

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**Утверждаю**  
Директор филиала МЭИ  
в г. Смоленске  
\_\_\_\_\_ А.С. Федулов

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
для ПОСТУПАЮЩИХ в МАГИСТРАТУРУ**

Направление подготовки  
**11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА и НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

Магистерская программа:  
Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Зав. кафедрой  
электроники и микропроцессорной техники

доцент \_\_\_\_\_ И.В. Якименко  
\_\_\_\_\_ 2016 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ

## 1.1. Основные темы для подготовки к вступительному экзамену в магистратуру по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

**Твердотельная электроника.** Явления переноса в твердых телах. Качественная теория электропроводимости п/п. Примесные п/п. Зонные диаграммы п/п. Концентрация свободных носителей в п/п. Уровень Ферми в собственных и примесных п/п. Дрейфовое и диффузное движение носителей. Зависимость электропроводности п/п от температуры. Неравновесная концентрация носителей заряда. Механизм рекомбинации носителей в п/п. Их время жизни.

Контактные явления в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Равновесное состояние р-п перехода. Контактная разность потенциалов. Ширина области объемного заряда. Прямое и обратное смещение р-п перехода. Концентрации носителей в р-п переходе. Инжекция и экстракция носителей. Вольтамперная характеристика идеализированного р-п перехода. Особенности ВАХ реальных р-п переходов. Пробой р-п перехода. Виды и механизмы пробоя р-п перехода. Барьерная и диффузионная емкости р-п перехода. Области применения.

Контакт металл-полупроводник. Контакт металл-диэлектрик-полупроводник (МДП). Барьер Шотки. Идеализированная структура МДП. Физические процессы в идеализированной МДП-структуре. Особенности реальной МДП-структуры.

Полупроводниковые диоды. Система условных обозначений п/п приборов. Выпрямительные диоды. Стабилитроны. Варикапы. Импульсные диоды. Диоды Шотки.

Биполярные транзисторы. Структура и принцип работы биполярных транзисторов. Зависимость коэффициента передачи тока биполярного транзистора от его конструктивных параметров. Уравнения Эберса-Молла. Малосигнальные параметры и эквивалентные схемы биполярных транзисторов. Статистические входные и выходные вольтамперные характеристики биполярного транзистора в схемах с ОБ и ОЭ. Особенности реальных ВАХ биполярных транзисторов. Эффект Эрли. Зависимость коэффициентов передачи токов от тока  $I_э$ . Зависимость статических характеристик биполярных транзисторов от температуры. Предельные напряжения биполярного транзистора. Переходные процессы в биполярных транзисторах (ОБ, ОЭ). Частотные свойства биполярных транзисторов в схемах с ОБ и ОЭ.

Тиристоры. Структура и принцип действия. Способы переключения. Параметры и характеристики. Транзисторная модель диодного тиристора (динистора). ВАХ динистора. Симисторы. Переходные процессы и динамические параметры.

Полевые транзисторы. ПТ с управляющим р-п – переходом. Устройство и принцип действия. Статические характеристики. Основные параметры.

МДП-транзисторы. ПТ с изолированным затвором. Статические характеристики и параметры МДП-транзистора с индуцированным затвором. МДП-транзистор со встроенным каналом. Влияние температуры на характеристики ПТ. Динамические свойства и эквивалентные схемы замещения униполярных транзисторов. Основные статические и динамические параметры. Основные конструкторско-технологические разновидности МДП-транзисторов. МДП-транзистор с коротким каналом. Двухзатворные транзисторы. ПТ с зарядовой связью. Полевые СВЧ-транзисторы.

**Микроэлектроника.** Классификация интегральных микросхем: полупроводниковые и гибридные, на биполярных и МДП – элементах; активные и пассивные элементы интегральных микросхем.

Основные термины и определения микроэлектроники. Структура и особенности параметров п/п ИС. Разновидности и особенности интегральных p-n транзисторов. Транзисторы с комбинированной изоляцией. Структура многоэмиттерного транзистора. Транзисторы Шотки в интегральном исполнении. Транзисторы типа p-n-p. Интегральные диоды. ВАХ транзисторных структур в различных диодных включениях. Особенности интегральных МДП – транзисторов. Основные конструктивно-технологические разновидности МДП-транзисторов. Транзисторы с каналом n-типа и самосовмещенными затворами, параметры и характеристики транзисторов с коротким каналом, двухзатворные транзисторы, полевые СВЧ-транзисторы. Пассивные элементы полупроводниковых ИС. Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы. Конденсаторы и индуктивные элементы.

Цифровые и аналоговые ИС: малой, средней, большой и сверхбольшой степени интеграции. Проблемы повышения степени интеграции. Матричные БИС. Основы аналоговых интегральных схем Основы цифровых интегральных схем. Логические элементы (ЛЭ). Классификация ЛЭ. Основные параметры и характеристики ЛЭ. Инверторы в интегральных схемах. Инверторы на биполярных транзисторах. Инверторы на МДП-транзисторах.

Схемотехнические структуры интегральной микроэлектроники. Базовый элемент диодно-транзисторной логики. Базовый элемент транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). ТТЛ с простым инвертором. ТТЛ со сложным инвертором. Статические характеристики ТТЛ вентиля. Передаточная характеристика ТТЛ вентиля. Определение основных параметров ТТЛ. Динамические свойства ТТЛ вентиля. Варианты схем ТТЛ. Вентиль ТТЛ с повышенной нагрузочной способностью. ТТЛ Шотки. Вентиль ТТЛ с открытым коллектором. Возможные схемы подключения светодиодов. Схема подключения сопротивления нагрузки. Вентиль ТТЛ с тремя выходными состояниями. Вентили И-ИЛИ-НЕ, логические расширители. Вентили ТТЛ без инверсии. Элементы эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ). Принцип действия базового ЭСЛ вентиля. Особенности выполнения и параметры реальных вентилях ЭСЛ. Статические и динамические параметры ЭСЛ вентилях. Передаточная характеристика. Входная характеристика ЭСЛ. Выходная характеристика ЭСЛ. Динамические свойства ЭСЛ вентиля. Логические элементы БИС с инжекционным питанием. Базовый элемент интегральной инжекционной логики (И<sup>2</sup>Л). Параметры и характеристики И<sup>2</sup>Л. Нагрузочная способность и быстродействие И<sup>2</sup>Л. Ключевые схемы на однотипных МДП – транзисторах. Их основные статические и динамические параметры. Переходные процессы ключевых схем. Базовые логические элементы на МДП-транзисторах. Схемы И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И-ИЛИ-НЕ. Основные свойства ключа на КМДП транзисторах. Особенности и параметры схем КМДП. Переходные процессы КМДП структур. Логические элементы на КМДП структурах.

Элементы полупроводниковых запоминающих устройств. Классификация и типы ЗУ. Основные статические и динамические параметры ЗУ. Структура ОЗУ. Структура ЗУ с одномерной адресацией. ЗУ с двумерной адресацией. Элементы памяти на биполярных транзисторах. Статические ОЗУ на биполярный и МДП – транзисторах. Ос-

новные режимы работы элемента памяти. Динамические ОЗУ. Параметры динамических ОЗУ. Элементы микросхем репрограммируемых ПЗУ. Способы программирования элементов ЭСППЗУ. Триггерные элементы памяти. Полупроводниковые микросхемы памяти.

Элементы функциональной электроники. Функциональная электроника – перспективное направление в микроэлектронике. Элементы функциональной электроники на поверхностных акустических волнах. Элементы функциональной электроники на цилиндрических магнитных доменах. Устройство и принцип действия прибора с зарядовой связью.

**Квантовая и оптическая электроника.** Способы описания электромагнитного излучения оптического диапазона. Основные характеристики и свойства оптического излучения. Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами. Энергетические состояния квантовых систем. Оптические переходы, структура спектров. Ширина, форма и уширение спектральных линий. Оптические явления в средах с различными агрегатными состояниями. Нелинейно-оптические эффекты.

Основные типы некогерентных источников оптического излучения. Принципы действия излучающих диодов видимого и инфракрасного диапазонов. Основные параметры и характеристики излучающих диодов.

Активные среды и методы создания инверсной населенности. Насыщение усиления в активных средах.

Основные типы когерентных источников оптического излучения. Условия лазерного усиления и лазерной генерации. Оптические квантовые усилители и генераторы. Оптические резонаторы. Разновидности газовых и твердотельных лазеров. Параметры и характеристики аргоновых, гелий-неоновых и  $\text{CO}_2$ -лазеров. Лазеры на ИАГ-Nd, стекле с неодимом и рубиновые лазеры. Области применения. Принцип действия, основные параметры и характеристики полупроводниковых инжекционных лазеров. Полупроводниковые лазеры с электронной накачкой. Области применения полупроводниковых лазеров. Способы внутренней и внешней модуляции лазерного излучения. Анализ скоростных уравнений. Принцип сверхскоростной модуляции.

Физические принципы и основные элементы для регистрации оптического излучения. Основные характеристики полупроводниковых фотоприемников. Многоэлементные фотоприемники. Сравнительный анализ быстродействующих фотодиодов, применяемых в волоконно-оптических линиях связи. P-i-n фотодиоды. Фотодиоды с барьером Шотки. Лавинные фотодиоды.

Физические принципы и основные элементы для модуляции оптического излучения. Эффекты Погкельса и Керра. Принцип действия и характеристики электрооптических модуляторов. Полупроводниковые модуляторы света.

Физические принципы и основные элементы для отклонения оптического излучения. Принцип действия и основные характеристики дефлекторов лазерного излучения.

Физические принципы и основные элементы для передачи оптического излучения. Эффекты полного внутреннего отражения света. Принцип действия волоконных световодов. Одномодовые и многомодовые оптические волокна. Градиентные световоды и световоды со ступенчатым профилем показателя преломления. Основные параметры и характеристики волоконных световодов и оптических кабелей. Апертурный

угол, затухание, дисперсия, критическая частота и регенерационная длина оптического кабеля. Принципы построения и структурные схемы волоконно-оптических линий систем цифровой связи. Передающие и приемные оптические модули.

Основные принципы усиления оптического излучения. Оптические усилители.

Физические принципы и основные элементы для обработки электрических сигналов. Основные характеристики и параметры резисторных и диодных оптопар. Статический и динамический режим работы. Параметры гальванической развязки. Анализ работы и основные характеристики транзисторных и тиристорных оптопар. Схемы включения. Области применения. Аналоговые и цифровые оптоэлектронные интегральные микросхемы. Принцип работы. Параметры и характеристики. Принципы построения электронных схем с применением резисторных, диодных, транзисторных и тиристорных оптопар.

**Электронные цепи и микросхемотехника.** Усилители электрических сигналов. Основные характеристики усилителей. Амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная, амплитудно-фазовая и переходная характеристики. Обратные связи в схемах усилителей. Виды обратной связи. Последовательная обратная связь по напряжению. Коэффициент усиления при последовательной обратной связи по напряжению. Режимы работы транзистора в усилительных каскадах (классы усилителей). Задание и стабилизация рабочей точки в каскадах с ОЭ. Усилители мощности. Схемы оконечных каскадов бестрансформаторных усилителей мощности. Режим АВ в бестрансформаторных усилителях мощности. Интегральные операционные усилители. Свойства идеального ОУ. Основные параметры ОУ.

Ключевой режим работы электронных устройств. Функциональная схема ключевого элемента. Основные требования, предъявляемые к ключевым элементам. Особенности работы биполярного транзистора в ключевом режиме. Транзисторный ключ по схеме ОЭ. Особенности насыщенных и ненасыщенных ключей. Пути повышения быстродействия транзисторных ключей. Ненасыщенные ключи. Ключ с форсирующей емкостью.

Нелинейные режимы работы электронных схем. Генерация электрических сигналов нелинейными схемами. Нелинейный режим работы ОУ. Компаратор на ОУ. Компаратор с положительной ОС. Автоколебательные мультивибраторы на ОУ. Мульти-вибратор на ОУ со стабильной амплитудой. Мульти-вибратор на ОУ с дифференцирующей цепью в ОС. Интегральный таймер. Автоколебательный мультивибратор на таймере. Регулировка частоты и скважности.

**Цифровая техника.** Общие сведения о цифровых устройствах, разновидности цифровых устройств, способы выполнения операций над кодовыми словами. Алгебра логики. Основные логические операции и их обозначения. Формы представления функций алгебры логики. Основные аксиомы и теоремы алгебры логики. Универсальные логические операции и их особенности. Функции Пирса и Шеффера. Формы ДНФ и КНФ. Переход от логической функции к комбинационной цифровой схеме. Минимизация логических функций. Минимизация ФАЛ с помощью карт Карно-Вейча. Минимизация недоопределенных ФАЛ. Запись, минимизация и реализация логических функций в универсальных базисах.

Коды и системы счисления. Позиционные (арифметические) и непозиционные системы счисления. Основание кода алфавита и длина кодового слова. Позиционная двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная системы счисления, понятие бита, байта, машинного слова. Представление натуральных, дробных и отрицательных чисел в двоичной позиционной системе счисления. Представление отрицательных чисел. Прямой, обратный, дополнительный и смещенный коды. Формат целого без знака и со знаком (байт). Формат целого без знака и со знаком (слово — 2 байта). Операция вычитания двоичных чисел с использованием дополнительного кода. Код Грея. Помехозащищенные коды. Код с контролем паритета. Код Хемминга. Данные в формате ASCII. Двоично-кодированные десятичные (BCD) данные (упакованный и неупакованный формат).

Представление действительных чисел в форме с плавающей точкой. Действительные числа одинарной и двойной точности.

Элементы цифровых устройств. Комбинационные и последовательностные схемы. Цифровые конечные автоматы. Автоматы Мура и Мили. Шифраторы, дешифраторы, преобразователи кодов. Мультиплексоры и демультиплексоры. Компараторы кодов. Двоичные полусумматор и сумматор. Построение многоразрядного двоичного сумматора. Арифметико-логические устройства (АЛУ). Классификация АЛУ. Принципы построения аппаратных умножителей двоичных чисел.

Триггеры. Классификация триггеров. Взаимные преобразования триггеров. Асинхронный RS-триггер. Синхронный RS-триггер, управляемый уровнем синхросигнала. D-триггер защелка (Latch), управляемый уровнем синхросигнала. D-триггеры с динамическим синхровходом Flip-Flop: двухтактный (master-slave) D-триггер, шестиэлементный D-триггер. Счетный триггер (T-триггер). Универсальный JK-триггер. Двухступенчатый JK-триггер (Master-slave). Явления захвата нулей и единиц в двухтактном JK-триггере. Шестиэлементный JK-триггер. JK-триггер с внутренними задержками.

Счетчики. Классификация счетчиков. Двоичные счетчики суммирующие, вычитающие и реверсивные с последовательным переносом. Динамика счетчиков с последовательным переносом, возникновение ложных состояний в них. Синхронные счетчики с параллельным переносом. Организация межразрядной связи для реверсивного счетчика. Счетчики с комбинированным переносом. Счетчик со сквозным переносом. Двоично-кодированные счетчики, методы их построения (модификация межразрядных связей и метод управляемого сброса). Счетчики с недвоичным кодированием состояний. Счетчики в коде Грея. Счетчики в коде «1 из N», счетчики Джонсона, распределители тактов. Счетчики с самовосстановлением после сбоя.

Регистры и их классификация. Параллельные и последовательные (сдвиговые) регистры. Универсальные регистры.

**Электронные промышленные устройства.** Информационные основы построения электронных промышленных устройств (ЭПУ). Виды информации, сигналы. Преобразование Фурье, спектры сигналов. Носители сигналов и их модуляция. Дискретизация непрерывных сигналов по времени. Теорема Котельникова-Найквиста. Дискретизация по уровню (квантование). Связь наилучшего достижимого отношения сигнал-шум в ЦОС-системе с частотой дискретизации и разрядностью квантователя. Количественное измерение информации в сигнале. Основные характеристики кодов, выбор

оптимальной значности кода. Теорема Хартли-Шеннона. Помехозащищенное кодирование.

Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП), их классификация. Параллельные ЦАП. ЦАП с суммированием весовых токов (с двоично-взвешенными сопротивлениями). ЦАП на основе матрицы  $R-2R$ , формирование выходного сигнала в виде напряжения. ЦАП на источниках тока. Параллельный ЦАП на переключаемых конденсаторах. ЦАП с суммированием напряжений. Последовательные ЦАП. ЦАП с широтно-импульсной модуляцией. Последовательный ЦАП на переключаемых конденсаторах. Интерфейсы цифро-аналоговых преобразователей. Применение ЦАП: аттенюаторы и интеграторы на ЦАП, перемножители сигналов, системы прямого цифрового синтеза сигналов. Основные параметры ЦАП.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Основные принципы построения АЦП, классификация АЦП. Параметры АЦП. Апертурная погрешность АЦП. Устройства выборки-хранения (УВХ). Последовательные АЦП. Последовательные АЦП с единичным приближением. Последовательные АЦП с двоично-взвешенным приближением. АЦП с промежуточным преобразованием в интервал времени. АЦП с промежуточным преобразованием напряжения в частоту. Преобразователи напряжение частота. Сигма-дельта преобразователи. Сигма-дельта АЦП и формирование шума квантования. Цифровая фильтрация и децимация. АЦП двухтактного интегрирования. Параллельные АЦП. АЦП считывания, flash. Последовательно-параллельные АЦП: многоступенчатые, конвейерные, многотактные.

Цифровые фильтры (ЦФ). Цифровая функция передачи фильтра. Описание ЦФ в частотной области. Цифровая обработка сигналов. Реализация цифровых фильтров. Основные операции ЦОС. Применение цифровых фильтров. Представление сигналов и основные элементы. Структуры цифровых фильтров: ЦФ нерекурсивные и рекурсивные. Синтез рекурсивного ЦФ по аналоговому фильтру-прототипу. Билинейное преобразование.

**Преобразовательная техника.** Виды преобразования энергии, структурная схема и эксплуатационные характеристики выпрямителей. Однополупериодная схема выпрямления, активная нагрузка. Активно-емкостная и активно-индуктивная нагрузка однополупериодного выпрямителя. Обобщенные характеристики, постоянное подмагничивание трансформатора. Схемы умножения напряжения. Разновидности схем умножения. Двухполупериодные выпрямители. Двухполупериодный выпрямитель с выводом нуля трансформатора, активная нагрузка. Однофазная мостовая схема выпрямления. Активно-емкостная и активно-индуктивная нагрузка, обобщенные характеристики двухполупериодного выпрямителя. Расчет выпрямителя с  $C$ -фильтром методом Терентьева. Приближенный расчет выпрямителя с  $C$ -фильтром. Выбор конденсатора  $C$ -фильтра по допустимой амплитуде напряжения пульсаций. Выбор конденсатора  $C$ -фильтра по допустимой переменной составляющей тока пульсаций. Приближенный расчет выпрямителя с  $C$ -фильтром. Анализ источников погрешности. Трехфазный выпрямитель с выводом нуля трансформатора (3Ф0). Особенности мощных выпрямителей. Аварийные режимы в 3Ф0 схеме. Многофазные выпрямители. Однофазный управляемый выпрямитель. Мостовой управляемый выпрямитель. Мостовой управляемый выпрямитель с неполным числом управляемых вентилях. Регулирование переменного напряжения. Регуляторы с улучшенной формой выходного напряжения. Управляемый выпрямитель с полным числом управляемых вентилях. Расчет  $\Gamma$ -

образного LC-фильтра, особенности его внешней характеристики. Расчет L-фильтра. Однофазный зависимый (ведомый сетью) инвертор со средней точкой трансформатора. Обобщенные регулировочная и внешние характеристики ведомого преобразователя. Реверсивные преобразователи. Непосредственные преобразователи частоты. Регулятор переменного напряжения. Автономные инверторы. Автономный параллельный инвертор тока. Импульсные регуляторы постоянного напряжения. Регулятор первого типа (понижающий), второго типа (повышающий), третьего типа (инвертирующий). Сравнительная характеристика регуляторов различного типа. Разновидности импульсных регуляторов. Последовательно-параллельный регулятор. Фазосдвигающие устройства (ФСУ) вертикального и горизонтального типа. Цифровые ФСУ. Асинхронные СУ. Многоканальные и одноканальные СУ. ФСУ вертикального типа с замкнутым и разомкнутым контурами управления, асинхронной СУ с замкнутым контуром управления, цифровой одноканальной СУ с автоподстройкой частоты. Искажение формы, способ Чиженко. Потребление реактивной мощности, способ Каганова. Мощность искажения. Обобщенный коэффициент мощности. Способы повышения коэффициента мощности. Корректоры коэффициента мощности (ККМ). ККМ на основе регулятора третьего типа (ККМ-3). ККМ на основе регулятора второго типа (ККМ-2) в режиме прерывистых токов. ККМ-2 в режиме непрерывных токов. СУ со скользящими режимами управления. Расчет средних и эффективных (действующих) значений токов в ключевых схемах при типовых формах токов. Разновидности схем ККМ. ККМ с заземленным выходом (безмостовой корректор). Активный выпрямитель. Совмещение функций ККМ и вторичного преобразователя на основе трансформаторных аналогов преобразователя Кука и SEPIC – конвертора. Непосредственные AC/DC преобразователи. Особенности применения блоков питания (БП) с балластным конденсатором. Принцип работы и внешние характеристики БП с мостовым выпрямителем. Непосредственные AC/DC преобразователи серии 1182EM 1, 2, 3. Расчет БП с мостовым выпрямителем. Принцип работы, характеристики и расчет БП с однополупериодным выпрямителем.

## 1.2. Литература

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники - М.: Радио и связь, 2001
2. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: Учеб. для вузов/ В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин – 7-е изд. испр., СПб.: ЛАНЬ, 2003. – 478 с.
3. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник. – Минск: Новое знание; М. ИНФА–М, 2011.
4. Драгунов В.П. Основы нанoeлектроники. Учебное пособие для вузов – Новосибирск: НГТУ, 2000
5. Гусев В.Г, Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов. М. Высшая школа, 2008.
6. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника.– М.: Высшая школа, 2001
7. Астайкин А. И., Смирнов М.К.. Основы оптоэлектроники: Учебное пособие — М.: Высшая школа, 2007.
8. Электроника: Учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. — 4-е издание, стереотипное — М.: Высшая школа, 2008.

9. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника – М.: "Горячая Линия-Телеком", 2003.
10. С.И. Баскаков Радиотехнические цепи и сигналы. Изд-е 3, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2005.
11. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юниме-диастайл, 2002. – 448 с.
12. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: Учеб. Пособие для вузов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 528 с.: ил.
13. Щука А.А. Электроника: Учебник для вузов / СПб.: ВНУ, 2005. – 800 с. Ил
14. Щука А.А. Нанoeлектроника: учебное пособие. М.: Бинoм. Лаборатория знаний. 2012 – 342.
15. Розанов Ю.К. Силовая электроника: Учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Ряб-чинский, А.А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с. (35 экзeмпля-ров в библиотеке, №7724).
16. Попков О.З. Основы преобразовательной техники: Учебное пособие. - М.: Изда-тельский дом МЭИ, 2007. – 199 с. (10 экзeмпляров в библиотеке, №8604; 2005г. – 10 экзeмпляров, №6796).
17. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. Учебник для вузов - Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2004 (25 экзeмпляров в библиотеке, №5194).
18. С. Рама Редди. Основы силовой электроники/ пер. с англ. М.: Техносфера, 2006.- 288 с. (2 экзeмпляра в библиотеке, №6221).
19. Подгорный В.В. Источники вторичного электропитания: Учебное пособие для сту-дентов вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 150 с. (5 экзeмпляров в биб-лиотеке, №11735).

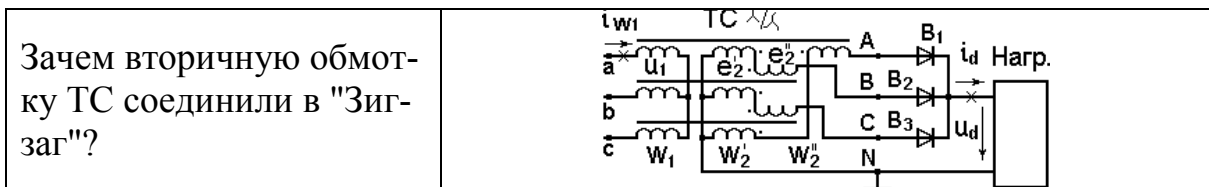
### 1.3. ВОПРОСЫ

#### к вступительным испытаниям для поступающих в магистратуру по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

##### Вопросы базового уровня

1. Обратные связи в схемах усилителей, их классификация.
2. Задание и стабилизация рабочей точки усилительных каскадов на биполярных транзисторах по схеме с общим эмиттером.
3. Двухтактный бестрансформаторный усилитель мощности. Принцип действия, основные схемы включения, отличия режимов работы В и АВ.
4. Интегральные операционные усилители (ОУ), общие сведения. Схемы инвертирующего и неинвертирующего усилителей на ОУ и их основные характеристики.
5. Смещение ОУ с однополярным питанием, введение искусственной нулевой точки.
6. Линейные стабилизаторы напряжения, общие сведения.
7. Форматы представления целых чисел, знаковые и беззнаковые. Прямой, обратный и дополнительный коды.
8. Формат представления чисел с плавающей запятой одинарной точности IEEE 754, мантисса и порядок. Нормализованная и денормализованная формы, представление бесконечности, нуля, «нечисла» (NaN).
9. Теорема Бома-Якопини. Виды алгоритмических структур: линейные, разветвленные, циклические.
10. Виды циклов: с предусловием, с постусловием, со счетчиком. Назначение, схемы циклических алгоритмов и реализация на языке программирования.
11. Инструментальные средства разработки программного обеспечения: интегрированная среда разработки, препроцессор, компилятор, компоновщик, отладчик, профилировщик.
12. Образование свободных носителей заряда в беспримесных и примесных полупроводниках.
13. Электронно-дырочный переход. Равновесное состояние р-п-перехода.
14. Вольт-амперная характеристика диода с р-п-переходом.
15. Принцип построения биполярных транзисторов.
16. Структура и принцип работы диристоров. Вольт-амперная характеристика.
17. Принцип построения полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом. Семейство ВАХ.
18. Оптический спектр электромагнитных колебаний.
19. Явление фотоэффекта в полупроводниках.
20. Физические основы лазерного излучения.
21. Основные виды электронной эмиссии.
22. Общие сведения об электронно-лучевых приборах
23. Ионизированный газ и плазма.
24. Квазистатические и динамические способы управления электронным потоком.
25. Виды преобразования энергии.

26. Основные параметры и соотношения, по которым выбираются выпрямительные диоды из справочников.
27. "Коэффициент пульсаций", обозначение, определение, порядок вычислений и практических измерений.
28. При номинальном токе 5А прямое напряжение на диоде составляет 1,5 В. Рассчитать параметры аппроксимации:  $\Delta E_B$ ,  $r_B$  диф.
29. Зависимые и автономные инверторы. Основные отличия.
30. Параллельные и последовательные инверторы.
31. Ограничение  $\beta_{min}$  на угол управления ведомого преобразователя. Смысл термина «Опрокидывание инвертора».
32. Фазо-импульсные системы управления. Функции фазосдвигающего устройства и выходного формирователя. Суть горизонтального способа управления.
33. Суть вредного влияния вентильного преобразователя на питающую сеть.
- 34.



35. Архитектура и логическая структура информационных сетей.
36. Виды адресации в информационных сетях. Обработка адресной информации в ходе сетевого обмена.
37. Задачи сетевого информационного обмена в соответствии с моделью OSI.
38. Этапы проектирования электронной аппаратуры. Состав документации эскизного и технического проектов.
39. Элементная база электронной аппаратуры, конструктивные особенности корпусов элементов.
40. Сигналы и их представление в электронных устройствах.
41. Согласование сигналов в электронных устройствах.
42. Модуляция сигналов в электронных устройствах.
43. Среднее и действующее значение гармонических токов и напряжений.
44. Трехфазные электрические цепи. Схемы соединения источника и нагрузки звездой и треугольником.
45. Системы уравнений четырехполюсника.
46. Мощность в цепи гармонического тока. Мгновенная мощность. Активная мощность. Реактивная мощность. Полная мощность.
47. Эквивалентные преобразования соединений «звезда» и «треугольник». Преобразование мостовой схемы.
48. Основные методы расчета линейных электрических цепей. Порядок расчета и особенности применения.
49. Основные законы электрических цепей. Баланс мощностей.
50. Метод комплексных амплитуд. Представление гармонических колебаний с помощью комплексных величин.

## Вопросы повышенного уровня

- Тожества булевой алгебры и их использование для минимизации заданной функций алгебры логики

$$X \wedge Y \wedge Z \vee \overline{X \wedge Y \wedge Z} \vee X \wedge \bar{Y}$$

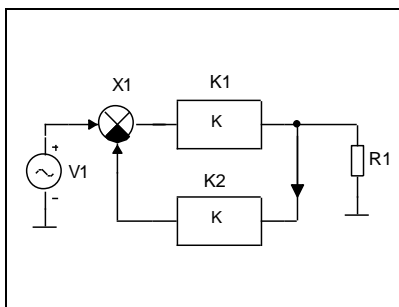
- Задана функция алгебры логики

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \langle 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0 \rangle.$$

Постройте СДНФ, упростите методом карт Карно и изобразите принципиальную схему из логических элементов.

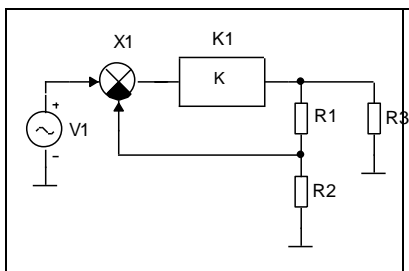
- Представьте два числа в формате однобайтных знаковых целых чисел:  $86_{10}$  и  $-100_{10}$ . Выполните сложение указанных чисел в двоичном коде и произведите десятичную проверку.
- Обобщенная архитектура ядра микроконтроллера с сокращенным набором команд (RISC). АЛУ, устройство управления, регистры общего назначения, указатель стека, счетчик команд.
- Виды адресации в микроконтроллерах: неявная, непосредственная, регистровая, прямая, косвенная.

6.



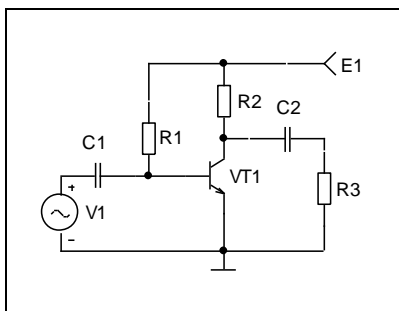
Коэффициент передачи по напряжению  $K_U$  каскадов  $K_{U1} = 50$ ,  $K_{U2} = 0.02$ , фазовый сдвиг коэффициента передачи по напряжению у каскадов равен нулю. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению усилителя с обратной связью  $K_{UOC}$ . Как изменится общий коэффициент усиления, если каскады K1 и K2 поменять местами?

7.



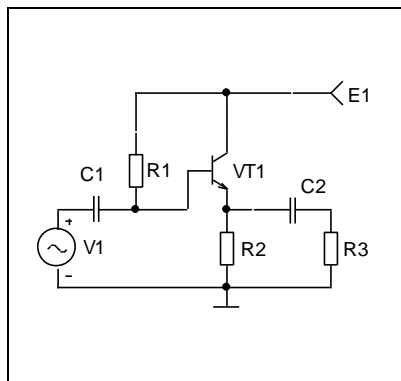
У каскада K1 коэффициент усиления по напряжению  $K_{U1} = 100$ , фазовый сдвиг коэффициента передачи по напряжению равен нулю. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению усилителя с обратной связью  $K_{UOC}$ , если  $R1 = 99 \text{ кОм}$ ,  $R2 = 1 \text{ кОм}$

8.



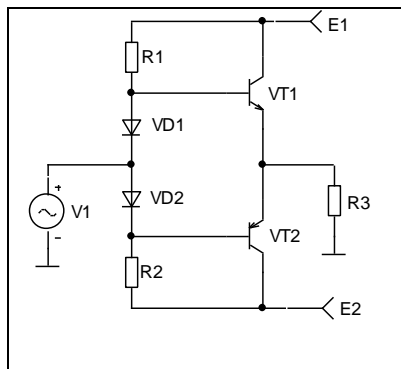
Напряжение питания транзисторного каскада  $E1 = 10 \text{ В}$ , сопротивление нагрузки  $R3 = 100 \text{ кОм}$ , коэффициент передачи тока базы транзистора  $VT1 \beta = 100$ . Выбрать сопротивление  $R2$  и рассчитать сопротивления резистора  $R1$  для обеспечения максимально возможной амплитуды выходного напряжения.

9.



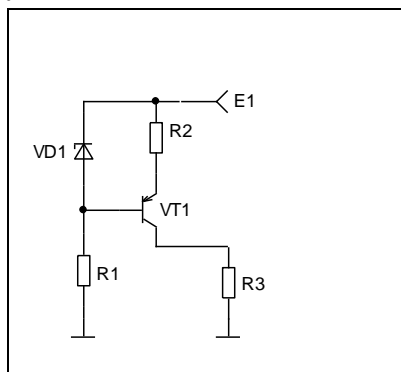
Напряжение питания транзисторного каскада  $E1 = 10$  В, сопротивление нагрузки  $R3 = 100$  кОм, коэффициент передачи тока базы транзистора  $VT1$   $\beta=100$ . Выбрать сопротивление  $R2$  и рассчитать сопротивления резисторов  $R1$  для обеспечения максимально возможной амплитуды выходного напряжения. Рассчитать значение входное сопротивления  $R_{BX}$  для полученной схемы. Чему равен коэффициент усиления по напряжению  $K_U$  в этой схеме?

10.



Напряжение питания транзисторного каскада,  $E1 = 10$  В,  $E2 = -10$  В, сопротивление нагрузки  $R3 = 10$  Ом, коэффициент передачи тока базы транзисторов  $VT1$  и  $VT2$   $\beta=100$ , амплитуда сигнала источника  $V1$  равна 5 В. Рассчитать сопротивления резисторов  $R1$  и  $R2$  для обеспечения работы двухтактного транзисторного усилителя в режиме АВ.

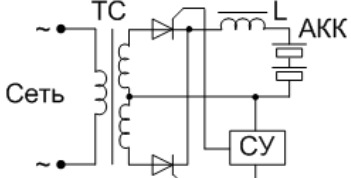
11.



Напряжение питания  $E1 = 10$  В. Напряжение стабилизации стабилитрона  $U_{CT} = 3$  В. Минимальный ток стабилизации стабилитрона  $I_{CT MIN} = 1$  мА. Рассчитать сопротивления резисторов  $R1$  и  $R2$  для обеспечения номинального режима работы стабилитрона и получения выходного стабилизированного тока 10 мА в сопротивлении нагрузки  $R3$ . Рассчитать максимальную величину сопротивления резистора  $R3$ , при которой сохраняется стабилизация тока.

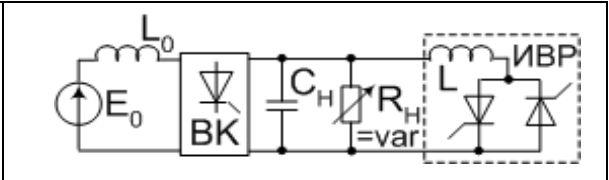
12. Однородные и неоднородные полупроводники. Встроенное электрическое поле.
13. Напряжённость электрического поля и распределение потенциалов в резком p-n-переходе.
14. Вольт-амперная характеристика стабилитрона с p-n-переходом, характерные рабочие точки.
15. Основные режимы работы транзисторов.
16. Структура и принцип работы триновиков. Вольт-амперная характеристика.
17. Принцип построения МДП(МОП)-транзисторов со встроенным каналом. Семейство ВАХ.
18. Основные энергетические и светотехнические величины.
19. Явление люминесценции в полупроводниках.
20. Оптические переходы, усиление и генерация оптического излучения.

21. Термоэлектронная эмиссия. Катоды и их параметры.
22. Электростатическая система фокусировки.
23. Классификация электрических разрядов в газе.
24. Принцип работы приборов пролетного типа.
25. Основные параметры и соотношения, по которым выбирают конденсатор фильтра по току пульсаций.
26. Основные параметры и соотношения, по которым выбирают конденсатор фильтра по напряжению пульсаций.
- 27.

|  |   |
|--|---|
| <p>Имеется управляемый выпрямитель для зарядки аккумуляторной батареи (АКК).<br/>Какие необходимо внести изменения, чтобы АКК в целях тренировки можно было разряжать, а его энергию возвращать в питающую сеть?</p> |  |
|--|---|

28.
 

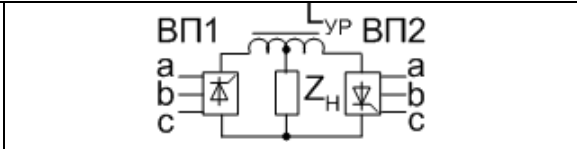
|  |
|--|
| <p>Зачем ИВР подключили к выходу АИТ?<br/>Как стабилизировать выходное напряжение АИТ с помощью обратного выпрямителя?</p> |
|--|



29. Суть параллельной коммутации. Характерный признак у параллельной коммутации. Характерный признак у последовательной коммутации?

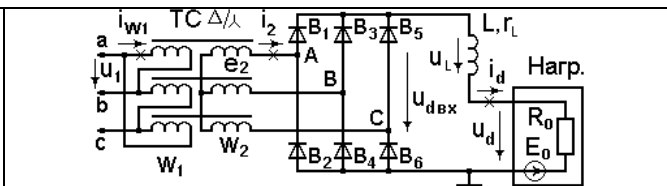
30.
 

|  |
|--|
| <p>Области применения непосредственных преобразователей частоты НПЧ. Зачем <math>Z_H</math> подключается через уравнивающий реактор <math>L_{ур}</math>?</p> |
|--|



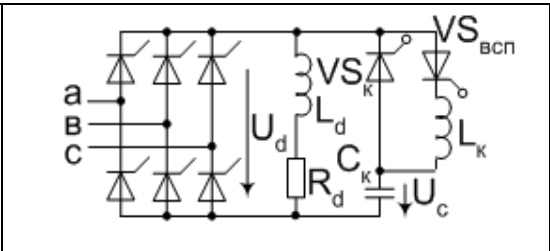
31.
 

|   |
|---|
| <p>Как устраняют 3-и гармоники во входном токе трёхфазного вентильного преобразователя.<br/>Суть способа Чиженко.</p> |
|---|



32.
 

|  |
|--|
| <p>Управляемый выпрямитель на обычных одноперационных тиристорах потребляет реактивную мощность. Что надо предпринять, чтобы он стал генерировать реактивную мощность? Схема Каганова.</p> |
|--|



33. Структурная схема и эксплуатационные характеристик выпрямителя.
34. Принципы линейного кодирования потоков данных в информационных сетях, примеры их использования.
35. Сети Ethernet: технологии и оборудование.
36. Сети CAN: технологии и оборудование.
37. Информационные сети Fieldbus: технологии и оборудование.
38. Перечислите и поясните основные пункты технического задания на разработку электронного устройства.
39. Классификация и состав средств САПР для разработки электронной аппаратуры. Системы сквозного проектирования.
40. Цифровые узлы с функцией сохранения состояния, триггеры.
41. Принципы действия аналого-цифровых преобразователей, особенности структур АЦП.
42. Виды датчиков физических величин. Рассчитать нормирующий усилитель для подключения резистивного датчика с заданной характеристикой преобразования к входу АЦП.
43. Математическая модель связанных колебательных контуров. Собственные сопротивления связанных контуров, сопротивление связи, вносимые сопротивления.
44. Схема замещения первичного и вторичного контура в связанных колебательных контурах. Математическое описание токов в первичном и вторичном контурах.
45. Виды резонансов в связанных колебательных контурах. Настройка связанных контуров.
46. Частотные характеристики и полоса пропускания последовательного и параллельного колебательного контура.
47. Фильтры типа  $k$ . Расчетные параметры фильтров типа  $k$ .
48. Источник ЭДС и источник тока, их свойства. Реальные источники ЭДС и тока. Мощность источника ЭДС и источника тока.
49. Последовательный колебательный контур. Резонанс напряжений.
50. Параллельный колебательный контур. Резонанс токов.

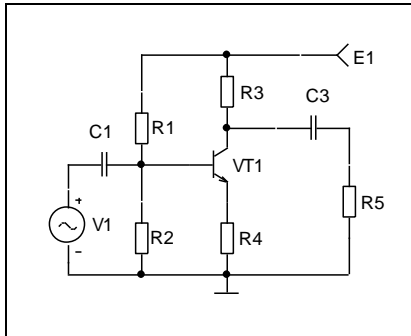
### Вопросы углубленного уровня

1. Представьте два числа в формате чисел с плавающей запятой одинарной точности IEEE 754:  $1,5_{10}$  и  $-3,5_{10}$ . Выполните сложение указанных чисел в двоичном коде и произведите десятичную проверку.
2. Составьте алгоритм, изобразите его в виде схемы и реализуйте на языке программирования. Ввести размер массива  $n$  и элементы массива  $A(n)$ . Найти первый максимальный и последний минимальный элементы массива.
3. Универсальный таймер-счетчик в современных микроконтроллерах. Режимы работы: режим счета внешних импульсов, режим захвата, режим ШИМ.
4. Последовательная шина I2C. Физический уровень: уровни сигналов, длительности импульсов и способ подключения устройств к шине. Канальный

уровень: формат кадра, адресация, синхронизация и арбитраж устройств.

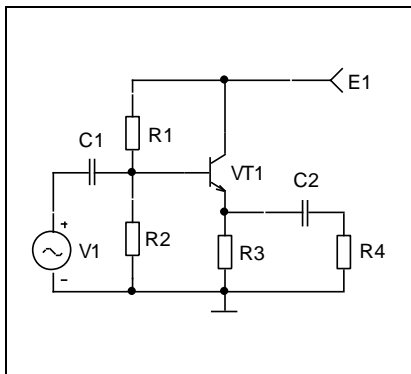
5. Алгоритм Дейкстры для поиска кратчайших расстояний на взвешенном графе.

6.



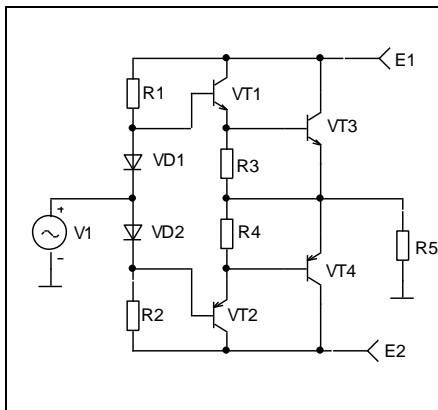
Напряжение питания транзисторного каскада  $E1 = 10$  В, сопротивление нагрузки  $R5 = 100$  кОм, коэффициент передачи тока базы транзистора  $VT1 \beta = 100$ . Выбрать сопротивление  $R3$  и  $R4$  и рассчитать сопротивления резисторов  $R1, R2$  для обеспечения температурной стабилизации и получения максимально возможной амплитуды выходного напряжения. Рассчитать значение входного сопротивления  $R_{BX}$  для полученной схемы.

7.



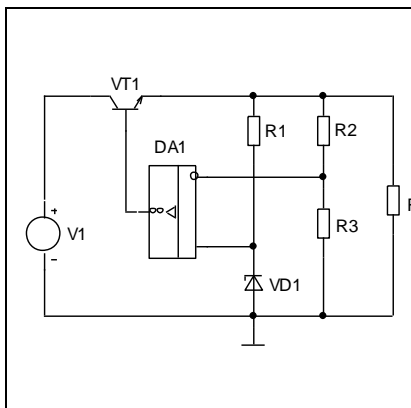
Напряжение питания транзисторного каскада  $E1 = 10$  В, сопротивление нагрузки  $R4 = 100$  кОм, коэффициент передачи тока базы транзистора  $VT1 \beta = 100$ . Выбрать сопротивление  $R3$  и рассчитать сопротивления резисторов  $R1$  и  $R2$  для обеспечения максимально возможной амплитуды выходного напряжения. Рассчитать значение входного сопротивления  $R_{BX}$  для этой схемы. Чему равен коэффициент усиления по напряжению  $K_U$  в этой схеме?

8.



Напряжение питания транзисторного каскада  $E2 = -15$  В,  $E1 = 15$  В сопротивление нагрузки  $R5 = 50$  Ом, коэффициент передачи тока базы транзисторов  $VT1$  и  $VT2 \beta = 100$ , транзисторов  $VT3$  и  $VT4 \beta = 20$ , амплитуда источника сигнала  $V1$  равна 10 В. Рассчитать сопротивления резисторов  $R1, R2, R3, R4$  для обеспечения работы первого каскада транзисторного усилителя в режиме АВ, а второго – в режиме В. Второй каскад должен начинать работать при токе нагрузки 50 мА.

9.



Входное напряжение стабилизатора  $U_{BX} = 12-18$  В. Напряжение стабилизации стабилитрона  $U_{CT} = 3.3$  В. Минимальный ток стабилизации стабилитрона  $I_{CT MIN} = 1$  мА. Ток нагрузки  $I_{H MAX} = 100$  мА. Рассчитать сопротивления резисторов  $R1, R2, R3$  для обеспечения номинального режима работы стабилитрона и получения выходного стабилизированного напряжения 9 В во всем заданном диапазоне тока нагрузки и входного напряжения. Рассчитать максимальную рассеиваемую мощность  $P$  на транзисторе  $VT1$ .

10.

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Напряжение питания <math>E1 = 15</math> В. Коэффициенты передачи тока базы транзистора <math>VT1 - VT4 \beta = 100</math>.<br/>         Рассчитать сопротивления резисторов <math>R1</math> для получения выходного стабилизированного тока <math>10</math> мА в сопротивлении нагрузки <math>R2</math> при входном управляющем напряжении <math>V1 = 10</math> В.<br/>         Рассчитать максимальную величину сопротивления резистора <math>R2</math>, при которой сохраняется стабилизация тока.</p> |
|--|---|

11. Закон действующих масс.
12. Прямое и обратное смещение p-n-перехода.
13. Диоды Шоттки. Их отличие от диодов с p-n-переходом.
14. Собственные статические параметры биполярных транзисторов.
15. Структура и принцип работы симметричного тиристора. Вольт-амперная характеристика.
16. Принцип построения МДП(МОП)-транзисторов с индуцированным каналом. Семейство ВАХ.
17. Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами.
18. Излучательная рекомбинация.
19. Твердотельные и полупроводниковые лазеры.
20. Движение электронов в вакууме в электрическом и магнитном поле.
21. Электромагнитная система фокусировки.
22. Принцип работы приборов тлеющего разряда.
23. Движение электронов в скрещенных однородных электрических и магнитных полях. Магнетрон.

24.

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Дано:</b><br/> <math>U_C = 220</math> В <math>+15</math> %<br/> <math>-10</math> %<br/> <math>I_H = 0,5</math> А, <math>U_H = 5</math> В,<br/> <math>\Delta u_H \leq 5</math> мВ, <math>K_{CT} = 200</math>,<br/> <math>\Delta U_{СТАБ\min} = 4</math> В =<br/> <math>= \Delta U_{СТАБ\min}</math> собств<br/> <math>i_{ПОТР} = 10</math> мА</p> | <p><b>Найти:</b> <math>U_d</math>, <math>U_M^{(1)}</math>, <math>I_d</math>, <math>K_{П}</math>, <math>R_{d\text{ ст}}</math>, <math>R_{d\text{ диф}}</math>,<br/> <math>U_{ВХ\text{ max}}</math>, <math>P_{СТАБ\text{ max}}</math>, <math>\text{КПД}_{\text{НОМ}}</math> без В.</p> |
|--|--|

25.

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Дано:</b><br/> <math>U_C = 220</math> В <math>+15</math> %<br/> <math>-10</math> %<br/> <math>I_H = 0,5</math> А, <math>U_H = 12</math> В,<br/> <math>\Delta u_H \leq 10</math> мВ, <math>K_{CT} = 200</math>,<br/> <math>\Delta U_{СТАБ\min} = 4</math> В =<br/> <math>= \Delta U_{СТАБ\min}</math> собств<br/> <math>i_{ПОТР} = 10</math> мА</p> | <p><b>Найти:</b> <math>U_d</math>, <math>U_M^{(1)}</math>, <math>I_d</math>, <math>K_{П}</math>, <math>R_{d\text{ ст}}</math>, <math>R_{d\text{ диф}}</math>,<br/> <math>U_{ВХ\text{ max}}</math>, <math>P_{СТАБ\text{ max}}</math>, <math>\text{КПД}_{\text{НОМ}}</math> без В.</p> |
|--|--|

26.

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Дано:</b></p> <p><math>U_C = 220 \text{ В}</math>    <b>+ 15 %</b><br/>                                <b>- 10 %</b></p> <p><math>I_H = 0,5 \text{ А},</math>    <math>U_H = 9 \text{ В},</math><br/> <math>\Delta u_H \leq 10 \text{ мВ},</math>    <math>K_{CT} = 200,</math><br/> <math>\Delta U_{СТАБ\text{min}} = 4 \text{ В} =</math><br/> <math>= \Delta U_{СТАБ\text{min}} \text{ собств}</math><br/> <math>i_{\text{потр}} = 10 \text{ мА}</math></p> | <p><b>Найти:</b> <math>U_d, U_M^{(1)}, I_d, K_{П}, R_{d\text{ст}}, R_{d\text{диф}},</math><br/> <math>U_{ВХ\text{max}}, P_{СТАБ\text{max}}, \text{КПД}_{\text{ном без В.}}</math></p> |
|--|---|

27.

|   |  |
|---|--|
| <p>Найти <math>A(\theta)</math> и <math>B(\theta)</math>, если <math>r_a = 10 \text{ Ом},</math><br/> <math>R_d = 10,5 \text{ Ом}, \psi = 15^\circ, m_{П} = 2.</math></p> |  |
|---|--|

28.  $f_c = 400 \text{ Гц}, m_{П} = 2, I_d = 1 \text{ А}, K_{П} = 5 \%, U_d = 24 \text{ В}.$  Найти  $C_{\Phi}$  приближенным методом.  $C_{\Phi} \approx$
29. Структурные схемы и идеализированные регулировочные характеристики импульсных регуляторов 1-го, 2-го и 3-го типа. Когда возникает режим прерывистых токов в регуляторе?
30. Зачем в многоканальных СУ, управляющих трёхфазным мостовым выпрямителем, через  $60^\circ$  формируются повторные импульсы управления?
31. В чем состоит положительный эффект от применения корректора коэффициента мощности? Почему пульсации на выходе ККМ неустранимы?
32. Сеть Micro-LAN. Построить схемы сети для подключения 8 датчиков Micro-LAN по трехпроводной и двухпроводной линиям.
33. Принципы взаимодействия информационных сетей. Маршрутизация. Построить таблицу маршрутизации для маршрутизатора, соединяющего две локальные информационные сети.
34. Применение имитационного моделирования в процессе проектирования электронной аппаратуры Структура листинга SPICE. Сформировать текстовый блок описания схемы мультивибратора на 2 биполярных транзисторах.
35. Документация на печатную плату, учет технологических требований при формировании заказа на изготовление печатной платы.
36. Цифровые вентили, интегральные схемы КМОП и ТТЛШ. Рассчитать номиналы элементов для подключения индикаторных диодов к выходам цифрового устройства.
37. Комбинационные логические схемы, методы их проектирования в выбранном

базисе микросхем. Решение задачи на разработку схемы, реализующей заданную логическую функцию.

38. Синхронные и асинхронные цифровые автоматы. Разработать счетчик с недвоичным коэффициентом пересчета в заданном базисе.
39. Принципы действия цифро-аналоговые преобразователей, особенности структур ЦАП. Рассчитать резисторы матрицы R-2R при заданном резисторе обратной связи ОУ и опорном напряжении цифро-аналогового преобразователя.
40. Применение ряда Фурье к расчету электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии.
41. Действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений.
42. Спектральное представление сигналов. Спектры периодических сигналов.
43. Искажение сигналов при прохождении через линейные цепи. Условия неискаженной передачи сигнала. Характеристики неискажающей линейной цепи.
44. Расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания.
45. Расчет переходных процессов в неразветвленных цепях второго порядка.
46. Расчет переходных процессов в разветвленных цепях.
47. Временные характеристики цепи. Связь временных характеристик цепей.
48. Интеграл свертки. Использование временных характеристик цепи для расчета реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы.
49. Применение принципа наложения для расчета реакции на выходе линейной электрической цепи на сложное входное воздействие с использованием временных характеристик цепи.
50. Расчет нелинейных цепей постоянного тока по известным ВАХ.

### **Программу вступительных испытаний в магистратуру подготовили:**

Руководитель  
магистерской программы  
д.т.н., доцент

И.В. Якименко

доцент кафедры ЭиМТ

Л.Л. Лямец