

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ  
«ФРКТ ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

На вступительном испытании будут заданы вопросы по выпускной квалификационной работе и вопросы из раздела, соответствующего направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего.

**Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет)**

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

**Раздел «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»**

1. Избыточность источника сообщения и причины ее появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.
2. Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.
3. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи.
4. Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов.
5. Эффективность и энергетический выигрыш кодирования.
6. Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений. Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.
7. Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО. Методы имитационного моделирования СМО.
8. Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.
9. Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.
10. Среды передачи данных. Проводные и беспроводные линии связи.
11. Модели ISO OSI, TCP IP. Уровни, протоколы. Инкапсуляция и деинкапсуляция.
12. Физический уровень в стандарте IEEE 802.11. Протоколы физического уровня, основанные на методе расширения спектра методом прямой последовательности DSSS и на методе мультиплексирования ортогонально разделенных частот OFDM.
13. Система ALOHA. Методы моделирования.
14. Метод множественного доступа с прослушиванием среды (CSMA): настойчивый, ненастойчивый, р-настойчивый.
15. Принцип работы Ethernet. Атрибуты кадра Ethernet. MAC Ethernet. Метод множественного доступа с прослушиванием среды и обнаружением коллизий CSMA/CD.
16. Уровень доступа к каналу (MAC-уровень) в стандарте IEEE 802.11. Метод множественного доступа с прослушиванием среды и предотвращением коллизий CSMA/CA. Режим распределенного управления DCF: базовый метод, метод RTS/CTS. Фрагментация пакетов с данными.

17. Модели сети IEEE 802.11 с идеальным каналом. Оценка показателей производительности при использовании базового метода доступа и механизма RTS/CTS.
18. Методы надежной многоадресной передачи в сетях Wi-Fi и WiMAX. Их моделирование и оптимизация.
19. Разрешение адресов. Адресация в корпоративной сети. Использование схемы адресации иерархической IP-сети. Описание IPv4 и IPv6. Структура IPv4 и IPv6 адресов. Маска подсети. Одноадресная, широковещательная и многоадресная рассылка IPv4. Типы адресов IPv4 и IPv6.
20. Динамическая маршрутизация. Алгоритмы, протоколы. Автономные системы. Таблица маршрутизации. Определение оптимального маршрута. Предотвращение петель коммутации.
21. Многошаговые сети Wi-Fi. Стандарт IEEE 802.11s. Маршрутизация. Метрика маршрутизации. Протоколы маршрутизации: AODV, OLSR, HWMP.
22. Принцип работы NAT. Статический NAT. Динамический NAT. NAT с перегрузкой. Настройка NAT.
23. Принципы работы протокола TCP. Методы предотвращения перегрузок.
24. Соединения типа "точка-точка". Инкапсуляция HDLC. Принцип работы протокола PPP. Настройка протокола PPP.
25. Криптографические методы защиты информации. Криптографические модели. Примеры применения в криптографии.
26. Аутентификация доступа пользователей к информационным ресурсам. Электронная подпись. Реализация. Цифровой сертификат.
27. Методы и алгоритмы шифрования с открытым и закрытым ключами. Реализация.
28. Виды атак на информацию. Системы обнаружения атак.
29. Средства защиты от атак на информацию: межсетевые экраны, на уровне протоколов.

#### **Раздел «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»**

1. Информация, сообщения, сигналы, помехи. Пространство сигналов. Классификация радиотехнических сигналов. Математические модели радиотехнических сигналов. Принцип динамического представления сигналов. Функция Хевисайда и функция Дирака.
2. Спектр сигнала в заданной системе базисных функций. Погрешность аппроксимации сигнала конечным рядом. Неравенство Бесселя.
3. Периодические сигналы и их представление в базисе комплексных гармонических функций. Комплексная и тригонометрическая формы ряда Фурье. Дискретный спектр периодического сигнала.
4. Непериодические сигналы. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье.
5. Спектральная плотность сигнала. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Узкополосные сигналы. Аналитический сигнал. Комплексная огибающая. Корреляционный анализ сигналов. Автокорреляционная функция. Связь автокорреляционной функции со спектром детерминированного сигнала.
6. Дискретные представления сигналов. Интегральные представления сигналов. Преобразование Фурье, Гильберта и другие интегральные преобразования.
7. Дискретные сигналы и дискретные преобразования. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства.
8. Дискретизация и восстановление сигналов. Быстрые алгоритмы дискретных преобразований.
9. Элементы теории автогенераторов. Режимы самовозбуждения, их особенности. Генераторы с внешним возбуждением. Стабильность частоты и методы ее

- повышения. Стабилизация с помощью высокочастотных колебательных систем (резонаторы). Кварцевые генераторы. Генераторы на диэлектрических резонаторах.
10. Усилители мощности. Суммирование мощностей генераторов.
  11. Цифровые синтезаторы частоты, прямой и косвенный синтез, ФАПЧ.
  12. Управление колебаниями (модуляция). Основы теории линейной и нелинейной модуляции.
  13. Амплитудная, фазовая, частотная модуляции. Другие (комбинированные) виды модуляции. Спектры сигналов при различных видах модуляции. Структурные схемы модуляторов.
  14. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Демодуляторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые; структурные схемы. Усилители различных частотных диапазонов.
  15. Основы теории разделения сигналов в многоканальных радиосистемах передачи информации. Необходимые и достаточные условия линейного разделения сигналов. Частотное, временное и фазовое разделение сигналов.
  16. Физические принципы, используемые для формирования, передачи и приема изображений. Обобщенная блок-схема телевизионной системы.
  17. Телевизионное изображение, телевизионный сигнал, их структура и параметры. Форма и частотный спектр телевизионного сигнала.
  18. Аналоговое и цифровое телевидение. Стандарты телевизионных сигналов.
  19. Телевидение высокой четкости. Способы записи телевизионного сигнала. Основные стандарты.
  20. Принципы и методы сжатия ТВ видео сигналов. Стандарты, MPEG-2, MPEG-4.
  21. Канальное кодирование ТВ видео сигналов.
  22. Многочастотная модуляция OFDM.
  23. Особенности наземного и спутникового телевидения.

#### **Раздел «Радиолокация и радионавигация»**

1. Пространство сигналов. Векторное представление сигналов. Ортогональные сигналы.
2. Спектральные представления сигналов. Интеграл Фурье. Спектральная плотность амплитуды и энергетический спектр.
3. База сигнала. Соотношение неопределенностей в теории сигналов. Сигнал с минимальной базой. Сложные импульсные сигналы и их характеристики. Использование сложных сигналов для повышения разрешающей способности и точности систем радиолокации.
4. Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Поверхность отклика. Примеры.
5. Стробоскопическая обработка сложных сигналов. Схема радиоимпульсного стробирования. Способы формирования опорного сигнала.
6. Основное уравнение радиолокации. Эффективная поверхность рассеяния, искусственные цели.
7. Методы измерения дальности: импульсный, частотный и фазовый.
8. Методы измерения угловых координат: амплитудные, фазовые, комбинированные.
9. Эффект Доплера в радиолокации. Измерение скорости цели.
10. Методы обзора пространства. Однолучевые и многолучевые методы. электронное сканирование диаграммой направленности антенн.
11. Критерии оптимального обнаружения. Критерий минимума среднего риска.
12. Оптимальное обнаружение полностью известного сигнала на фоне белого гауссова шума. Отношение правдоподобия. Согласованный фильтр.
13. Характеристики обнаружения и пороговые сигналы.
14. Обнаружение сигнала со случайными параметрами. Оптимальное обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.

15. Оптимальное различение двух сигналов. Сравнение потенциальной точности различения АМ, ЧМ и ФМ сигналов при бинарном кодировании.
16. Условный средний риск, апостериорная плотность вероятности. Несмещенные и эффективные оценки. Оптимальные оценки параметров сигнала.
17. Граница Крамера-Рао. Структура оптимального измерителя параметров. Следящий измеритель. Сравнение помехоустойчивости АМ, ЧМ и ФМ сигналов.
18. Оптимальная оценка параметров радиотехнических сигналов. Потенциальная точность измерения задержки. Структура оптимального измерителя.
19. Потенциальная точность измерения частоты. Структура оптимального измерителя. Система ФАПЧ.
20. Потенциальная точность измерения фазы. Структура оптимального измерителя.
21. Потенциальная точность измерения угловых координат.
22. Представление сигналов с помощью ортогональных функций. Спектры сигналов. Интегральные представления сигналов. Преобразования Фурье, Гильберта. Радиосигналы, виды модуляции. Частотные спектры радиосигналов. Случайные процессы и их представление. Дискретные сигналы и дискретные преобразования. Дискретные преобразования Фурье, Хаара, Уолша-Адамара, Z-преобразование. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Быстрые алгоритмы преобразований, быстрое преобразование Фурье.

#### **Раздел «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»**

1. Уравнения электромагнитного поля. Материальные уравнения. Граничные условия.
2. Излучение электромагнитных волн. Векторизованная формула Кирхгофа.
3. Дифракция электромагнитных волн. Дифракция на прямоугольном отверстии.
4. Граничные задачи электродинамики. Возбуждение плоского слоя с отрицательными диэлектрической и магнитной проницаемостями.
5. Волны в волноводах и коаксиальных линиях. ТЕ, ТМ и ТЕМ волны – условия существования и особенности.
6. Методы решения граничных задач электродинамики. Метод интегральных уравнений.
7. Волноводные многополюстики СВЧ. Матрица рассеяния многополюстника. Основные свойства одномодовых матриц.
8. Устройства линий СВЧ: разветвления, мостовые соединения, направленные ответвители,- структура, основные характеристики.
9. Устройства регулирования в устройствах СВЧ: аттенюаторы, фазовращатели, поляризаторы. Их структура, основные характеристики.
10. Устройства СВЧ с применением ферритов: фазовращатели, вентили, циркуляторы. Структура и основные характеристики.
11. Коммутационные полупроводниковые СВЧ устройства. Полупроводниковые фазовращатели. Структура и основные характеристики.
12. Частотные фильтры СВЧ. Классификация, варианты выполнения, основные характеристики.
13. Программные комплексы моделирования СВЧ устройств. CST Microwave Studio. Ansoft HFSS.
14. Особенности активных СВЧ-устройств на основе полупроводниковых приборов (генераторы, умножители частоты, малошумящие усилители). Применяемые модификации транзисторов и диодов.
15. Особенности мощных усилителей и генераторов СВЧ на клистронах, магнетронах, ЛБВ, гироклистронах и гиротронах.
16. Основные характеристики антенн. Характеристика направленности. Коэффициент усиления.

17. Апертурные антенны. Зависимость основных характеристик излучения от амплитудно-фазового распределения в апертуре. Статистические характеристики антенн.
18. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Варианты построения, характеристики.
19. Вибраторные и печатные антенны. Варианты построения. Характеристики.
20. Фазированные антенные решетки (ФАР). Способы сканирования. Множитель решетки.
21. Широкополосные ФАР. Требования к управляемым линиям задержки.
22. Схемы возбуждения ФАР. Диаграммоформирователи многолучевых ФАР.
23. Калибровка и контроль ФАР
24. Архитектура систем управления современными радиотехническими системами. Основные цифровые интерфейсы.
25. Энергетические характеристики передающих и приемных активных фазированных антенных решеток (АФАР). Требования к канальным усилителям АФАР.
26. Многоканальные модули АФАР: структура и характеристики.
27. Цифровое и оптическое диаграммоформирование АФАР.
28. Измерение параметров антенно-фидерных устройств.
29. Компьютерные технологии проектирования, расчёта и оптимизации антенн и СВЧ – устройств
30. Технология изготовления антенн и СВЧ-устройств.

## Литература

### Системы, сети и устройства телекоммуникаций

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - СПб.: Издательство «Питер», 4-е издание 2010. -672 с.: ил.
2. Системы и сети передачи информации: Учебное пособие для вузов / Под ред. Р.Б. Мазепы. М.: Изд-во МАИ, 2001.
3. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. Изд. 4-е; испр. М.: ЛКИ, 2007.
4. Крухмалев В.В. Цифровые системы передачи: учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012.
5. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.Л. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005.
6. Фороузан Б.А. Криптография и безопасность сетей. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 783 с.
7. Клейменов С.А. Информационная безопасность и защита информации. ИЦ"Академия", 2012. - 331 с.
8. Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей. ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013.
9. Bianchi G. Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2000. Vol. 18. pp. 535-548.
10. Ricardo C. Carrano, Luiz C. S. Magalhães, Débora C. Muchaluat Saade and Célio V. N. Albuquerque. IEEE 802.11s Multihop MAC: A Tutorial // IEEE Communications Surveys & Tutorials, V. 13, N. 1, 2011, pp.52-67.
11. Lyakhov A. Yakimov M. Analytical Study of QoS Oriented Multicast in Wireless Networks // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. 2011. V.11. Article ID 307507.

### Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006. ISBN: 5-7107-7985-7.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. — М: Высшая школа 2005 - 462 с.

ISBN: 5-06-003843-2

3. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. –М.:Связь. 2004. 608 с.
4. Шахтарин Б.И. Случайные процессы в радиотехнике: Учебное пособие. –М.: Радио и связь. 2000. 584 с.
5. Денисенко А.Н. Статистическая теория радиотехнических систем. – М.: АРИ, 2007. – 200 с.
6. Денисенко А.Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. Справочное пособие. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2005. – 704 с.
7. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – Санкт-Петербург: «Питер», 2002 – 604 с.
8. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи. - М.: Высшая школа, 2009. -735 с.
9. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы. – М.: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2001. – 568 с.
10. Мамчев Г.В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 344 с.

#### **Радиолокация и радионавигация**

1. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. М: Высшая школа, 2005
2. Радиотехнические системы. Казаринов Ю.М.(ред.): М.: Академия, 2008, 592 с.
3. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. М: Радиотехника, 2003 г., - 400 с.
4. Бакулев П. А. Радиолокационные системы. М: «Радиотехника», 2007 г. – 376 стр.
5. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы. М: «Радиотехника», 2005, 224 с.

#### **Антенны, СВЧ-устройства и их технологии**

1. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов/ В.В.Никольский, Т.И. Никольская. – 6-е изд. – М.: Эдиториал УРСС, 2012 – 544 с.
2. Б. М. Петров, Электродинамика и распространение радиоволн. 2-е издание. М.: Горячая линия – телеком, 2007.
3. Ю. В. Пименов, В. И. Вольман, А. Д. Муравцов, Техническая электродинамика. М.: Радио и связь, 2002.
4. С. А. Balanis, Advanced engineering electromagnetics. N.Y.: John Wiley & Sons, 1989.
5. А. Ю. Гринев, Численные методы решения прикладных задач электродинамики. М.: Радиотехника, 2012.
6. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток. – Учебное пособие для ВУЗов. Под ред. Д.И. Воскресенского, М., «Радиотехника», 2012.
7. Сомов А.М., Кабетов Р.В. Антенно-фидерные устройства. – М.: Горячая линия - Телеком, 2011
8. Д.М. Сазонов, Антенны и устройства СВЧ. – М.: Выш. шк., 1988.
9. Balanis С.А. Antenna Theory, Analysis and Design. John Wiley & Sons, 2005
10. Mailloux R.J. Phased Array Antenna Handbook. Artech House, Inc. 2005
11. Гостюхин В.Л., Трусов В.Н., Гостюхин А.В. - Активные фазированные антенные решетки. М., «Радиотехника», 2011.
12. Проектирование СВЧ устройств и антенн с ANSOFT HFSS. С.Е.Банков, А.А.Курушин. Издательство Москва 2009, 736с.

13. Л.Г. Гассанов и др. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи. "Радио и связь", М., 1988 г.
14. М.В.Вамберский, В.И.Казанцев, С.А.Шелухин. Передающие устройств СВЧ "Высшая школа", М., 1984 г.
15. Кравченко В.Ф. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007