



## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Вступительные испытания по **научной** специальности аспирантуры 2.2.13 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения охватывают специальные разделы университетских курсов в области радиотехники, радиофизике и электроники, а также проверяются базовые знания и владение математическим аппаратом.

Программа вступительных испытаний, перечень вопросов, структура контрольно-измерительного материала и критерии оценивания приведены ниже.

### ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительное испытание проводится в два этапа, на первом этапе абитуриент получает контрольно-измерительный материал, содержащий три вопроса по научной специальности. Абитуриент должен на листе белой бумаги формата А4 изложить ответ на каждый из вопросов. На выполнение первого этапа отводится 2 часа. На втором этапе проводится устное собеседование по ответам абитуриента на полученный контрольно-измерительный материал. На второй этап отводится 30 минут. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов. Минимальное суммарное количество баллов (за три вопроса), при которых экзамен считается сданным – 30 баллов. При выставлении неудовлетворительной оценки член комиссии должен объяснить абитуриенту недостатки ответа и обосновать выставленную оценку.

#### РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ

1. Классификация радиотехнических сигналов. Динамическое представление сигналов. Геометрические методы в теории сигналов. Теория ортогональных сигналов
2. Периодические сигналы и ряды Фурье. Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов.
3. Преобразование Лапласа. Основные свойства преобразования Лапласа.
4. Основные понятия и характеристики электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, их отличие друг от друга. Пассивные и активные элементы.
5. Характеристики идеализированных резистивных, емкостных и индуктивных элементов. ВАХ. Мощности и энергии, выделяемые на этих элементах. Понятие дуальных цепей.
6. Выходные характеристики идеализированных источников тока и напряжения. Переход от идеализированных характеристик к реальным.

Понятие управляемых источников напряжения и токов.

7. Основные понятия топологии цепей: узлы, ветви, контуры, графы, сечения. Примеры компонентных и топологических уравнений. Правила Кирхгофа, как пример топологических уравнений. Правила построения графов электрических цепей.

8. Описание гармонических колебаний при помощи комплексных амплитуд, понятие векторных диаграмм. Анализ простейших электрических цепей (резистивных, емкостных и индуктивных) символическим методом. Расчет энергии и мощности таких цепей.

9. Анализ простейших электрических цепей (резистивно-емкостных, резистивно-индуктивных, индуктивно емкостных) символическим методом.

10. Расчет энергий и мощностей, выделяемых в простейших электрических цепей (резистивно-емкостных, резистивно-индуктивных, индуктивно емкостных).

11. Энергетические соотношения в последовательном и параллельном колебательном контуре, добротность контура. Частотные характеристики последовательного и параллельного колебательного контура. Резонанс напряжений и токов.

12. Примеры применения метода формирования электрического равновесия для анализа линейных цепей.

13. Обоснование методов контурных токов и узловых напряжений. Основные понятия методов: узловой ток, собственное и взаимное сопротивление, контурная э.д.с., узловое напряжение, собственная и взаимная проводимость, узловой ток.

14. Разложение периодической функции в ряд Фурье. Тригонометрическая и экспоненциальная формы ряда Фурье.

15. Спектральные плотности непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье. Физический смысл спектральной плотности сигнала.

16. Свойства преобразования Фурье: линейности, задержки, изменения масштаба времени, дифференцирования и интегрирования сигналов, смещения, свертки.

17. Понятие дельта-функции, ее свойства. Применение дельта-функции при расчете спектров абсолютно неинтегрируемых сигналов.

18. Частотный метод анализа линейных цепей, основанный на понятии частотного коэффициента передачи. Пример применения этого метода для анализа простейших RC-цепей.

19. Понятие прямого и обратного преобразования Лапласа. Свойства преобразования. Операторный коэффициент передачи и его применение для анализа линейных цепей.

20. Виды обратной связи: положительная и отрицательная. Коэффициент передачи линейной системы с обратной связью. АЧХ и ФЧХ системы с обратной связью. Примеры использования систем с обратной связью. Критерии устойчивости.

## **РАЗДЕЛ 2. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**

1. Классификация радиотехнических сигналов, помехи и шумы в

- радиотехнике и связи, понятие о модулированных колебаниях.
2. Амплитудная модуляция. Разновидности сигналов с амплитудной модуляцией, их спектры. Импульсная модуляция.
  3. Радиосигналы с угловой модуляцией, спектры колебаний с угловой модуляцией, отличие сигналов с ЧМ и ФМ.
  4. Узкополосные сигналы и их аналитическое представление. Огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного радиосигнала. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта.
  5. Временной и частотный методы анализа радиосигналов в избирательных цепях.
  6. Последовательный и параллельный колебательный контуры.
  7. Основные статистические характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.
  8. Методы анализа прохождения случайных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами.
  9. Оптимальная линейная фильтрация сигналов в приемных устройствах. Согласованный линейный фильтр. Примеры реализации согласованных фильтров.
  10. Дискретизация сигналов. Теорема отсчетов. Дискретизация периодических сигналов,
  11. ДПФ, БПФ, дискретная свертка. Теория z-преобразований.
  12. Алгоритмы линейной цифровой фильтрации, частотный коэффициент передачи, системная функция, импульсная характеристика цифрового фильтра.
  13. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Устойчивость цифровых фильтров.
  14. Методы синтеза трансверсальных фильтров.
  15. Методы синтеза рекурсивных фильтров.
  16. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного нормального случайного процесса. Функция распределения и корреляционная функция огибающей. Функция распределения фазы.

### **РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

1. Общие вопросы функционирования радиоприемных устройств в условиях действия непреднамеренных помех.
2. Структура радиоприёмника: преселектор, малошумящий усилитель, смеситель, усилитель промежуточной частоты, детектор.
3. Тракт предварительного усиления и избирательности. Понятие чувствительности.
4. Неосновные каналы приёма радиоприёмного устройства.
5. Структурное моделирование твердотельных СВЧ устройств с учётом нелинейных свойств.
6. Методы нелинейного анализа радиотехнических цепей.
7. Анализ двухчастотного взаимодействия в нелинейных цепях на основе метода степенных рядов.

8. Интермодуляция.
9. Блокирование по усилению. Перекрёстные искажения. Амплитудно-фазовая конверсия.
10. Блокирование по шумам.
11. Характеристики частотной избирательности радиоприёмника.
12. Динамический диапазон радиоприёмника.
13. Эффекты, рассматриваемые в малошумящем усилителе в интересах задач ЭМС.
14. Параметры и характеристики ЭМС малошумящего усилителя.
15. Основные параметры и характеристики радиопередающих устройств, влияющие на обеспечение ЭМС.

### Рекомендуемая 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. Попов В.П. Основы теории цепей. - М.: Высшая школа, 2000.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: Гардарики, 2002.
5. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. – М.: Высшая школа, 2002.
6. Борздов В.М. Основы радиоэлектроники. – Минск: БГУ, 2003.
7. Баскаков С.И. Лекции по теории цепей. – М.: URSS: Ком Книга, 2005.
8. Айфичер Э.С. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э.С. Айфичер, Б.У. Джервис. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992с.
9. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006.
10. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб: Питер, 2003. – 608с.
11. Оппенгейм А, Шафер Р. Цифровая обработка сигналов.- Москва: Техносфера, 2006. – 856с.
12. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / Р.В. Хемминг. – М.: Сов.радио, 1980.
13. Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов / Ю.Сато. – М.: Додэка-XXI, 2010. – 176с.
14. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. – СПб: Лань, 2006.
15. Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи. Под ред. И.С.Гоноровского. - М.: Радио и связь, 1989.
16. Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов / С.В. Умняшкин. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2008.
17. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач. - М.: Высшая школа, 1987.
18. Алгазинов Э.К. Электромагнитная совместимость радиоприёмных устройств СВЧ: Учебное пособие по спец. 013800 – Радиофизика и электроника/ Э.К.Алгазинов, А.М.Бобрешов, А.М.Воробьёв, Ю.Н.Нестеренко, Воронеж.гос.ун-т – Воронеж: Б.и., 2003. – 79с.
19. Князев А.Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств/ А.Д.Князев. – М.:Радио и связь,

1984. – 336с.

20. Петровский В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для вузов/ В.И.Петровский, Ю.Е.Седельников. – М.:Радио и связь, 1986. – 215с.

21. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем/ В.И.Владимиров и др.; Под ред.Н.М.Царькова. – М.:Радио и связь, 1985. – 271с.

22. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи / Сост. Д.Уайт; Пер. с англ. под ред.И.П.Сапгира. – М.: Сов.радио, 1977. Вып.1. – 352с.

23. Богданович Б.М. Нелинейные искажения в приёмно-усилительных устройствах/ Б.М.Богданович. – М.: Связь, 1980. – 280с.

24. Электромагнитная совместимость: учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Л.И. Аверина, А.М. Бобрешов, А.С. Жабин. — Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018 .— 132 с.

### **Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру**

Вступительное испытание оценивает знания в области соответствующей научной дисциплины, навыки и способности поступающих, необходимые для обучения по программам аспирантуры, реализуемых направлением 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь. Экзамен включает ответы на три теоретических вопроса по темам программы вступительных испытаний в аспирантуру по соответствующему профилю. Вопросы являются равнозначными по сложности. Уровень знаний поступающего оценивается по 100-балльной системе.

#### Критерии оценивания результатов ответа по уровням (оценкам)

Оценка	Критерии
80-100 баллов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответ грамотный, полный. Ответы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.</li> <li>2. Демонстрируются глубокие знания дисциплин специальности.</li> <li>3. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы.</li> <li>4. Ответы хорошо аргументированы, при ответах использованы знания, приобретённые ранее.</li> <li>5. В ответах чётко проявляется способность к исследовательской деятельности.</li> </ol>

60-79 баллов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответ грамотный, ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно.</li> <li>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</li> <li>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</li> <li>4. Допущены не принципиальные неточности при выводах и использовании терминов.</li> <li>5. В ответах проявляется определённая способность к исследовательской деятельности.</li> </ol>
30-59 баллов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответ в целом грамотный, но допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</li> <li>2. Демонстрируется поверхностные знания дисциплин специальности.</li> <li>3. Имеются затруднения с выводами.</li> <li>4. Определения и понятия даны нечётко.</li> <li>5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо.</li> </ol>
0-29 баллов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответ неграмотный с принципиальными ошибками.</li> <li>2. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине.</li> <li>3. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.</li> <li>4. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</li> <li>5. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>

Программа вступительного испытания одобрена решением Учёного совета физического факультета (протокол от 15.01.2026 №1)