

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРОГРАММА

вступительного экзамена **Радиофизика и электроника**
для поступающих в магистратуру на направление **03.04.03 РАДИОФИЗИКА**

Поступающие на физический факультет ПГНИУ для обучения в магистратуре по направлению «Радиофизика и электроника» сдают вступительное испытание в форме **письменного экзамена**.

Экзаменационный билет письменного экзамена содержит 2 теоретических вопроса, составленных в соответствии с предложенной программой.

Время выполнения письменной работы – **60 минут**.

Максимальная оценка за письменную работу (суммарно 80 баллов) выставляется за полный и правильный ответ на каждый вопрос билета с примерами использования описываемых явлений и указанием границ их применимости, единиц измерения используемых физических величин, числовых значений фундаментальных физических постоянных.

Минимальная положительная оценка (суммарно 40 баллов) выставляется за ответ на каждый вопрос билета, в котором абитуриент обнаруживает понимание основных физических закономерностей, но излагает материал неполно, допускает ошибки в определении физических законов и понятий, определений: не умеет последовательно изложить свои суждения, привести примеры.

ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

1. Представление свободных колебаний в системе с одной степенью свободы на фазовой плоскости. Особые точки. Фазовый портрет в окрестности особых точек. Устойчивые и неустойчивые положения равновесия.
2. Отрицательное сопротивление. Уравнение Ван-дер-Поля. Стационарные состояния системы. Устойчивость стационарных состояний.
3. Парциальные системы. Парциальные частоты. Связь между нормальными и парциальными частотами. Влияние двух видов связи (емкостной и индуктивной) на расстройку нормальных частот относительно парциальных.
4. Параметрические системы. Явление параметрической регенерации в системе с меняющейся емкостью. Уравнение Матье. Области неустойчивости в системах без трения и при наличии трения. Когерентный и некогерентный режим изменения параметра системы. Регенерация и дегенерация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981. 568 с.
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984, 1992 (2-изд), 2001 (3-изд).
3. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974. 408 с.
4. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. М.: Наука, 1990.
5. Рабинович М.И. Теория колебаний и волн. Уч. пособие. Горький: Изд-во ГГУ, 1977.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

1. Уравнения Максвелла, материальные уравнения, граничные условия для электрического и магнитного полей.

2. Теорема Пойнтинга (закон сохранения энергии), уравнение непрерывности (закон сохранения заряда)
3. Электромагнитные потенциалы. Калибровочная инвариантность. Уравнение Даламбера.
4. Квазистационарные волны в проводящей среде. Скин-эффект. Полная система уравнений Максвелла для поля в среде.
5. Электромагнитные волны в однородных изотропных средах. Дисперсионное уравнение. Поляризация.
6. Электромагнитное поле диполя. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности.
7. Движение заряженных частиц в постоянных электрическом и магнитном полях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля: Учебное пособие. М.: Наука, 1988. 512 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1992. 664с.
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1989. 504 с.
4. Никольский В.В. Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1989. 544 с.
5. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Высшая школа, 1992. 416 с.
6. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика: Учебное пособие. М.: Высшая школа. 1980. 335с.

ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

1. Электромагнитные волны в изотропной плазме и проводящих средах.
2. Дисперсия волн. Фазовая и групповая скорости.
3. Плотность энергии электромагнитного поля в среде с дисперсией.
4. Волны в слоистых средах. Рефракция радиоволн в тропосфере и ионосфере Земли.
5. Уравнение Кортвега-де Вриза. Солитон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. М.: Наука, 1979.
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 2001 .
3. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа, 1985.
4. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОФИЗИКА

1. Случайные процессы и их вероятностное описание.
2. Спектрально-корреляционный анализ случайных сигналов. Стационарные случайные процессы. Теорема Винера-Хинчина.
3. Прием сигналов в присутствии шумов. Обнаружение сигналов. Согласованный фильтр.
4. Прием сигналов в присутствии шумов. Оптимальная винеровская фильтрация.
5. Основные понятия теории информации. Средняя собственная и взаимная информация. Энтропия сообщения. Пропускная способность канала. Теорема Шеннона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1981. 640 с.
2. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч.1, 2. М.: Наука, 1976. 496 с.
3. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: Радио и связь, 1982. 624 с.
4. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Радио и связь, 1989.
5. Тихонов В.Н., Харисов И.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
6. Шахтарин Б.Н. Случайные процессы в радиотехнике. М.: Радио и связь, 2000.

КВАНТОВАЯ РАДИОФИЗИКА

1. Энергетические уровни квантовых систем. Заселенность энергетических уровней. Поглощение энергии электромагнитного поля квантовой системой. Эффект насыщения.
2. Отрицательная температура. Методы создания инверсных заселенностей уровней в радиодиапазоне.
3. Методы создания инверсных заселенностей уровней в оптическом диапазоне
4. Возможность усиления в средах с инверсными заселенностями. Условия самовозбуждения квантового генератора.
5. Твердотельные *лазеры* на примесных кристаллах и стеклах. Лазер на рубине.
6. Отрицательные температуры в полупроводниках. Инжекционный лазер
7. Газовые лазеры на нейтральных атомах. Газовый лазер на смеси He-Ne.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1988.
2. Страховский Г.И., Успенский А.В. Основы квантовой электроники. М.: Высш.шк., 1979.
3. Звелто О. Физика лазеров. М.: Мир, 1990.
4. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров. М.: Мир, 1981.
5. Клышко Д.Н. Физические основы квантовой электроники. - М.: Наука, 1986.
6. Физические основы квантовой радиофизики. / Под ред. проф. П.М. Бородина, проф. Л.Н.Лабзовского. Л.: Изд. ЛГУ, 1985.
7. Ханин Я. И. Основы динамики лазеров. М.: Физматлит. 1999.
8. Квантовая радиофизика: учеб. пособие / Под ред. В.И. Чижика. СПб.: Изд. СПб университета. 2004. 689с.

ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

1. Теория р-п перехода. р-п переход в состоянии термодинамического равновесия. Энергетическая диаграмма. Обедненный слой. Контактная разность потенциалов. Симметричные и несимметричные р-п переходы. Резкий и диффузный р-п переход. Структура электрического поля и распределение потенциала в р-п переходе. Связь между концентрациями электронов и дырок по обе стороны р-п перехода.
2. Частотные свойства р-п перехода. Реакция р-п перехода на скачок тока и напряжения. Полупроводниковые выпрямительные диоды и их функциональные возможности. Выпрямительные низкочастотные плоскостные диоды. р-і-п диоды. Точечные диоды. Импульсные диоды. Диоды Шоттки. Использование диодов для выпрямления и детектирования сигналов.
3. Барьерная и диффузионная емкость р-п перехода. Варикапы. Конструкция варикапа. Основные характеристики варикапов: вольтамперная, вольтфарадная. Коэффициент перекрытия по емкости. Использование варикапа в качестве конденсатора с переменной емкостью.
4. Пробой р-п перехода. Основные типы пробоя: туннельный, лавинный и тепловой. Полупроводниковые стабилитроны. Использование туннельного и лавинного электрического пробоя в стабилитронах. Характеристики стабилитронов. Использование стабилитрона в стабилизаторах напряжения.
5. Работа биполярного транзистора в схемах. Схемы включения транзисторов: общий эмиттер (ОЭ), общая база (ОБ), общий коллектор (ОК). Статические характеристики. Влияние температуры на режим работы транзисторов. Работа транзисторов в режиме большого сигнала. Область отсечки, активная и насыщения. Реакция транзистора на импульс в схеме с ОБ и ОЭ. Высокочастотные свойства транзисторов.
6. Тиристоры. Диодные тиристоры (динисторы). Конструкция. Зонная диаграмма. Вольтамперная характеристика. Триодные тиристоры. Конструкция. Зонная диаграмма. Вольтамперная характеристика. Способы управления. Симметричные тиристоры. Использование тиристоров в качестве переключающих элементов.
7. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Полевые транзисторы с каналом р и п типа. Конструкция. Принцип работы. Статические характеристики. Основные параметры

полевого транзистора. Три схемы включения полевого транзистора: общий исток, общий сток, общий затвор.

8. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Полевой транзистор металл – диэлектрик – полупроводник со встроенным и индуцированными каналами. Конструкция. Принцип работы. Статические характеристики. Мощные полевые транзисторы. Комплиментарные структуры металл – диэлектрик - полупроводник. Переключатели и элементы памяти.
9. Фото и оптоэлектронные приборы. Фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Фотоэлементы и солнечные батареи. Светодиоды, оптроны, полупроводниковые квантовые генераторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Епифанов Г.И., Мома Ю.А. Твердотельная электроника. М.: Высшая школа, 1986.
2. Ржевкин К.С. Физические основы действия полупроводниковых приборов. М.: Изд-во МГУ, 1986.
3. Шимони К. Физическая электроника. М.: Энергия, 1977.
4. Протасов Ю.С., Чувашев С.Н. Твердотельная электроника. М.: Изд-во МГТУ. 2003.
5. Пасынков В.В. и др. Полупроводниковые приборы. М.: Высшая школа, 1987.
6. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. М.: Советское радио. 1980.
7. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. - М.: Советское радио, 1980.
8. Бонч-Бруевич В.А., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977.

ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

1. Временное и пространственное разделение заряженных частиц. Времяпролетный масс-спектрометр. Селекция частиц с заданной скоростью. Параболический масс-спектрограф Томсона.
2. Электростатическая и магнитная отклоняющие системы. Электронно-лучевая трубка.
3. Электронная оптика. Метод оптических аналогий. Электростатические и магнитные линзы. Электронный микроскоп.
4. Ускорители заряженных частиц. Случай нерелятивистских скоростей. Ускорение заряженных частиц до релятивистских скоростей.
5. Термоэлектронная эмиссия. Зависимость плотности тока термоэлектронной эмиссии от температуры катода. Формула Ричардсона-Дэшмана.
6. Фотоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронный умножитель. Взрывная эмиссия. Экзоэлектронная эмиссии.
7. Взаимодействие электронов с твердыми телами. Вторичная электронная эмиссия. Электронная спектроскопия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шимони К. Физическая электроника. М.: Энергия, 1977.
2. Протасов Ю.С., Чувашев С.Н. Твердотельная электроника. М.: Изд-во МГТУ. 2003.
3. Велихов, Земцов Ю.К. Введение в физику плазмы. Часть I. М.: Издательство МГУ, 1977.
4. Федотов Н.Д. Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы. М.: Атомиздат, 1979.
5. Лебедев И.В. Техника и приборы сверхвысоких частот. Т II. Электронно-вакуумные приборы СВЧ. М.: Высшая школа, 1972.

Составитель программы: доцент И.В. Лунегов.

Программа одобрена Ученым советом физического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.