

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Д.А. Ендовицкий



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ  
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ

03.04.03 Радиофизика

Программа разработана на основе ФГОС высшего образования по программе бакалавриата 03.03.03 Радиофизика.

Вступительное испытание для поступающих в магистратуру проводятся в объеме Государственного экзамена по физике для бакалавров физики и по дополнительным вопросам программы бакалавриата, соответствующим выбранной программе магистерской подготовки. Вопросы КИМа позволяют оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

### **Аннотации к программам по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (очная форма обучения)**

#### **1. Наименование магистерской программы:**

**«Информационные процессы и системы»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой электроники **Бобрешов А.М.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение процессов получения, передачи, обработки и защиты информации. Коммуникационные системы и технологии связи. Кодирование. Сети передачи данных. Интеллектуальные сети, Адаптивные системы.

#### **2. Наименование магистерской программы:**

**«Компьютерная радиофизика»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой электроники **Бобрешов А.М.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение компьютерных методов моделирования явлений, анализа, синтеза и тестирования радиофизических систем и устройств. Автоматизация физического эксперимента. Компьютерные технологии.

#### **3. Наименование магистерской программы:**

**«Статистическая радиофизика»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.т.н., профессор, зав. кафедрой радиофизики **Трифонов А.П.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение общих свойств случайных процессов. Преобразование случайных процессов радиофизическими системами. Естественные и технические шумы радиоаппаратуры. Измерение характеристик случайных процессов. Радиометрия. Помехозащищенность и предельная чувствительность измерительных систем. Спектрально-корреляционные и полиспектральные методы обработки. Адаптивные устройства. Оптимальные методы принятия статистических решений. Случайные поля и волны. Квантовые и тепловые флуктуации электромагнитного излучения. Когерентность.

#### **4. Наименование магистерской программы:**

**«Компьютерные методы обработки радиофизической информации»**

**Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры радиофизики **Парфёнов В.И.**

**Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение алгоритмов обработки информации и сигналов в радиофизических информационных, метрологических и телекоммуникационных системах. Изучаются вопросы помехозащищённости и эффективности систем цифровой радиосвязи, методы обработки информации в системах беспроводной связи, нейросетевые методы обработки информации, оптимальные методы принятия решения.

#### **5. Наименование магистерской программы:**

**«Микроэлектроника и полупроводниковые приборы»**

#### **Руководитель магистерской программы:**

д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры радиофизики **Парфёнов В.И.**

#### **Краткое описание магистерской программы:**

В рамках магистерской программы осуществляется подготовка выпускников, специализирующихся в области физики полупроводников, микроэлектроники и обладающих глубокими знаниями фундаментальных разделов физики и математики, необходимыми для решения возникающих научно-исследовательских задач физики и техники полупроводников, полупроводниковой микроэлектроники. Изучаются физические основы функционирования и технологии изготовления микро и наноэлектронных устройств.

#### **Вступительное испытание по дисциплине «Радиофизика»**

**Форма вступительного испытания:** письменный экзамен

#### **Разделы:**

1. Основы радиоэлектроники
2. Теория колебаний
3. Физика волновых процессов

### **Программа вступительных испытаний для поступающих по направлению 011800.68 Радиофизика**

#### **Основные разделы**

#### **ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

##### **1. Наименование: ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**2. Составители:** Парфенов В.И. – д.ф.-м.н. профессор кафедры радиофизики

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий:** наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объёме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен уметь применять изученные методы анализа процессов в радиотехнических цепях, должен знать основные свойства радиосигналов и методы их

анализа, уметь синтезировать цифровые фильтры по заданной частотной характеристике.

#### 4. Тематический план:

- 1) Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье и его основные свойства.
  - Разложение периодической функции в ряд Фурье.
  - Тригонометрическая и экспоненциальная формы ряда Фурье.
  - Спектральный анализ непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье Физический смысл спектральной плотности сигнала.
  - Свойства преобразования Фурье.
  - Спектральные плотности абсолютно неинтегрируемых сигналов.
- 2) Комплексная огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного сигнала.
  - Виды модуляций, их спектры.
  - Узкополосные сигналы и их аналитическое представление
  - Огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного радиосигнала.
  - Аналитический сигнал и преобразование Гильберта.
- 3) Спектральный метод анализа прохождения сигналов через линейные стационарные системы. Простейшие дифференцирующие и интегрирующие цепи.
  - Частотный коэффициент передачи линейной цепи. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики.
  - Расчет выходного сигнала линейной цепи с использованием частотного (спектрального) метода анализа.
  - Дифференцирующие и интегрирующие устройства.
- 4) Импульсные характеристики линейных стационарных цепей и их нахождение с помощью операторного метода.
  - Переходная и импульсная характеристики линейной цепи. Интеграл наложения. Связь импульсной характеристики с частотным коэффициентом передачи.
  - Преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа. Теорема разложения. Операторный метод анализа линейных цепей.
- 5) Дискретное преобразование Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).
  - Дискретизация сигналов. Теорема отсчетов.
  - Дискретизация периодических сигналов, ДПФ, БПФ, дискретная свертка.
  - Теория z-преобразований.
- 6) Методы синтеза линейных цифровых фильтров.
  - Алгоритмы линейной цифровой фильтрации, частотный коэффициент передачи, системная функция, импульсная характеристика цифрового фильтра.
  - Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Устойчивость цифровых фильтров.
  - Методы синтеза трансверсальных фильтров.
  - Методы синтеза рекурсивных фильтров.
- 7) Согласованные фильтры.
  - Оптимальная линейная фильтрация сигналов в приемных устройствах. Согласованный линейный фильтр.
  - Примеры реализации согласованных фильтров.

## 5. Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 2000.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Дрофа, 2006.
3. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: Питер, 2003.

Дополнительная литература:

1. Электротехника и основы электроники / О.А.Антонова, О.П.Глудкин, П.Д.Давыдов и др.; Под ред. О.П.Глудкина и Б.П.Соколова. - М.: Высшая школа, 1993.
2. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы: компьютеризированный курс. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2005.
3. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов; под ред. А.А. Бритова. – М.: Бином, 2007
4. Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2008.

## 6. Образец контрольно-измерительного материала:

№	Текст контрольно-измерительного материала
1	Спектральная плотность непериодического сигнала. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала
2	Спектр колебания при однотоновой угловой модуляции
3	Согласованные фильтры, АЧХ и ФЧХ согласованного фильтра

## ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

### 1. Наименование: ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

**2. Составители:** Бобрешов А.М. – д.ф-м.н., профессор кафедры электроники

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий:** наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объеме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен уметь распознавать в сложных, на первый взгляд, колебательно-волновых процессах в конкретных задачах физики или техники основные - (элементарные) колебательные явления и сводить исходную проблему к анализу этих моделей; понимать основные колебательно-волновые явления на простых моделях и системах (резонанс, устойчивость, параметрическое усиление и генерация, сохранение инвариантов, генерация гармоник и умножение частоты, самомодуляция, нелинейная трансформация волн, рождение хаоса в детерминированных системах и проч.); уметь пользоваться основными методами теории колебаний (методы фазового пространства - качественные методы на фазовой плоскости, метод точечных отображений; асимптотические методы, связанные с усреднением; методы разрывных колебаний и волн; методы, связанные с использованием ЭВМ).

### 4. Тематический план:

1) Введение. Предмет теории колебаний. Колебательные системы и явления в природе и технике, их классификация. Краткий исторический очерк. Задачи теории колебаний. Особенности движений в нелинейных детерминированных системах (регулярные и хаотические типы движений). Математические модели нелинейных колебательных систем различной природы. Обзор методов анализа линейных и нелинейных колебательных систем: аналитические, качественные и численные.

2) Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Фазовое пространство, фазовая точка, фазовая траектория, уравнения движения, число степеней свободы, теорема Коши, интегральные кривые. Особые точки (точки покоя), типы особых точек. Понятие фазового портрета системы на примере идеального физического маятника - колебательное и вращательное движения, особые точки, сепаратриса, бифуркация. Маятник с трением - невозможность интегрирования уравнения движения. Методы построения фазовых траекторий. Метод изоклин, построение фазовых портретов идеального осциллятора, осциллятора с потерями, физического маятника с трением. Дельта-метод построения интегральной кривой. Понятие предельных циклов: инкрементные и декрементные области, предельный цикл. Понятие регулярного аттрактора.

3) Устойчивость стационарных состояний линейных и нелинейных систем. Понятие устойчивости по Ляпунову. Условие устойчивости. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста. Устойчивость стационарных вынужденных и самоподдерживающихся колебаний. Устойчивость амплитуды и фазы колебаний; условия устойчивости систем, амплитуда колебаний в которых не зависит от фазы, чередование устойчивых и неустойчивых амплитуд; прочность предельного цикла; характеристический показатель Ляпунова; устойчивость "в малом" и "в большом". Устойчивость по Пуассону. Условия устойчивости в малом в общем случае.

4) Колебания в нелинейных пассивных (несамовозбуждающихся) системах.

Метод медленно меняющихся амплитуд.

Свободные колебания осциллятора с нелинейным трением и нелинейной жесткостью: электрический контур с нелинейным сопротивлением и нелинейной емкостью - схема, уравнение движения, запись в канонической форме, решение методом ММА, неизохронность, закон установления амплитуды, сравнение с линейным контуром. Фазовый портрет движения.

Вынужденные колебания осциллятора с нелинейной жесткостью при силовом воздействии: контур с нелинейной емкостью, дифференциальное уравнение, решение методом ММА, построение резонансной кривой, областей устойчивости.

Движения осциллятора с нелинейной жесткостью при параметрическом возбуждении: примеры параметрических колебательных систем, механизм возбуждения, частоты и условия возбуждения. Дифференциальное уравнение, уравнение и зоны Матье, решение методом ММА для первой зоны, построение резонансных кривых для идеального контура и контура с потерями и различным характером нелинейности, устойчивость вынужденных колебаний.

Сравнительный анализ свойств линейного и нелинейного контуров при силовом и параметрическом возбуждении.

5) Автоколебательные системы.

Автономные системы с одной степенью свободы. Типы автоколебательных систем. Автогенератор на туннельном диоде, аппроксимация характеристики диода для мягкого и жесткого режимов возбуждения. Уравнение Ван-дер-Поля, качественное построение фазовых портретов при малом и большом значении затухания регенерированной системы. Автогенератор с жестким режимом возбуждения - схема, уравнение движения, решение методом ММА, стационарные амплитуды, исследование

устойчивости для самовозбуждающейся и несамовозбуждающейся системы. Неточность метода ММА. Поправка к частоте (влияние гармоник на частоту автоколебаний). Необходимость отыскания высших приближений.

Метод Н.Н. Боголюбова. Точность метода, определение коэффициентов для первого и второго приближений.

Установление амплитуды и частоты колебаний в автоколебательной системе с мягким режимом возбуждения: постановка задачи, решение во втором приближении методом Боголюбова, решение уравнения для амплитуды, исследование установления амплитуды и частоты (двойной ход частоты).

Неавтономные автоколебательные системы с одной степенью свободы. Возможные случаи - синхронизация на основном тоне, на гармониках и на субгармониках, параметрическое возбуждение - резонанс  $n$ -го рода.

Синхронизация на основном тоне - схема генератора на туннельном диоде с внешним источником гармонической ЭДС, уравнение Ван-дер-Поля с правой частью, решение в первом приближении, построение резонансных кривых, расчет и построение областей устойчивости по амплитуде и фазе, полосы синхронизации. Явление захватывания, синхронизация гашением.

Резонанс второго рода (частный случай резонанса  $n$ -го рода), схема, уравнение движения с учетом квадратичного члена аппроксимации динамической вольтамперной характеристики, решение методом ММА, стационарная амплитуда, построение резонансной кривой, устойчивость.

#### **5. Список рекомендуемой литературы:**

Основная литература:

1. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1988. - 390 с.
2. Капранов М.В., Кулешев В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. М.: Наука, 1984. - 319 с.

Дополнительная литература:

3. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984. - 431 с.
4. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974. - 408 с.
5. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981. - 568 с.

#### **6. Образец контрольно-измерительного материала:**

##### **ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

№	Текст контрольно-измерительного материала
1	Фазовое пространство, фазовая точка, фазовая траектория, уравнения движения.
2	Методы построения фазовых траекторий.
3	Метод медленно меняющихся амплитуд.

### **ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

#### **1. Наименование: ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

**2. Составители:** Аверина Л.И. – к.ф.-м.н. доцент кафедры электроники

**3. Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий:** наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистратуры абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объёме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен уметь активно использовать современный математический аппарат (математический анализ, теорию дифференциальных уравнений) и теоретическую физику (электродинамика, электродинамика сплошных сред, оптика) для решения конкретных радиофизических задач, связанных с распространением электромагнитных волн в различных средах, уметь применять полученные знания для разработки технических устройств.

#### **4. Тематический план:**

1. Волновое уравнение. Плоские волны в однородной изотропной среде

- Понятие о волнах.
- Примеры волновых движений.
- Волновое уравнение и его модификации.
- Уравнения Максвелла в комплексной форме.
- Поляризация волн.
- Энергия электромагнитного поля.
- Плоские волны.
- Распространение электромагнитных волн в поглощающих средах.

2. Распространение волн в диспергирующих средах.

- Комплексная диэлектрическая проницаемость.
- Связь между дисперсией и поглощением.
- Дисперсия электромагнитных волн в неполярных и полярных диэлектриках.
- Диэлектрическая проницаемость сред со свободными зарядами.
- Волновой пакет в диспергирующей среде.

3. Распространение волн в анизотропных средах.

- Тензор диэлектрической проницаемости.
- Лучевой вектор.
- Распространение плоских волн в кристаллических средах.
- Распространение плоских волн в магнитоактивной плазме.
- Распространение электромагнитных волн в феррите.
- Гиротропия ионосферы.

4. Распространение волн в нелинейных средах.

- Уравнения для нелинейных волн.
- Метод медленно изменяющихся амплитуд.
- Условие фазового синхронизма.
- Генерация второй гармоники.
- Трёхчастотные взаимодействия.



- Соотношения Мэнли-Роу.
  - Распадная неустойчивость волн.
  - Самовоздействие волн
5. Теория дифракции. Распространение ограниченных волновых пучков
- Метод Кирхгофа и функция Грина в теории дифракции.
  - Угловой спектр плоских волн.
  - Параболическое уравнение в теории дифракции.
  - Дифракция гауссова волнового пучка и сфокусированного пучка.
6. Самовоздействие волновых пучков и волновых пакетов в нелинейных средах.
- Нелинейная рефракция при безабберационном и абберационном самовоздействии пучков.
  - Волноводное распространение пучков.
  - Самокомпрессия волновых пакетов.
  - Солитоны огибающих.

## 5. Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Виноградова М. Б. Теория волн: Учебное пособие для студентов физических специальностей [Текст] / М. Б. Виноградова, О. В. Руденко, А. П. Сухоруков. – М.: Наука, 1990. – 432 с.
2. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. Пособие для студ. радиотехн. спец. вузов [Текст] / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. – 3-е изд. – М.: Наука, 1989. – 543 с.
3. Вайнштейн Л. А. Электромагнитные волны [Текст] / Л. А. Вайнштейн. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1988. – 440 с

Дополнительная литература:

4. Трубецков Д. И. Линейные колебания и волны: Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по физич. спец. [Текст] / Д. И. Трубецков, А. Г. Рожнев. – М.: Физматлит, 2001. – 415 с
5. Аверина Л. И. Распространение волн в диспергирующих средах: Учебное пособие по курсу «Физика волновых процессов». Спец.013800 – Радиофизика и электроника [Текст] / Л. И. Аверина; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: Б.и., 2004. – 35 с.
6. Аверина Л. И. Распространение волн в анизотропных средах: Учебное пособие по курсу «Физика волновых процессов». Спец.010801 – Радиофизика и электроника [Текст] / Л. И. Аверина; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: Б.и., 2005. – 36 с.

## 7. Образец контрольно-измерительного материала:

№	Текст контрольно-измерительного материала
1	Волновое уравнение и его модификации.
2	Комплексная диэлектрическая проницаемость
3	Лучевой вектор

**8. Критерии оценки качества подготовки поступающего:**

91-100 баллов — даны полные, исчерпывающие ответы на все вопросы, в том числе и на дополнительные, абитуриент свободно владеет необходимыми знаниями и навыками.

71-90 баллов — даны полные ответы на поставленные вопросы, однако абитуриент испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы, при изложении материалы имеются математические неточности.

40-70 баллов — в ответе отражены лишь основные законы, методы, экспериментальные данные, абитуриент испытывает значительные затруднения при ответах на дополнительные вопросы.

Суммарное количество баллов вступительного испытания состоит из суммы баллов по вопросам из программы вступительных испытаний. Максимальная оценка вступительного испытания составляет 100 баллов. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов.

Время, отводимое на вступительное испытание - 160 минут.