

<b>Название вступительного испытания</b>
Электроника и нанoeлектроника
<b>Направление (-ия) подготовки</b>
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
<b>Образовательная программа (-мы)</b>
11.04.04_06 Нанoeлектроника и микроэлектромеханические системы 11.04.04_07 Инжиниринг в микро- и нанoeлектронике
<b>Аннотация</b>
<p>Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру. Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и состоит из междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавров по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной форме или дистанционно (максимальный балл – 100). Минимальное количество баллов, подтверждающее его успешное прохождение устанавливается Правилами приема, утвержденными на текущий учебный год.</p> <p>Продолжительность испытания – 90 минут.</p> <p>На вступительном испытании разрешено использовать письменные принадлежности, черновик, калькулятор.</p>
<b>Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электроника</li> <li>2. Радиотехнические цепи и сигналы</li> <li>3. Материалы электронной техники</li> <li>4. Физические основы электроники</li> <li>5. Теория электрических цепей</li> <li>6. Схемотехника</li> </ol>
<b>Содержание учебных дисциплин</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электроника <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полупроводниковые диоды Особенности устройства и работы полупроводниковых диодов: выпрямительных, универсальных, импульсных, сверхвысокочастотных, стабилитронов, варикапов, туннельных и обращенных диодов, диодов Шоттки. Вольтамперные характеристики диодов различного назначения. Основные параметры полупроводниковых диодов. Классификация и условные обозначения полупроводниковых диодов.</li> <li>2. Биполярные транзисторы Устройство, принципы и режимы работы, схемы включения. Основные физические процессы в биполярном транзисторе. Активный режим работы биполярного транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора при включении по схемам с общей базой и с общим эмиттером. Биполярный транзистор как линейный четырехполюсник. Система h- параметров. Усилительные свойства биполярных транзисторов в различных схемах включения. Влияние температуры на характеристики и усилительные свойства биполярных транзисторов. Работа биполярного транзистора в режиме ключа, его частотные и импульсные свойства. Классификация и условные обозначения биполярных транзисторов.</li> <li>3. Полевые транзисторы Полевые транзисторы, их типы, устройство, схемы включения. Полевые транзисторы с управляющим электронно-дырочным переходом и переходом металл-полупроводник: физический принцип действия, характеристики и параметры. Полевые транзисторы с изолированным затвором: механизм образования индуцированного или встроенного канала. Вольтамперные характеристики и параметры. Классификация и условные обозначения полевых транзисторов. Приборы с зарядовой связью, их устройство, принцип работы и назначение.</li> </ol> </li> </ol> <p>Литература для подготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полупроводниковые приборы: учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов "Электроника и нанoeлектроника" / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. —Изд. 9-е, стер. —СПб. [и др.] : Лань, 2009. —478, [1] с.: ил. ; 23 см. —(Учебники для вузов. Специальная литература). —Библиогр.: с. 460.</li> <li>2. Основы микроэлектроники : [учебное пособие для вузов] / И. П. Степаненко.—Изд. 2-е, [перераб. и доп.] .—Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. —488 с.: ил. ; 22 см. —(Технический университет, Электроника). —Библиогр.: с. 488.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Радиотехнические цепи и сигналы <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ характеристик аналоговых устройств Анализ характеристик аналоговых устройств по постоянному току. Анализ характеристик аналоговых устройств в режиме малого сигнала. Анализ переходных процессов в аналоговых устройствах. Машинный анализ характеристик аналоговых устройств. Символьный анализ характеристик аналоговых устройств.</li> </ol> </li> </ol>

## 2. Схемы включения транзисторов и усилительные каскады на их основе

Усилительный каскад на транзисторе с включением по схеме с общим эмиттером (ОЭ). Усилительный каскад на транзисторе с включением по схеме с общим истоком (ОИ). Усилительный каскад на транзисторе с включением по схеме с общей базой (ОБ). Усилительный каскад на транзисторе с включением по схеме с общим затвором (ОЗ). Усилительный каскад на транзисторе с включением по схеме с общим коллектором (ОК). Усилительный каскад на транзисторе с включением по схеме с общим стоком (ОС). Каскодное включение транзисторов.

## 3. Токовые зеркала

Характеристики токовых зеркал. Базовая схема токового зеркала.

## 4. Принцип действия и влияние обратной связи на основные показатели усилительных устройств

Принцип действия и назначение обратной связи. Типы обратной связи. Влияние обратной связи на коэффициент передачи, входной и выходной импеданс усилительных устройств. Устойчивость. Основные схемы усилителей с обратной связью и их характеристики.

## 5. Схемотехника операционных усилителей

Операционные усилители и их свойства. Частотная коррекция операционных усилителей. Усилитель напряжения. Усилитель тока. Сумматор. Интегратор на ОУ. Дифференциатор на ОУ.

## 6. RC- и LC-генераторы колебаний.

Кварцевые генераторы. Основные условия генерации. Схемы генераторов Мейснера. Генератор Хартлея. Генератор Колпитца.

Литература для подготовки:

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Радиотехника" / Павлов, Владимир Николаевич —М. : Академия, 2008.

2. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. / У. Титце и К. Шенк. Издательство: ДМК Пресс. 2008. в 2х томах. Т1 832с. Т2 942с

## 3. Материалы электронной техники

1. Физическая природа электропроводности металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков. Элементы и законы геометрической кристаллографии. Влияние вида симметрии на возможность возникновения свойств. Характеристические группы кристаллографических видов симметрии. Классы кристаллов. Химическая связь в кристаллах. Основные типы химической связи. Сильная и слабая связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Связь Ван-дер-Ваальса. Элементы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Распределение электронов. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Химическая связь и электронные свойства материалов. Основные типы кристаллических структур. Дефекты в кристаллических твердых телах.

## 2. Проводниковые материалы

Проводники первого и второго рода. Физическая природа электропроводности металлов и ее свойства. Тепловые свойства металлов. Электрические свойства металлических сплавов. Контактные явления и термо-ЭДС.

## 3. Полупроводниковые материалы

Физические процессы в полупроводниках и их свойства и характеристики. Собственные и примесные полупроводники. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Классификация полупроводниковых материалов. Элементы, обладающие свойствами полупроводников, полупроводниковые химические соединения и материалы на их основе.

## 4. Диэлектрические материалы

Поляризация диэлектриков. Токи смещения и электропроводность диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пробой в диэлектриках. Классификация диэлектриков. Пассивные и активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики.

## 5. Магнитные материалы

Классификация магнитных материалов. Ферромагнетики.

Литература для подготовки:

1. Материалы электронной техники: учеб. для вузов по спец. электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин.—Изд. 5-е, стер.—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2003.—367 с.: ил. —(Учебники для вузов: Специальная литература).—Библиогр.: с. 361.

2. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учеб. пособие для вузов по направл. 654200 - "Радиотехника" / К. С. Петров .—Москва [и др.] : Питер, 2006 .—521 с.: ил. —(Учебное пособие) .—Издательская программа:

300 лучших учебников для высшей школы в честь 300-летия Санкт-Петербурга .—Библиогр.: с. 512-513.

## 4. Физические основы электроники

### 1. Электронно-дырочный переход

Идеализированный электронно-дырочный переход. Реальный электронно-дырочный переход. Зависимость параметров перехода от концентрации примесей и электронных свойств полупроводников. Прямое и обратное смещение p-n –перехода. Электрический и тепловой пробой перехода. Емкость электронно-

дырочного перехода. Нестационарные

процессы в p-n –переходе. Электронно-дырочный переход на основе вырожденных полупроводников. Переход на основе p-и n-полупроводников с критической концентрацией примесей

## 2. Контакт металл-полупроводник

Свойства идеального контакта металл-полупроводник при отсутствии поверхностного заряда. Омический и выпрямляющий контакты. Вольтамперная характеристика выпрямляющего контакта. Влияние поверхностного заряда полупроводника на свойства контакта. Применение омических и выпрямляющих контактов в полупроводниковой электронике

## 3. Гетеропереходы

Анизотипные (p-n) и изотипные гетеропереходы. Энергетические диаграммы. Особые свойства гетеропереходов. Односторонняя инжекция неосновных носителей в гетеропереходах. Применения гетеропереходов.

## 4. Полупроводниковые диоды

Особенности устройства и работы полупроводниковых диодов: выпрямительных, универсальных, импульсных, сверхвысокочастотных, стабилитронов, варикапов, туннельных и обращенных диодов, диодов Шоттки. Вольтамперные характеристики диодов различного назначения. Основные параметры полупроводниковых диодов. Классификация и условные обозначения полупроводниковых диодов.

## 5. Биполярные транзисторы

Устройство, принципы и режимы работы, схемы включения. Основные физические процессы в биполярном транзисторе. Активный режим работы биполярного транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора при включении по схемам с общей базой и с общим эмиттером. Биполярный транзистор как линейный четырехполюсник. Система h- параметров. Усилительные свойства биполярных транзисторов в различных схемах включения. Влияние температуры характеристики и усилительные свойства биполярных транзисторов. Работа биполярного транзистора в

режиме ключа, его частотные и импульсные свойства. Классификация и условные обозначения биполярных транзисторов.

## 6. Полевые транзисторы

Полевые транзисторы, их типы, устройство, схемы включения. Полевые транзисторы с управляющим электронно-дырочным переходом и переходом металл-полупроводник: физический принцип действия, характеристики и параметры. Полевые транзисторы с изолированным затвором: механизм образования индуцированного или встроенного канала. Вольтамперные характеристики и параметры. Классификация и условные обозначения полевых транзисторов. Приборы с зарядовой связью, их устройство, принцип работы и назначение.

Литература для подготовки:

1. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника" / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин .—Изд. 9-е, стер. —СПб. [и др.] : Лань, 2009 .—478,[1] с.: ил. ; 23 см .—(Учебники для вузов. Специальная литература) .—Библиогр.: с. 460.

2. Основы микроэлектроники : [учебное пособие для вузов] / И. П. Степаненко .—Изд. 2-е, [перераб. и доп.] .—Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .—488 с.: ил. ;22 см .—(Технический университет, Электроника) .—Библиогр.: с. 488.

## 5. Теория электрических цепей

### 1. Основные понятия и законы теории электрических цепей.

Идеализированные элементы электрической цепи: пассивные сопротивление, индуктивность, емкость; активные –источники напряжения и тока. Способы описания свойств элементов электрической цепи: статические характеристики, дифференциальные параметры, эквивалентные схемы резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности при разных частотах.

Законы Кирхгофа. Число независимых уравнений по первому и второму законам Кирхгофа.

### 2. Линейные электрические цепи в режиме гармонического тока

Периодические токи и напряжения. Гармонические токи и напряжения. Действующие и средние значения гармонических токов и напряжений. Метод комплексных амплитуд. Изображение гармонических функций, их интегралов и производных комплексными величинами. Комплексная амплитуда. Комплексные сопротивления и проводимости; активные и реактивные сопротивления и проводимости. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторная диаграмма. Комплексная мощность, активная и реактивная мощность. Условие передачи максимума мощности от генератора в нагрузку

### 3. Преобразование схем электрических цепей

Последовательное соединение двухполюсников, параллельное соединение двухполюсников.

Эквивалентные участки цепи с последовательным и параллельным соединением. Эквивалентность источников тока и напряжений. Преобразование схемы с двумя узлами.

### 4. Методы расчета сложных электрических цепей

Применение законов Кирхгофа для расчета сложных электрических цепей. Метод контурных токов. Метод

узловых напряжений. Метод наложения. Теорема взаимности. Теоремы об эквивалентном генераторе тока и напряжения. Расчет цепей со взаимной индуктивностью. Индуктивность рассеяния. Коэффициент связи. Линейный трансформатор. Идеальный трансформатор. Устройство автотрансформатора. Эквивалентная схема двухконтурной цепи с трансформатором.

#### 5. Резонансные явления в электрических цепях

Вынужденные колебания в последовательном колебательном контуре. Явление резонанса. Резонанс напряжений. Уравнение резонансной кривой. Вынужденные колебания в параллельном колебательном контуре. Резонанс токов. Входное сопротивление контура при резонансе и в области малых рас-

строек. Влияние внутреннего сопротивления источника на характеристики резонансной системы.

Приведенная добротность. Сложные контуры. Коэффициент включения. Фильтрующие свойства резонансных контуров. Связанные контуры Резонансные кривые связанных контуров. Полоса пропускания связанных контуров. Связь апериодического контура с колебательным.

Литература для подготовки:

1. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электр. цепей. учеб. пособие для вузов по направл. 550000 -"Технические науки", 650000- "Техника и технологии" и дисциплине "Теоретические основы электротехники". / А. Б. Новгородцев —М. [и др.] Питер, 2006

2. Теоретические основы электротехники. учебник для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика". [в 3 т.]. / К. С. Демирчян [и др.] —М. [и др.] Питер, 2006

#### 6.Схемотехника

##### 1. Усилители на биполярных транзисторах

Принципиальная схема усилителя. Понятие "рабочая точка". Установка рабочей точки, термостабилизация. Анализ транзисторного усилителя на основе малосигнального приближения. Эквивалентные малосигнальные схемы биполярного транзистора. Анализ усилителя на БТ (схема ОЭ): коэффициент усиления, входное сопротивление.

##### 2. Усилители с отрицательной обратной связью

Стабилизация рабочей точки и параметров усилителей. Усилитель с отрицательной обратной связью. Основы расчетов усилительных каскадов на биполярных транзисторах. Эмиттерный повторитель. Каскодные схемы.

##### 3. Усиление сигналов на высоких частотах

Особенности транзистора на высоких частотах. Эффект Миллера.

Схемы с ОЭ и ОК на высоких частотах. Каскодные схемы.

##### 4. Усилители и ключи на полевых транзисторах (МОП транзисторах)

Усилитель на полевом транзисторе (схема ОИ). Анализ усилителя на основе малосигнального приближения: малосигнальные параметры ПТ, приближенная оценка, эквивалентные малосигнальные схемы ПТ. Коэффициент усиления в схеме ОИ. Основы расчетов усилительных каскадов на полевых транзисторах. МОП-ключ: принцип построения, схема, передаточная характеристика.

##### 5. Генераторы стабильного тока на транзисторах

Генераторы стабильного тока на транзисторах: идея, области применения в транзисторных усилителях. ГСТ на полевом транзисторе. Усилитель на ПТ с динамической нагрузкой. Токовое зеркало. Применения токовых зеркал для задания рабочей точки усилителя и в качестве динамической нагрузки.

##### 6. Дифференциальные усилители

Принцип построения дифференциального усилителя. Схема ДУ, режимы больших и малых сигналов. Коэффициент усиления, подавление синфазной составляющей. Схемы дифференциального усилителя с генератором стабильного тока. Специфика применения ДУ в интегральной схемотехнике (схемная симметрия). Подавление помех. Применение ДУ в качестве аналогового умножителя.

##### 7. Операционные усилители и схемы на ОУ

Понятие операционного усилителя, характеристики, параметры. Модель идеального усилителя.

Неинвертирующий и инвертирующий усилители. Принцип отрицательной обратной связи.

Дифференциальный усилитель на ОУ. Сумматор на ОУ. Функциональные преобразователи на ОУ, интегратор и дифференциатор. Преобразователи импеданса на ОУ, гиратор. Частотные свойства операционного усилителя. Частотные свойства неинвертирующего усилителя. Устойчивость неинвертирующего усилителя.

Частотные свойства ОУ без частотной коррекции. Назначение частотной коррекции, её влияние на устойчивость неинвертирующего усилителя.

##### 8. Автогенераторы на ОУ, компараторы

Автогенераторы гармонических колебаний на ОУ: принцип действия, схемы, условия устойчивости.

Компараторы: понятие, передаточные характеристики, гистерезис. Триггеры Шмитта на ОУ.

Мультивибраторы на ОУ.

##### 9. Аналого-цифровые преобразователи

Дискретизация по времени, квантование по уровню и кодирование аналогового сигнала. Классификация и

характеристики АЦП. Структурные схемы АЦП различных типов.

#### 10. Цифро-аналоговые преобразователи

Классификация ЦАП. Резистивные матрицы: R-2R и с весовыми коэффициентами; разрядность и разрешающая способность ЦАП.

Литература для подготовки:

1. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. / У. Титце и К. Шенк Издательство: ДМК Пресс. 2008. в 2х томах. Т1 832с. Т2 942с.

2. Основы микроэлектроники : [учебное пособие для вузов] / И. П. Степаненко .—Изд. 2-е, [перераб. и доп.] .—Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2004 .—488 с.: ил. ; 22 см .—(Технический университет, Электроника) .—Библиогр.: с. 488.

#### **Критерии оценивания вступительного испытания**

Вступительное испытание состоит из тестовых заданий, отражающих вопросы по основным разделам, указанным в пункте дисциплины.

Тестовые задания выполняются без использования вспомогательных учебных материалов.

Типы тестовых заданий.

По способу ответа тестовые задания могут быть следующих основных типов:

- закрытые тестовые вопросы, в которых абитуриент должен выбрать из предложенных вариантов один или несколько правильных ответов;
- открытые тестовые вопросы, в которых отсутствуют варианты правильных ответов, и абитуриент должен дать единственно правильный ответ самостоятельно.

Тестовые вопросы подразделяются на два блока:

Блок 1: закрытые тестовые задания - 20;

Блок 2: открытые тестовые задания - 2.

Общая сумма баллов - 100.

Критерии оценивания.

За каждое правильно решенное закрытое тестовое задание присваивается 3 балла. За каждое правильно решенное открытое задание присваивается 20 баллов.

В ответе на открытый вопрос допускается загрузка рукописных и поясняющих материалов. Перед загрузкой все материалы следует объединить в один файл. Неразборчивые, неполные, неудобочитаемые или поврежденные файлы экзаменационной комиссией не рассматриваются.

Один из открытых вопросов может потребовать написания мотивационного письма. Его стоит подготовить заранее. Мотивационное письмо должно содержать следующую информацию: почему вы хотите обучаться на данной магистерской программе; краткое описание актуальности вашей выпускной работы, выполненной в рамках предыдущего образования, и полученные результаты; оценку соответствия ваших навыков требованиям образовательной программы; информацию о ваших достижениях в профессиональной области и ссылки на ваши публикации.

#### **Рабочая группа**

Председатель предметной комиссии:

директор ИЭИТ А.С. Коротков

Составители:

доц. ВШЭИМТ В.В. Лобода

директор ИЭИТ А.С. Коротков