических элементов. /Лек/	7	2	
1.6.2	Исследование базового элемента транзисторно-транзисторной логики /Лаб/	7	4	
1.7	Базовый элемент КМОП-логики. /Тема/	7	0	
1.7.1	Варианты реализации логических элементов. Реализация аналогового ключа на КМОП-транзисторах. Совместное использование КМОП и ТТЛ элементов. Преобразователи логических уровней. /Лек/	7	2	
1.8	Устройство и применение портов ввода-вывода общего назначения микроконтроллеров. /Тема/	7	0	

1.8.1	Триггер Шмитта. Реализация альтернативных функций портов ввода-вывода. Особенности реализации линий ввода-вывода цифровых сигналов, совмещенных с аналоговыми входами микроконтроллера. Управление нагрузкой при помощи логических микросхем. Типовые схемы управления электродвигателями постоянного тока: драйвер униполярного шагового двигателя, Н-мост. Особенности построения схем сопряжения выходов логических микросхем с мощными ключами на биполярных и полевых транзисторах. /Лек/	7	2	
1.9	Устройство, принцип работы и особенности применения операционных усилителей. /Тема/	7	0	
1.9.1	Устройство, основные расчетные соотношения и область применения дифференциального усилителя на биполярных транзисторах. Операционный усилитель (ОУ). Схема и анализ работы. Идеальный операционный усилитель. Отрицательная обратная связь. Неинвертирующее, инвертирующее, дифференциальное включение. Повторитель на операционном усилителе. /Лек/	7	2	
1.9.2	Типовые схемы включения операционных усилителей. Исследование сумматора, дифференциатора, умножителя на операционном усилителе. /Лаб/	7	4	
1.10	Униполярное питание операционных усилителей. /Тема/	7	0	
1.10.1	Схема включения ОУ с однополярным питанием и входным сигналом, подаваемым относительно земли. Схемы дифференциального усилителя с одним напряжением питания и смещением, подаваемым на неинвертирующий и инвертирующий вход ОУ. Операционные усилители со входами типа rail-to-rail. Выбор схемы включения ОУ в зависимости от требуемой передаточной характеристики. Особенности использования преобразователей сигналов на операционных усилителях, подключаемых ко входам аналого-цифрового преобразователя микроконтроллеров. /Лек/	7	2	
1.10.2	Исследование типовых схем включения операционных усилителей при униполярном питании /Лаб/	7	4	
1.11	Многообразие аналоговых схем, в основе которых лежат операционные усилители. /Тема/	7	0	
1.11.1	Измерительный усилитель, развязывающий усилитель, усилитель заряда, преобразователи тока в напряжение и напряжение в ток, активные RC-фильтры, интеграторы и дифференциаторы, логарифмирующие и экспоненциальные преобразователи, схемы сложения и вычитания. /Лек/	7	2	
1.12	Измерительный (инструментальный) усилитель. Аналоговый компаратор. /Тема/	7	0	
1.12.1	Коэффициент ослабления синфазного сигнала (КОСС). Методы повышения КОСС. Измерительные усилители на одном, двух и трех операционных усилителях. Промышленные однокристальные измерительные усилители. Использование аналоговых компараторов, входящих в состав микроконтроллеров, для измерения длительности импульсов произвольной формы. /Лек/	7	2	
1.13	Ограничители напряжения. Пиковые детекторы. /Тема/	7	0	
1.13.1	Простейшие схемы ограничителей на диодах и ОУ. Диодный мостовой ограничитель. Ограничитель на ОУ, управляемый напряжением. Универсальный двухсторонний ограничитель. Использование ограничителей напряжения для защиты цифровых и аналоговых входов микроконтроллеров. Двухкаскадный и инвертирующий пиковый детектор. Пиковый детектор с общей обратной связью. Уменьшение скорости спада и увеличение скорости нарастания выходного напряжения детектора. Сброс пикового детектора. /Лек/	7	2	
1.14	Триггеры и мультивибраторы. /Тема/	7	0	
1.14.1	Использование положительной и отрицательной обратной связи. Построение триггеров на транзисторах. RS-триггер. Релаксационные генераторы. Симметричный мультивибратор. Несимметричный мультивибратор. Генератор одиночных импульсов заданной длительности. Использование RC-генераторов в микропроцессорной технике. /Лек/	7	2	
1.15	Вторичные источники питания. Линейные стабилизаторы напряжения. /Тема/	7	0	

1.15.1	Однополупериодный, двухполупериодный, трехфазный выпрямители. Работа выпрямителя на емкостную нагрузку. Сглаживающие фильтры. Линейные стабилизаторы напряжения. Параметрический и компенсационный стабилизаторы напряжения. Компенсационный стабилизатор напряжения последовательного типа. Силовой трансформатор источника питания. Расчет радиатора транзистора компенсационного стабилизатора напряжения. /Лек/	7	2	
1.15.2	Исследование компенсационного стабилизатора напряжения. /Лаб/	7	4	
1.16	Импульсные источники питания. /Тема/	7	0	
1.16.1	Импульсный регулятор и импульсный преобразователь. Повышающие и понижающие регуляторы и преобразователи. Прямоходовые и обратноходовые регуляторы и преобразователи. Электромагнитные помехи и радиопомехи, создаваемые импульсным источником питания. Входной фильтр импульсного источника питания. /Лек/	7	2	
2	**Раздел 2. Самостоятельная работа студентов**			
2.1	Подготовка к отчету лабораторных работ и выполнение контрольной работы. /Тема/	7	0	
2.1.1	Подготовка к отчету лабораторных работ. /Ср/	7	16	
2.1.2	Выполнение контрольной работы. /Контр.раб./	7	43.75	
3	**Раздел 3. Промежуточная аттестация**			
3.1	Контактная работа с ППС. /Тема/	7	0	
3.1.1	Контактная работа с ППС. /КоРа/	7	0.25	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП-отчет по практике.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. В целях освоения компетенций, указанных в рабочей программе дисциплины, предусмотрены следующие вопросы, задания текущего контроля.

5.1 Контрольные вопросы и задания

ПК-2: Способен анализировать и сопровождать требования к системе, разрабатывать технические задания на создание и модернизацию систем, проектировать системы малого, среднего и крупного масштаба и сложности

ПК-2.1: Знать: принципы и способы анализа и требований к системам, разработок технических заданий на создание и модернизацию систем: принципы, способы и методы проектировании сложных технических, программных и информационных систем

Результаты обучения: Знает принципы и способы анализа требований к электронным системам, служащих для аналоговой обработки сигналов, в том числе для сопряжения датчиков с микропроцессорными системами, управления индуктивной нагрузкой, обеспечения электропитания оборудования

Задания
1) Опишите устройство и принцип работы микросхем ТТЛ-логики.
2) Расскажите о мерах по увеличению быстродействия, применяемых а микросхемах ТТЛ-логики.
3) Расскажите о методике расчета элемента ТТЛ-логики.
4) Опишите устройство и принцип работы микросхем КМОП-логики.
5) Опишите устройство и принцип работы аналогового ключа на КМОП-структуре.
6) Оцените преимущества и недостатки использования полевых и биполярных транзисторах в различных ключевых схемах (управление двигателями постоянного тока, создание твердотельных реле, реализация линейных и импульсных источников вторичного питания).
7) Опишите внутреннее устройство, назначение, основные свойства операционных усилителей.
8) Расскажите о типовых схемах включения операционных усилителей в цепях с биполярным и униполярным источником питания.
9) Расскажите о правилах подключения неиспользуемых операционных усилителей, находящихся в одном корпусе с задействованными в схеме, и основные правила трассировки печатных плат, имеющих в своем составе операционные усилители.
10) Расскажите об устройстве, назначении, типовых способах использования аналогового компаратора.

ПК-2.2: Уметь: анализировать и сопровождать требования к системе, разрабатывать технические задания на создание и модернизацию систем, проектировать системы малого, среднего и крупного масштаба и сложности.

Результаты обучения: Умеет анализировать требования к электронным системам, выполняющим преобразования сигналов, сопряжение датчиков и приводов с управляющими микропроцессорными системами.

1) Расскажите об использовании "монтажного И" при соединении микропроцессорных систем по шине I2C.
2) Расскажите о типовых схемах согласования термопары К-типа со входом аналого-цифрового преобразователя, встроенного в однокристальный микроконтроллер.
3) На основе заданных требований к выходному напряжению и тока обоснуйте выбор типа (импульсный или линейный) и предложите схему вторичного источника питания.
4) Опишите области использования пиковых детекторов.

ПК-2.3: Владеть навыком: анализа и сопровождения требований к системе, разработок технических заданий на создания и модернизации систем, проектирования систем малого, среднего и крупного масштаба и сложности.

Результаты обучения: Владеет навыками проектирования электронных систем малого и среднего масштаба сложности на базе дискретных транзисторов, операционных усилителей и компараторов, специализированных микросхем преобразования напряжения питания, микросхем-драйверов электрических двигателей различных типов

Задания
1) Рассчитайте цифро-аналоговый преобразователь типа R2R, подключаемый к выходам портов ввода-вывода однокристального микроконтроллера.
2) Спроектируйте схему управления мощным двигателем постоянного тока с использованием оптронной развязки.
3) Рассчитайте параметрический преобразователь напряжения, зная выходной ток и напряжение.

5.2 Темы письменных работ (контрольная работа)

На контрольную работу студенту выдается индивидуальное задание (по вариантам), заключающееся в расчете и моделировании на компьютере линейного источника питания на основе компенсационного стабилизатора. Работа выполняется в письменной форме в течение 8 недель с момента выдачи задания. Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра.
Примерное содержание контрольной работы
1) Титульный лист.
2) Формулировка условий задачи, включенной в задание по контрольной работе, в частности, схема электрическая принципиальная, перечень используемых электронных компонентов, перечисление токов и напряжений на участках электрической схемы, которые должны быть рассчитаны.
3) Основная часть, включающая:
- словесное описание работы схемы с указанием, какие транзисторы открыты и закрыты при различных значениях входных сигналов, с описанием назначения всех компонентов электронной схемы,
- необходимые сведения из литературы, касающиеся параметров используемых в рассматриваемой схеме электронных компонентов, в особенности – параметров используемых транзисторов,
- расчет напряжений и токов, текущих через все резисторы, входящих в состав схемы в статическом режиме работы схемы при различных значениях входных сигналов,
- описание процесса и результатов моделирования электронной схемы компенсационного стабилизатора при помощи специализированной программы (например, National Instruments Multisim).
- графики, иллюстрирующие выпрямление переменного тока на диодном мосте, сглаживание пульсаций при помощи фильтра, процесс стабилизации напряжения и тока при включении нагрузки.
4) Заключение, где оценивается степень совпадения и реалистичность результатов расчетов и моделирования,
5) Список использованных источников (включая источники Интернет).

Правила оформления контрольной работы
- контрольная работа оформляется в редакторе MS Word / OpenOffice (*.doc, *.docx, *.odt);
- листы формата А4, ориентация книжная;
- поля: левое – 2 см, остальные – по 1 см;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта 14 pt;
- междустрочный интервал – 1,5;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- нумерация страниц сквозная, номер на первой странице не ставится;
- в конце работы необходим список использованной литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008;
- объем работы зависит от степени раскрытия основных пунктов контрольной работы.

5.3 Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент может демонстрировать следующие уровни овладения компетенциями.

Повышенный уровень: обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения

из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий. Оценка промежуточной аттестации (зачет): зачтено – 90 баллов и более.

Базовый уровень: обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий. Оценка промежуточной аттестации (зачет): зачтено – 76-89 баллов.

Пороговый уровень: обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий на репродуктивном уровне. Оценка промежуточной аттестации (зачет): зачтено – 61-75 баллов.

Уровень ниже порогового: система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности. Оценка промежуточной аттестации (зачет): незачтено – ниже 61 балла.

В рамках данной дисциплины используются следующие критерии оценки знаний студентов.

Отлично
Обучающийся демонстрирует:
- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженную способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;
- умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Хорошо
Обучающийся демонстрирует:
- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины;
- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины;
- свободное владение типовыми решениями;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;
- активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует:
- достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине;
- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине;
- работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Неудовлетворительно
Обучающийся демонстрирует:
- фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых логических ошибок;
- пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.

5.4. Вопросы промежуточной аттестации

1. Подготовительные операции при производстве полупроводниковых микросхем, эпитаксия, термическое окисление, легирование, ионная имплантация, травление, маски, процесс фотолитографии, фотошаблоны.
2. Технологические операции: термическое (вакуумное) напыление, катодное напыление, ионно-плазменное напыление, анодирование, электрохимическое осаждение, металлизация, сборочные операции.
3. Тонкопленочные и толстопленочные гибридные интегральные схемы. Последовательность технологических операций, монтаж навесных компонентов.
4. Полупроводники, диэлектрики, металлы. Зонная теория полупроводников. Уровень Ферми. Собственная и примесная проводимость полупроводников. p-n переход. Вольтамперная характеристика полупроводникового диода. Принцип работы биполярного транзистора.
5. Система h-параметров для описания различных схем включения биполярных транзисторов. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора.
6. Схемы включения транзистора с общей базой, с общим эмиттером и общим коллектором. Параметры биполярного транзистора. Принцип работы и область применения эмиттерного повторителя.
7. Принципы построения усилителей на биполярных транзисторах. Резисторный усилительный каскад.
8. Устройство и принцип работы полевых транзисторов различных типов. МДП-транзисторы с индуцированным каналом.
9. Устройство и принцип работы биполярных транзисторов с изолированным затвором.
10.Построение энергонезависимой памяти на основе полевых транзисторов.
11.Статический режим простейшего биполярного ключа, эквивалентная схема биполярного транзистора, критерий насыщения. Упрощенная модель Эберса-Молла.
12.Переходные процессы в простейшем усилителе. Статический режим простейшего биполярного ключа, эквивалентная схема биполярного транзистора, критерий насыщения.
13.Моделирование работы электронных устройств при помощи специализированного программного обеспечения. SPICE-модели.
14.Ключи с пассивным и активным рассасыванием зарядов. Ускоряющий конденсатор. Ключ с барьером Шоттки. Основные расчетные соотношения.
15.Нагрузочная способность ключа. Переходные процессы в простейшем биполярном ключе. Влияние емкости нагрузки.
16.Параллельное соединение ключей. Последовательное соединение ключей.
17.Переключатель тока. Статический режим. Последовательное соединение переключателей.
18.Составные транзисторы. Расчет токов.
19.Параметры логических элементов. Простейшие модели логических элементов на основе диодов, резисторов и транзисторов.
20.Базовый элемент транзисторно-транзисторной логики. Преимущества и недостатки микросхем ТТЛ. Логические элементы с открытым коллектором. Подключение нагрузки к выходам логических элементов. Необходимость использования Z-состояния для объединения выходов логических элементов.
21.Ключи на полевых транзисторах. Принцип работы, расчет, использование различных типов полевых транзисторов.
22.Базовый элемент КМОП – логики. Преимущества и недостатки микросхем КМОП.
23. Реализация аналогового ключа на КМОП-транзисторах. Совместное использование КМОП и ТТЛ элементов. Преобразователи логических уровней.
24.Триггер Шмитта.
25.Устройство линий ввода-вывода общего назначения современных микроконтроллеров. Применение выхода с открытым коллектором (открытым стоком). Монтажное И. Монтажное ИЛИ. Использование внутренних и внешних подтягивающих резисторов для борьбы с наводками. Значение входного и выходного сопротивлений линий общего назначения.
26.Устройство линий ввода-вывода общего назначения, совмещенных с аналоговыми входами/выходами современных микроконтроллеров. Особенности конструирования печатных плат, содержащих цифровые и аналоговые элементы.
27.Управление нагрузкой при помощи логических микросхем. Типовые схемы управления электродвигателями постоянного тока: драйвер униполярного шагового двигателя, Н-мост. Особенности построения схем сопряжения выходов логических микросхем с мощными ключами на биполярных и полевых транзисторах.
28.Устройство, основные расчетные соотношения и область применения дифференциального усилителя на биполярных транзисторах.
29.Операционный усилитель (ОУ). Схема и анализ работы. Идеальный операционный усилитель. Отрицательная обратная связь. Неинвертирующее, инвертирующее, дифференциальное включение. Повторитель на операционном усилителе.
30.Схема включения ОУ с однополярным питанием и входным сигналом, подаваемым относительно земли. Схемы дифференциального усилителя с одним напряжением питания и смещением, подаваемым на неинвертирующий и инвертирующий вход ОУ.
31.Операционные усилители со входами типа rail-to-rail. Выбор схемы включения ОУ в зависимости от требуемой передаточной характеристики. Особенности использования преобразователей сигналов на операционных усилителях, подключаемых ко входам аналого-цифрового преобразователя микроконтроллеров.
32.Измерительный усилитель. Параметры. Изменение коэффициента усиления. Повышение линейности измерительного усилителя и его коэффициента ослабления синфазного сигнала (КОСС). Схема, принцип работы, преимущества и недостатки. Промышленные однокристальные измерительные усилители.
33.Развязывающий усилитель с линеаризующей обратной связью. Схема, принцип работы, преимущества и недостатки.
34.Использование аналоговых компараторов, входящих в состав микроконтроллеров, для измерения длительности импульсов произвольной формы.
35.Ограничители напряжения. Простейшие схемы ограничителей на диодах и принцип действия.
36.Инвертирующий усилитель-ограничитель на ОУ.
37.Ограничитель на ОУ с диодным мостом и стабилитроном.
38.Диодный мостовой ограничитель. Характеристика и принцип работы. Улучшение характеристики диодного мостового

ограничителя.
39.Ограничитель на ОУ, управляемый напряжением. Характеристика и принцип работы.
40.Универсальный двухсторонний ограничитель.
41.Пиковые детекторы. Пиковые детекторы со сбросом. Схема и принцип действия.
42.Двухкаскадный пиковый детектор. Инвертирующий пиковый детектор.
43.Применение транзистора для увеличения скорости нарастания пикового детектора.
44.Использование положительной и отрицательной обратной связи. Построение триггеров на транзисторах. RS-триггер. Релаксационные генераторы.
45.Симметричный и несимметричный мультивибраторы на транзисторах. Принцип действия.
46.RC – генератор на элементах НЕ, И-НЕ.
47.Получение импульсов заданной длительности. Одновибратор на элементах И-НЕ.
48.Вторичные источники питания. Выпрямители (однополупериодный, двухполупериодный, трехфазный).
49.Работа выпрямителя на емкостную нагрузку. Расчет двухполупериодного выпрямителя.
50.Расчет сглаживающего фильтра.
51.Линейные стабилизаторы напряжения. Параметрический и компенсационный стабилизаторы напряжения. Расчет компенсационного стабилизатора напряжения последовательного типа.
52.Импульсные источники питания. Импульсный регулятор и импульсный преобразователь.
53.Повышающие и понижающие регуляторы и преобразователи.
54.Прямоходовые регуляторы и преобразователи.
55.Обратноходовые регуляторы и преобразователи.
56.Электромагнитные помехи и радиопомехи, создаваемые импульсным источником питания. Входной фильтр импульсного источника питания.

5.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине) и семестровую аттестацию (зачет) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.

По данной дисциплине, завершающейся зачетом, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 60 баллов. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля и количества баллов, набранных на семестровой аттестации (зачете).

Система оценивания

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К основным формам текущего контроля можно отнести устный опрос, письменные задания, лабораторные работы, контрольную работу.

Контрольная работа
Контрольная работа представляет собой законченную работу, заключающуюся в расчете и моделировании логического элемента транзисторно-транзисторной логики. Полностью выполненная контрольная работа оценивается в 28 баллов.

Лабораторная работа
Лабораторная работа является формой контроля и средством применения и реализации полученных обучающимися знаний, умений и навыков в ходе выполнения учебно-практической задачи, связанной с получением значимого результата с помощью реальных средств деятельности. Рекомендуются для проведения в рамках тем (разделов), наиболее значимых в формировании компетенций. За каждое полностью выполненное лабораторное задание начисляется 8 баллов. В рамках данной дисциплины планируется 4 лабораторные работы. Темы лабораторных работ указаны в разделе “4. Структура и содержание дисциплины (модуля, практики)”.

Устный опрос, собеседование
Устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Процедуры направлены на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Устный ответ или собеседование может практиковаться преподавателем для уточнения знаний на практических и лабораторных занятиях.

Устный опрос включает 1 вопрос из группы вопросов “5.1 Контрольные вопросы и задания”, собеседование может включать более 1-го вопроса того же списка. Ответ оценивается от 0 до 3 баллов следующим образом:
3 балла - полный, логически безупречный ответ;
2 балла - ответ в целом полный, но могут иметь место несущественные пробелы в знаниях; логика ответа правильная, но некоторые моменты в своих рассуждениях студент обосновать затрудняется;
1 балл - ответ частичный, содержит значительные изъяны; нарушений логики ответа нет, но имеется ряд логических переходов в рассуждениях, которые студент обосновать затрудняется.

Промежуточная аттестация. Зачет.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний, умений и навыков, в некоторых случаях – даже формирование определенных компетенций. В рамках данного предмета к форме промежуточного контроля относится зачет.

Зачет по дисциплине имеет цель оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач. Зачет проводится в устной форме либо в виде тестов на компьютере. В ходе зачета студент пишет ответ на заданные преподавателем вопросы. Во время зачета студент должен ответить на два вопроса. Вопросы берутся из списка "5.4. Вопросы промежуточной аттестации", оцениваемых по 20 баллов. При проведении тестов дается тест на 20 вопросов по тематике устного зачета, каждый ответ оценивается в 2 балла. Дополнительные баллы, помимо баллов, полученных за контрольную работу и отчет лабораторных, могут быть заработаны за правильные ответы в ходе опросов и собеседований.

Если суммарное число баллов набранных в семестре по результатам модулей и полученных на зачете
- от 61 до 75 , то ставится итоговая оценка "зачтено",
- от 76 до 89, то ставится итоговая оценка "зачтено",
- от 90 до 100, то ставится итоговая оценка "зачтено".

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0866-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210218 (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Э2	Дыбко, М. А. Цифровая микроэлектроника : учебное пособие / М. А. Дыбко, А. В. Удовиченко, А. Г. Волков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 200 с. — ISBN 978-5-7782-3834-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152139 (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Э3	Огородников, Д. Н. Микроэлектроника. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Д. Н. Огородников. — Томск : ТПУ, 2020. — 101 с. — ISBN 978-5-4387-0929-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/246200 (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Э4	Шарапов, А. В. Микроэлектроника : учебное пособие / А. В. Шарапов. — Москва : ТУСУР, 2007. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/5449 (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Э5	Васильев, В. Ю. Современное производство изделий микроэлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-3907-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152235 (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Э6	Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/205958 (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	OpenOffice, LibreOffice – офисные пакеты
6.3.1.2	ОС Linux Ubuntu/Mint – операционные системы
6.3.1.3	Oracle Virtual Box – гипервизор виртуальных машин
6.3.1.4	Samba – клиент-серверное приложение доступа к сетевым дискам и принтерам

6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

6.3.2.1	https://www.linux.org.ru/
6.3.2.2	https://linux.org/
6.3.2.3	https://ubuntu.com/
6.3.2.4	Библиотека (НТБ), http://library.vstu.ru/sci-nci
6.3.2.5	Электронная информационно-образовательная среда университета,http://eos2.vstu.ru
6.3.2.6	ЭБС "Лань", https://e.lanbook.com/
6.3.2.7	ЭБС "Book.ru", https://www.book.ru/
6.3.2.8	Электронная библиотека "Grebennikon", https://grebennikon.ru/

6.3.2.9	Библиографическая и реферативная база данных статей, опубликованных в научных изданиях “Scopus”, https://www.scopus.com/
6.3.2.10	Российская научная электронная библиотека, интегрированная с РИНЦ “eLIBRARY.ru”, https://www.elibrary.ru/
6.3.2.11	Поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов “Web of Science”,https://webofknowledge.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	Лаборатория сетевых технологий / Мультимедийный класс 1) ПЭВМ Intel DualCore 2ГГц / 2Гб RAM / LCD 19" - 8 шт.; 2) экран EliteScreens; 3) проектор Acer 1200;
7.2	Учебная лаборатория 1) Ноутбуки HP Elitebook 8460p – 4 шт., 2) Ноутбуки HP EliteBook 8570p - 4 шт. 3) Ноутбук Lenovo ThinkPad T420 – 4 шт. 4) экран EliteScreens; 5) проектор Acer 1203; 6) доступ в Интернет и к наукометрическим базам данных
7.3	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся./Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (читальный зал информационно-библиотечного центра)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по данной дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестации ее части)освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).
Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.
Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первой лекции лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым.
Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы дисциплины.
Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач, аналогичные которым, будут выполнять студенты на лабораторных работах.
Лабораторные работы предполагают выполнение и отчет заданий по темам, рассмотренным на лекционных и закрепленных на практических занятиях. Каждому лабораторному занятию предшествует самостоятельная подготовка студента,
включающая:
ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям;
проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях;

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к лабораторным работам, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.

В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине, а также консультация перед зачетом.
Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов
Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.
В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.
Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).
Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических

особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.
При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

В рамках курса планируется проведение следующих лабораторных работ:
1) Исследование базового элемента. транзисторно-транзисторной логики.
2) Типовые схемы включения операционных усилителей. Исследование сумматора, дифференциатора, умножителя на операционном усилителе.
3) Исследование типовых схем включения операционных усилителей при униполярном питании.
4) Исследование компенсационного стабилизатора напряжения.