

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского»

«Утверждаю»

Проректор по учебной и методиче-
ской деятельности

_____ В. О. Курьянов

«__» _____ 2016 года

ПРОГРАММА

вступительного испытания в магистратуру
направление подготовки - 03.04.03 «Радиофизика»

Симферополь, 2016

Разработчики программы: Старостенко В.В., Зуев С.А.
Обсуждена на заседании учебно–методической комиссии Физико-
технического института
Протокол № 1, 13.11.2015 г.

Утверждена на заседании Ученого Совета Физико-технического института
Протокол № 3, 19.11.2015 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание (устная форма) для поступления в магистратуру предполагает наличие диплома бакалавра по специальности 03.03.03 — «радиофизика и электроника», либо подобные дипломы родственных направлений и специальностей, удовлетворяющих требованиям при поступлении в магистратуру

1.1. Цель испытания: проверка и оценка знаний поступающих в магистратуру по общим курсам, профессионально-ориентированным дисциплинам и дисциплинам по выбору высшего учебного заведения.

1.2. Поступающий в магистратуру должен знать:

- основные принципы и законы общей и теоретической физики, физические принципы, положенные в основу электронных приборов и физических устройств, а также их математическое описание;
- основные явления физики, методы их наблюдения и экспериментального исследования, методы точного измерения физических и радиофизических величин, методы обработки и анализа результатов эксперимента, принципы приема, передачи и обработки информации, физику и принципы работы основных электронных приборов для проведения экспериментальных исследований в области радиофизики, прикладной физики и в других практических приложениях.

1.3. Поступающий в магистратуру должен уметь:

- правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно применять законы в области прикладной физики, радиофизики для решения конкретных задач;
- пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать экспериментальные задачи в области прикладной физики и радиофизики, обрабатывать и оценивать полученные результаты;
- строить математические модели для изучения физических процессов и явлений, использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;
- пользоваться справочной и учебной литературой, находить другие источники информации и работать с ними.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Вопросы по профессионально-ориентированным дисциплинам

2.1. Основы физической электроники

Термоэлектронная эмиссия. Распределение электронов по энергиям в твердом теле. Понятие уровня Ферми. Уравнение Ричардсона - Дешмана. Термокатоды и их конструкции. Понятие контактной разности потенциалов.

Эффект Шоттки. Автоэлектронная эмиссия. Вторичная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия.

Работа диода в режиме ограничения тока пространственным зарядом. Характеристики и параметры диода. Понятие действующего потенциала. Режимы токопрохождения в триоде. Характеристики и параметры триода. Динатронный эффект. Шумы. Движение электронов в осесимметричном электростатическом поле. Уравнение параксиальной электроники. Типы электростатических линз. Фокусирующие свойства электростатических линз. Аберрации.

Электрические разряды в газе, их классификацию. Явление газового усиления. Несамостоятельный разряд. Самостоятельный разряд, условия возникновения. Закон Пашена. Свойства и характеристики тлеющего разряда. Дуговой разряд. Искровой разряд. Применение газоразрядных приборов. Понятие плазмы. Параметры плазмы

2.2. Радиотехнические цепи и сигналы

Методы расчёта электрических цепей. Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Комплексные сопротивления и мощности на переменном токе. Магнитосвязанные цепи. Четырехполюсники. Передаточные функции. Переходные процессы в радиотехнических цепях. Импульсная и переходная характеристики. Интеграл Дюамеля. Спектральный подход и временной подходы к анализу радиотехнических устройств, связь временного и спектрального подходов. Фильтры, их классификация. Длинные линии, режимы работы длинных линий. Линия без искажений и отражений. Согласование линии с нагрузкой. Классификация нелинейных элементов. Метод трёх ординат. Обобщённая схема автогенератора.

2.3. Основы радиоэлектроники

Амплитудная, частотная и фазовая характеристики транзисторных усилителей. Выбор рабочих точек каскадов усиления и методы их термостабилизации. Усилители мощности, классы усиления. Избирательные и широкополосные усилители. Обратные связи и их влияние на параметры усилителей. Дифференциальные, операционные усилители. Генераторы гармонических колебаний: LC- и RC-генераторы. Релаксационные генераторы и временные диаграммы их работы. Выпрямители и сглаживающие фильтры. Параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения. Импульсные стабилизаторы и импульсные источники питания с бестрансформаторным входом. Преобразователи напряжения.

2.4. Введение в физику твердого тела

Зонная теория полупроводников. Особенности энергетического спектра электронов в полупроводниках. Эффективные массы электронов и дырок. Собственные и примесные полупроводники.

Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Уровень Ферми. Температурные зависимости концентрации электронов и дырок в полупроводниках.

Кинетические явления в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Рассеяние носителей в полупроводниках. Подвижность носителей заряда в полупроводниках и ее зависимость от температуры. Удельная электрическая проводимость полупроводников.

Диффузия, дрейф, генерация и рекомбинация носителей в полупроводниках. Дрейфовая и диффузионная скорость. Соотношение Эйнштейна. Уравнение непрерывности токов.

Тепловые, оптические и плазменные явления в полупроводниках. Поглощение и излучение света. Фотопроводимость. Акустоэлектронные явления. Эффект Ганна. Эффект Холла. Термо-ЭДС. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.

Контакт металл-полупроводник. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Токи, ограниченные пространственным зарядом. Омические контакты и барьер Шоттки.

ВАХ p-n-перехода. Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние p-n-перехода. Барьерная емкость. Прямой и обратный токи p-n-перехода. Импульсные и высокочастотные свойства p-n-перехода. Пробой p-n-перехода. Туннельные диоды. Лавинно-пролетные диоды.

Физические принципы работы транзисторов. Биполярный транзистор, его характеристики. Переходные процессы в транзисторах. Дрейфовые транзисторы. Полевые транзисторы. Приборы с вольт-амперной характеристикой S-типа.

2.5. Колебания и волны

Свободные колебания в консервативных и диссипативных системах с одной степенью свободы. Линейные и нелинейные системы с одной степенью свободы. Вынужденные колебания в системах с одной степенью свободы. Параметрические колебания в системах с одной степенью свободы. Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты. Энергетические соотношения Менли-Роу. Автоколебания в системах с одной степенью свободы. Хаотические колебания в динамических системах. Свободные колебания в линейных системах с двумя степенями свободы. Колебания в параметрических системах с несколькими степенями свободы. Многочастотный автогенератор. Стохастическая динамика гамильтоновых и диссипативных сис-

тем с конечной степенью свободы. Волны в периодических системах. Волны в линейных неравновесных системах.

2.6. Электродинамика, техника и электроника СВЧ

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах, материальные уравнения. Теорема Умова-Пойнтинга. Уравнения Максвелла для гармонических процессов. Волновое уравнение. Плоские волны. Граничные условия для переменных полей. Волны в проводящих средах, скин-эффект. Граничные условия Леонтовича. Волноводы прямоугольного сечения, типы волн, основная волна, критическая длина волны. Фазовая и групповая скорости, дисперсия. Круглые волноводы. Линии передачи на СВЧ. Режимы работы волноводных линий передачи. Элементы волноводной техники. Резонаторы, собственная, внешняя и нагруженная добротности. Возбуждение резонаторов и волноводов. Приборы с распределённым взаимодействием. Замедляющие системы. Принцип работы и устройство клистрона, ЛБВ, магнетрона.

2.7. Антенны и распространение радиоволн

Диапазоны длин волн, их информационная емкость. Основные характеристики приемных и передающих антенн. Дальняя, ближняя и промежуточная зоны излучения. Элементарные излучатели. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн. Представление реальных антенн как совокупность элементарных излучателей. Теорема перемножения ДН. Амплитудно-фазовое распределение и его влияние на формирование диаграммы направленности реальных антенн, возможности управления шириной и положением ДН. Основные характеристики и использование реальных антенн. Свойства и характеристики земной поверхности, тропосферы, ионосферы; характеристики поверхностных, тропосферных и ионосферных волн. Космическая связь.

2.8. Импульсная и цифровая техника

Мультивибраторы. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Аналоговые компараторы. Вычислительные схемы на основе операционных усилителей. Основные логические функции и их схемотехническая реализация. Ключевой каскад. Триггеры, их виды. Регистры, счётчики, шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры. Сумматоры. Запоминающие устройства. Элементная база цифровых устройств.

2.9. Телекоммуникационные приёмные и передающие устройства

Принципы построения радиопередающих устройств. Супергетеродинные радиоприёмники. Радиопомехи и методы борьбы с ними. Оптимальная линейная фильтрация. Цифровая техника в системе телекоммуникаций. Структура и основные характеристики радиопередающих устройств, генераторы с внешним возбуждением. Принципы амплитудной, частотной и импульсной модуляций в радиопередающих устройствах. Формирование одно-

полосного сигнала. Варикаторные умножители частоты. Синтезаторы частоты, квантовые стандарты в синтезаторах частоты. Транзисторные усилители радиопередающих устройств в ключевом режиме. Цифровые фильтры.

2.10. Квантовая радиофизика

Основные положения квантовой радиофизики. Дуализм светового излучения. Основные преимущества и недостатки квантовых генераторов. Вынужденное и спонтанное излучение. Поглощение кванта. Принцип работы квантовых генераторов.

Лазеры, мазеры и парамагнитные усилители СВЧ диапазона, определение, описание и сравнение. Частотный диапазон. Принцип возбуждения. Положительная обратная связь. Баланс фаз и мощностей.

Критерий инверсной заселенности. Энергетические уровни в квантовых генераторах. Схема накачки. Трех- и четырехуровневая система накачки. Виды накачки. Гелий-неоновый лазер. Форма и интенсивность спектральных линий. Оптическая схема и схема питания.

Твердотельные лазеры. Принцип работы, энергетические диаграммы. Оптическая схема и схема питания. Полупроводниковые лазеры и светодиоды. Принцип работы, энергетические диаграммы. Оптическая схема и схема питания.

Взаимодействие электромагнитного поля и вещества в дипольном приближении. Резонансные центры квантового взаимодействия. Корпускулярный подход к взаимодействию оптического излучения с твердотельной структурой.

Типовые задачи

1. Найти спектральную плотность одиночного прямоугольного видеоимпульса.
2. Как изменится входное сопротивление транзисторного усилительного каскада в схеме с ОЭ, если в цепь эмиттера включить сопротивление 100 Ом при коэффициенте усиления по току $\beta=50$?
3. Постоянная времени RC-цепи $\tau = 1\text{ мкс}$, длительность прямоугольного импульса $\tau_{\text{и}} = 10\text{ мкс}$, $T = 20\text{ мкс}$ (период следования). Нарисовать эпюры напряжений на элементах цепи.
4. Составьте схему измерения АЧХ видеоусилителя.
5. Нарисуйте электрическую схему генератора пилообразного напряжения.
6. Сравните входные и выходные характеристики транзистора по схеме с ОЭ и ОБ.
7. Найти действующее значение для периодической последовательности импульсов с $T = 1\text{ с}$, $Q = 20$, $U_{\text{max}} = 10\text{ В}$.
8. Найти коэффициенты А-формы Т-образного четырехполюсника.
9. Каков должен быть период дискретизации сигнала с $F_{\text{В}} = 12\text{ кГц}$?
10. Схемы включения биполярных транзисторов и их сравнительный анализ.

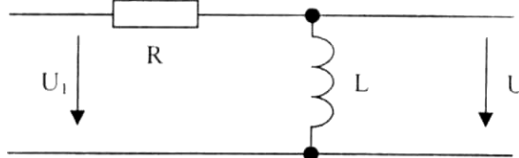
11. Как определить контактную разность потенциалов p-n-перехода по его ВАХ?

12. Показания ваттметра 10 Вт, вольтметра 200 В, амперметра 0,4 А. Найдите $\cos(\varphi)$.

13. Записать систему уравнений для цепи с 4-мя ветвями и двумя источниками питания, используя законы Кирхгофа.

14. Добротность контура $Q = 60$, $f_0 = 1$ МГц, определить полосу пропускания контура.

15. Найти переходную и импульсную характеристики цепи



16. Найти действующее значение токов в ветви с R , если $U = 100$ В; $\omega L = 10$ Ом; $1/\omega C = 30$ Ом; $R = 10$ Ом.

17. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника (зависимость σ от $1/T$).

18. Нарисовать распределение зарядов в базе транзистора в режиме отсечки.

19. Составьте электрическую схему измерения малых сопротивлений магнитоэлектрическим прибором.

20. Предложить схему измерения волнового сопротивления коаксиальной линии.

22. Видеоимпульс и радиоимпульс, изобразить их спектры.

23. Построить динамическую характеристику УЗЧ с резистивной нагрузкой.

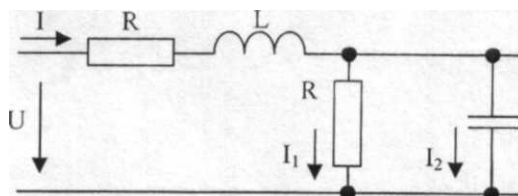
24. Нарисуйте блок-схему универсального электронно-лучевого осциллографа.

25. Привести схему ПЗС-структуры и ее применение.

26. Температурная стабилизация генераторов стабильного тока.

27. Длительность импульса 1 мкс, определить полосу пропускания приемника.

28. При каком соотношении параметров элементов в схеме будет резонанс?



29. Найти импульсную и переходную характеристику для RL-цепи, если напряжение снимается с L .

30. Изобразите функциональную схему генератора высоких частот.

31. Изобразите схему выходного каскада строчной развертки и объясните работу демпфирующего диода.

32. Принцип работы синхронного детектора и его преимущества над амплитудным.

33. Вычислить собственные концентрации электронов в германии и кремнии при $T = 300K$. Эффективные массы плотности состояний в валентной зоне m_{dp} принять равными $0,362m_0$ для германия и $0,595m_0$ для кремния. Ширина запрещенной зоны при $T = 300K$ 0,66 эВ для Ge и 1,1 эВ для Si.

34. Вычислить удельные сопротивления собственных германия и кремния при $T = 300K$. Для подвижностей электронов и дырок ($\mu_n = b \cdot \mu_p$) принять следующие значения: Ge: $\mu_n = 3,8 \cdot 10^3 \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$, $b = 2,1$; Si: $\mu_n = 1,45 \cdot 10^3 \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$, $b = 2,8$.

3 ЛИТЕРАТУРА

1. Шимони К. Физическая электроника. - М.: Энергия, 1977.
2. Фридрихов А. А., Мовнин Г. Ш. Физические основы электронной техники. -М: Высшая школа, 1982.
3. А. Д. Сушков Вакуумная электроника СПб.: Издательство «Лань», 2004.- 486с.
4. А.А. Щука Электроника. Учебное пособие / Под ред. Проф. А.С.Сигова.- СПб:БХВ - Петербург, 2005.- 800с.
5. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы. 3-е изд., / Под ред.В.А. Терехова.- СПб.: Издательство «Лань», 2003.-208с.
6. Бакалов В.П., Игнатов А., Крук Б.И. Основы теории электрических цепей и электроники. - М.: Радио и связь. - 1998.
7. Зевеке Г.В. и др. Основы теории цепей. - М.: Энергоатом. - 1997.
8. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. - М.: Высшая школа. - 1991.
9. Шахгильдян В. В., Козырев В. Б. и др. Радиопередающие устройства. Подред. В. В. Шахгильдяна: Радио и связь, 1990.
10. Петров Б. Е., Романюк В. А. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах. Учебное пособие для радиотехнических, специальностей вузов. - М: Высшая школа, 1989.
11. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М.: Наука, 1990. – 600 с.
12. Епифанов Г. И., Мома Ю. А. Физические основы конструирования и технологии РЭА и ЭВА: Учеб.пособие для вузов. - М.: Сов.радио, 1979. - 352 с.
13. Пасынков В. В., Чиркин Л. К., Шинков А. Д. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1981. - 431 с.

14. Фистуль В. И. Введение в физику полупроводников: Учеб. пособие для вузов - М.: Высш. шк., 1984. - 352 с.
15. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: в 2-х кн. Пер. с англ. - М: Мир, 1984.
16. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. - М.: Наука, 1988, - 391 с.
17. Рабинович М.И. Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. - М.: Наука, 1984 - 430 с.
18. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. - М.: Физматиз, 1952-912 с
19. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. - М., 1990.
20. Вайнштейн Электромагнитные волны. - М. 1988.- 580 с.
21. Кураев А.А. Электродинамика и распространение радиоволн/ А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. – Минск: Бестпринт. – 2004. – 378 с.
22. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ, т.1 / И.В. Лебедев. – Техника сверхвысоких частот. – М.: Высшая школа, 1970. – 440 с.
23. Винокуров В.И. Электрорадиоизмерения / В.И. Винокуров, С.И. Каплин, И.Г. Петелин. – М.: Высшая школа. – 1996. – 351.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Критерии оценки по вступительному испытанию:

4.1. Оценка «отлично -90-100 баллов» выставляется, когда студент демонстрирует глубокие знания общих законов физики, предметов по специальности «радиофизика», правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, дает исчерпывающие объяснения, свободно владеет необходимым математическим аппаратом, грамотно и подробно проводит выкладки и вычисления.

4.2. Оценка «хорошо 74-89 баллов» выставляется, когда студент демонстрирует глубокие знания общих законов физики, специальных предметов, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, дает исчерпывающие объяснения, владеет необходимым математическим аппаратом, грамотно и подробно проводит выкладки и вычисления, но при этом допускает неточности в определениях, объяснениях и вычислениях.

4.3. Оценка «удовлетворительно 60-73 балла» выставляется, когда студент демонстрирует достаточные знания общих законов физики и предметов по специальности, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, дает исчерпывающие объяснения, владеет необходимым математическим аппаратом, но при этом допускает ошибки в определениях, объяснениях и вычислениях.

4.5. Оценка «неудовлетворительно – 0- 59 балла» выставляется, когда студент не может решить предложенную задачу или разъяснить теоретиче-

ский вопрос, а также, если допускает грубые ошибки теоретического и практического характера.

Примечание. Задача считается решенной правильно, если выполняются следующие условия: верен общий ход решения, получен правильный числовой ответ, дано исчерпывающее объяснение. При невыполнении хотя бы одного из этих условий задача считается нерешенной.