



Программа вступительного испытания по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» (Магистерская программа: Радиофизика) при приеме на обучение по программам магистратуры разработана на физико-техническом факультете ФГБОУ ВО «ДонГУ» в соответствии со следующими нормативными документами:

– Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 21.08.2020 № 1076 (с изменениями);

– Особенности приема на обучение в организации, осуществляющие образовательную деятельность, по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры и программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), предусмотренные частями 7 и 8 статьи Федерального закона от 17 февраля 2023 г. № 19-ФЗ «Об особенностях правового регулирования отношений в сферах образования и науки в связи с принятием в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской области, Херсонской области и образованием в составе Российской Федерации новых субъектов – Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской области, Херсонской области и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации, утвержденные приказом Минобрнауки России от 01.03.2023 № 231;

– Правила приема в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет» на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в 2024 году;

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденный приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 918 (с изменениями);

– Основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» (Магистерская программа: Радиофизика)

Разработчики программы:

Данилов В.В., проф., д-р техн. наук, профессор кафедры РФ и ИКТ;

Худяков И.И. доц., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры РФ и ИКТ.

Программа утверждена на заседании Ученого совета физико-технического факультета от 16 февраля 2024 г., протокол № 6.

И.о. декана физико-технического факультета  С.А. Фоменко

Заведующий кафедрой радиофизики и  
инфокоммуникационных технологий  В.В. Данилов

## Содержание

1. Общие положения и порядок проведения вступительного испытания	5
2. Основное содержание программ вступительного испытания	5
3. Шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешность прохождения вступительного испытания	9
4. Список рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному испытанию	9

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Целью вступительного испытания в магистратуру по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» является проверка теоретической и практической подготовки абитуриентов для освоения программы магистратуры, а также для прохождения конкурса.

Требования к уровню подготовки абитуриентов. Для успешного освоения образовательной программы магистратуры абитуриенты должны иметь квалификацию бакалавр с направлением подготовки 03.03.02 «Физика» или 03.03.03 «Радиофизика», решать теоретические и практические задания в рамках программы бакалавриата.

Характеристика содержания программы. Вступительное испытание имеет междисциплинарный комплексный характер. Программа вступительного испытания основывается на разделах следующих учебных дисциплин:

- 1) Теория длинных линий;
- 2) Техника и электроника СВЧ;
- 3) Схемотехника аналоговых и цифровых устройств;
- 4) Основы радиоэлектроники;
- 5) Радиотехнические цепи и сигналы;
- 6) Квантовая механика;
- 7) Полупроводниковая электроника и микроэлектроника;
- 8) Квантовая радиофизика и нелинейная оптика;
- 9) Электричество и магнетизм;
- 10) Колебания и волны;
- 11) Статистическая радиофизика;
- 12) Математический анализ;
- 13) Линейная алгебра и аналитическая геометрия;
- 14) Дифференциальные уравнения,

теоретические и практические аспекты в которых, позволяют успешно выполнить задания на вступительном испытании.

Порядок проведения вступительного испытания определяется Положением о приемной комиссии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

## **2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **Теория длинных линий**

1. Объяснение амплитудно-частотной характеристики линии передачи, включенной между согласованными передатчиком и приемопередатчиком, если в некотором месте между ними параллельно линии будет включен короткозамкнутый шлейф, который имеет заданную длину в линии на центральной частоте диапазона.

2. Определение коэффициента фазы электромагнитной волны, которая распространяется в линии передачи, если известны её частота и фазовая скорость.

3. Принципы построения диаграммы Вольперта-Смита и решение с ее помощью задачи согласования с помощью одиночной передвижной реактивности.

### **Техника и электроника СВЧ**

1. Методика расчёта дроссельного фланца на заданную частоту.

2. Структура поля в прямоугольном резонаторе при различных типах колебаний.

3. Принцип действия многодырочного направленного ответвителя. Пути повышения коэффициента передачи, направленности, уменьшения габаритов ответвителя.

4. Использование резонансных окон в волноводе.

5. Сравнительная характеристика генераторов СВЧ на ЛОВ (лампа обратной волны), диоде Ганна и лавинно-пролетном диоде.

6. Принципы выбора типа усилителя СВЧ по заданным параметрам: исходная мощность (постоянная); ширина полосы усиливаемых частот; коэффициент усиления.

7. Принцип работы pin-диода. Применение pin-диодов в СВЧ устройствах.

### **Схемотехника аналоговых и цифровых устройств**

1. Способы повышения КПД усилителей мощности.

2. Параметры и характеристики операционных усилителей.

3. Измерение основных параметров операционных усилителей.

4. Дифференциальные усилители.

5. Генераторы на операционном усилителе.

6. Интегрально-инжекционная логика.

### **Основы радиоэлектроники**

1. Электронные усилители, характеристики и параметры.

2. Три схемы включения транзистора.

3. Способы задания режимов работы усилительных каскадов.

4. Обратные связи в усилителях.

5. Балансный усилитель постоянного тока.

### **Радиотехнические цепи и сигналы**

1. Анализ радиосигналов. Общая характеристика спектрального анализа периодических и непериодических сигналов, распределение мощности сигнала по частотам. Корреляционный анализ, функция корреляции, ее содержание, функция корреляции сигналов Баркера (пример).

2. Модулируемые сигналы, виды модуляции, спектры АМ и ЧМ (ФМ) сигналов. Математические модели радиосигналов. Четырехполосники, их параметры, преобразование параметров. Метод узловых напряжений и контурных токов.

3. Дискретные сигналы, теорема Котельникова, Фурье-анализ дискретных сигналов, информационная емкость дискретных сигналов.

4. Преобразование Лапласа, его практическое использование в анализе переходных процессов в линейных цепях.

#### **Квантовая механика**

1. Основные принципы квантовой механики, физические операторы (импульса, энергии), их собственные функции и собственные значения.

2. Уравнение Шредингера, волновая функция, ее физическое содержание и требования к ней, прохождение частицы через потенциальный барьер.

3. Теория возмущений, переход системы в новые состояния под действием нарушения.

#### **Полупроводниковая электроника и микроэлектроника**

1. Зонная теория твердых тел, зоны Бриллюэна. Температурная зависимость проводимости полупроводников.

2. Поглощение света в полупроводниках.

3. Проводимость полупроводников.

4. Процессы в контактном слое p/n перехода.

5. Вырожденный p/n переход.

6. Вольтамперная характеристика контакта металл - полупроводник.

7. Режим обеднения и режим обогащения для МОП - транзисторов.

8. Гомоструктурный переход и полупроводниковый лазер на его основе.

9. Двойная гетероструктура и полупроводниковый лазер на ее основе.

10. Лавинные и pin - фотодиоды. Структурная организация, принцип действия.

11. Физические явления, которые определяют быстроедействие лавинных и pin-фотодиодов.

12. Физические явления, которые определяют соотношение сигнал/шум лавинных и pin- фотодиодов.

13. Классификация интегральных микросхем.

14. Технологические процессы при производстве интегральных микросхем.

#### **Квантовая радиофизика и нелинейная оптика**

1. Принцип работы оптических усилителей: полупроводниковых, волоконных, нелинейных.

2. Структурная схема, основные элементы и принцип действия оптического квантового генератора.

3. Общая характеристика, особенности инжекционных полупроводниковых лазеров (на двойном гетеропереходе, полосковых, с распределенной обратной связью).

4. Параметрическая генерация света.

#### **Электричество и магнетизм**

1. Основные законы магнитного поля. Теорема Гаусса. Теорема полного тока в интегральной и дифференциальной форме.

2. Резонаторы в цепях переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Векторные диаграммы для цепей переменного тока.

## **Колебания и волны**

1. Электромагнитная волна в вакууме. Волновое уравнение. Плоская волна и её характеристики. Поперечность электромагнитных волн. Фазовая скорость. Интенсивность волны.

2. Поляризация электромагнитных волн. Виды поляризации. Экспериментальные методы получения поляризованных волн.

3. Классическая теория дисперсии. Формула для комплексного показателя дисперсии. Физический смысл действительной и мнимой частей комплексного показателя преломления.

4. Распространение волн в неоднородных средах (приближения геометрической оптики).

## **Статистическая радиофизика**

1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов. Схема измерений средних по времени характеристик стационарного электрического шума.

2. Выявление сигнала на фоне шума. Схема корреляционного приемопередатчика.

3. Цифровая обработка случайных процессов. Теорема Винера - Хинчина.

4. Статистика случайных процессов в линейных радиосистемах. Фильтрация шума выборочными системами. Тепловые шумы. Выделение сигнала из шума.

5. Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах. Нелинейное превращение сигналов. Флуктуационный и компенсационный радиометры.

## **Математический анализ**

1. Понятие производной и дифференциала. Их геометрическое и физическое содержание.

2. Понятие о векторном поле. Основные понятия теории поля:  $\text{div}$ ,  $\text{grad}$ ,  $\text{rot}$ . Формулы Остроградского и Стокса.

3. Исследование на экстремум функций нескольких переменных.

4. Формула Тейлора и ее приложения.

## **Линейная алгебра и аналитическая геометрия**

1. Линии второго порядка. Канонические уравнения эллипса, гиперболы, параболы.

2. Основные задачи теории линейных алгебраических систем. Правило Крамера решения квадратных систем, метод Гаусса.

## **Дифференциальные уравнения**

1. Общие понятия: обычное дифференциальное уравнение, его порядок. Решение - частное, общее, особенное. Теорема существования и единичности решения задачи Коши для дифференциальных уравнений первого порядка. Корректность.

2. Линейные дифференциальные уравнения высшего порядка. Теорема Вронского. Фундаментальные системы решений. Общее решение однородного уравнения. Определение частного решения методом вариации постоянных.

### **3. ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ И МИНИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ, ПОДТВЕРЖДАЮЩЕЕ УСПЕШНОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Для обучения по образовательной программе магистратуры по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» принимаются абитуриенты, имеющие квалификацию бакалавр с направлениями подготовки 03.03.02 «Физика», 03.03.03 «Радиофизика».

Программа вступительного испытания содержит вопросы из фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин.

С целью повышения значимости фундаментальных дисциплин при подготовке будущих квалифицированных специалистов, улучшения их общего профессионального уровня, конкурентоспособности на рынке труда и быстрой адаптации в условиях современного научно-технического прогресса в программу вступительного испытания включён ряд вопросов из различных разделов математики, общей и теоретической физики.

Вступительное испытание проводится в форме письменного экзамена по билетам, содержащих 2 задания: оценка за выполнение первого задания 60 баллов, оценка за выполнение второго задания – 40 баллов. Максимальное количество баллов за решение всех заданий 100 баллов. Продолжительность письменного экзамена – два астрономических часа (120 минут). Отсчет времени начинается после заполнения титульного листа ответов. При выполнении заданий поступающим запрещается пользоваться учебниками, мобильными телефонами и другими устройствами, предназначенными для хранения, приема и передачи информации. Разрешается использование калькуляторов.

Максимальное количество баллов за выполнение первой части задания составляет **60** баллов, за выполнение второй части задания – **40** баллов. Максимальное количество баллов за решение всех заданий – **100** баллов.

### **4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ**

1. Шимони К. Теоретическая электротехника/Пер. с нем. –М.: Мир, 1964. –774 с.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами.–М.: Высш. школа, 1980.–152 с.
3. Кугушев А.М., Голубева Н.С. Основы радиоэлектроники.–М.: Энергия, 1969.–880 с.
4. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. В 2-х томах. М.: Энергия.-1972.
5. Левицкий С.М., Кошечая С.В. Вакуумная и твердотельная электроника СВЧ. К.: Вища школа.-1986.
6. Хауэс М., Морган Д. Полупроводниковые приборы в схемах СВЧ. М.: Мир.-1979.

7. Тараненко З.И., Трохименко Я.К. Замедляющие системы. К.: 1965. – 308 с.
8. СВЧ-полупроводниковые приборы и их применение /Под ред. Г.Уотсона.-М.: Мир.-1972.
9. Давыдова Н.С., Данюшевский Ю.З. Диодные генераторы и усилители СВЧ. М.: Радио и связь, 1986.–184 с.
10. Сушков А.Д. Вакуумная электроника: Физико-технические основы. Уч. пос. СПб. 2004.–462 с.
11. Гусев В.Г., Гусев Ю.М., Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. Спец. Вузов. – М. Высш. шк., 1991. – 622с.
12. Скаржепа В.А., Луценко А.Н. Электроника и микросхемотехника. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989.
13. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат, 1988.
14. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справ. руководство: Пер.с нем. – М.: Мир, 1982.
15. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник / Данилов С.А., Ельцова Ю.П., Иванов и др. – М.: Радио и связь, 1987. – 384с.
16. Гусев В.Г., Гусев Ю.М., Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. Спец. Вузов. – М. Высш. шк., 1991. – 622с.
17. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник / Данилов С.А., Ельцова Ю.П., Иванов и др. – М.: Радио и связь, 1987. – 384с.
18. Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1985. 504 с.
19. Ушаков В. Н. Основы радиоэлектроники и радиотехнические устройства. М.: Высш. школа, 1976. 424 с.
20. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988, – 448 с.
21. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 1986, – 511 с.
22. Попов В.П. Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 1985.
23. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебное пособие./Под ред. Яковлева А.Н. М.: Высшая школа, 2000.
24. Жуков В.П., Карташов В.Г., Николаев А.М. Задачник по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». М.: Высшая школа, 1986.
25. Ландау, Лев Д. Краткий курс теоретической физики : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Кн. 2 : Квантовая механика - М.: Наука, 1972. - 368 с.
26. Давыдов, А. С. Квантовая механика : [Учеб. пособие для ун-тов] - М.: Наука, 1973. - 703 с.
27. Друкарев, Г. Ф. Квантовая механика : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов] - Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. - 197 с.
28. Елютин, П. В. Квантовая механика с задачами : [Учеб. пособие для

студентов физ. фак. вузов] - М.: ФИЗМАТЛИТ : УНЦ довуз. образования МГУ, 2001. - 298 с.

29. Л. Росадо. Физическая электроника и микроэлектроника : М. "Высшая школа",-1991.

30. Ржевкин. Физические основы полупроводниковой электроники: М. "Высшая школа" -1981.

31. Шалимова. Физика полупроводников: М. "Наука" ,- 1974.

32. Киттель. Введение в ФТТ: М."Мир",-1973.

33. Б.В. Дворяшин, Л.И. Кузнецов Радиотехнические измерения: М.- "Советское радио", 1978.

34. М.Н. Селиванов, А.Э. Фридман, Ж.Ф. Кудряшова. Качество измерений: Ленинград.- "Лениздат", 1987.

35. Г. Фёрстер. Единицы, величины, уравнения и их практическое использование: Киев. "Вища школа",-1984.

36. И.П. Степаненко. Основы микроэлектроники: М. "Высшая школа",- 2001.

37. Штыков В.В. Квантовая радиофизика. Учебное пособие. М.: Академия, 2009. – 335 с.

38. Ярив А. Введение в оптическую электронику. /Пер. с англ. Г. Л. Киселева. Под ред. О. В. Богданкевича. – Москва. – Высшая школа. – 1983.

39. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. М.: Физматлит, 2004. – 512 с.

40. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2001. – 573 с.

41. Звелто О. Принципы лазеров: Пер. с англ. – 3-е перераб. и доп. изд. – М.: Мир, 1990. – 560с.

42. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма.- М.: Высш. шк.,1983-279 с.

43. Савельев И.В. Общий курс физики. Т.2.- М.: Наука, 1970. - 431 с.

44. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм.- М.: Высш. шк.. 1983.- 463с.

45. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество.- М.: Наука, 1980. - 752с.

46. Калашников С.Г. Электричество. – М.: Наука, 1977. – 560 с.

47. Тамм И.Е. Основы теории электричества. -М.: Наука, 1989.- 504 с.

48. Элементарный учебник физики : В 3 т. Т. 3 : Колебания и волны ; Оптика ; Атомная и ядерная физика - М.: Физматлит, 2000. - 656 с.

49. Горелик, Г. С. Колебания и волны : Введение в акустику, радиофизику и оптику - М.: Физматлит, 2007. - 655 с.

50. Савельев И.В. Общий курс физики. Т.2.- М.: Наука, 1970. - 431 с.

51. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. - М.: Наука, 1976.

52. Тихонов В.Н. Статистическая радиотехника. - М.: Радио и связь, 1982.

53. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. -

М.: Радио и связь, 1989.

54. Тихонов В.Н., Харисов И.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. - М.: Радио и связь, 1991.

55. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа Ч.1. - М.: Наука, 1982

56. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа Ч.2. - М.: Наука, 1982

57. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. В 3 т. - М.: Высшая школа, 1988

58. Ляшко И.И. и др. Математический анализ в примерах и задачах. В 2т. - К.: Вища школа, 1977

59. Ильин, В. А. Линейная алгебра : [Учеб. для ун-тов по специальностям "Прикл. математика" и "Физика"] - М.: Наука, 1984. - 294 с.

60. Зими́на, О. В. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : Учеб. комплексМ.: Изд-во МЭИ, 2000. - 328 с.

61. Ильин, В. А. Аналитическая геометрия : Учеб. для студентов вузов, обучающ. по спец. "Физика" и "Приклад. математика" - М.: Наука : Физматлит, 1999. - 224 с.

62. Кадомцев, С. Б. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. - М.: Физматлит, 2003. - 157 с.

63. Гусак, А. А. Аналитическая геометрия и линейная алгебра : справ. пособие к решению задач - Минск : ТетраСистемс, 2006. - 287 с.

64. Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения : [Учеб. для физ.-мат. специальностей вузов] - М. : Наука, 1980. - 232 с.

65. Шалдырван, В. А. Дифференциальные уравнения : учеб. пособие для студентов вузов - Донецк : ДонНУ, 2007. - 302 с.

66. Эльсгольц, Лев Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление : Учеб. для физ.-мат. фак. ун-тов - М. : Наука, 1965. - 434 с.

67. Михайлов, В. П. Дифференциальные уравнения в частных производных : [Учеб. пособие для мех.-мат. и физ. специальностей вузов] - М. : Наука, 1983. - 424 с.