



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
(ВятГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии,
ректор ВятГУ



 В.Н. Пугач

Протокол заседания
приемной комиссии
от 21.05.2020 № 3

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ - ПРОГРАММЕ
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

11.06.01 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ
(направленность «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ»)

СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ НАПРАВЛЕННОСТИ
(ПРОФИЛЮ) ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ
«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ»

1. Общие положения

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине «Радиотехнические устройства и системы» сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) магистратуры и предназначена для оценки уровня знаний поступающих на обучение по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (направленность «Радиотехнические устройства и системы»).

Программа вступительных испытаний сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры по УГСН 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи.

Цель вступительных испытаний - определение практической и теоретической подготовленности абитуриента, определение соответствия знаний, умений и навыков абитуриента требованиям обучения в аспирантуре по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи, направленности “Радиотехнические системы и устройства”.

Абитуриент должен показать глубину знаний по основным дисциплинам предшествующей подготовки, научно-исследовательский потенциал, которые являются достаточными и необходимыми для успешного освоения образовательной программы по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» и защиты диссертации по тематике специальности 05.12.04.

2. Содержание вступительного испытания

Содержание разделов и тем вступительного испытания

2.1. Статистическая радиотехника

2.1.1. Методы математического описания сообщений, сигналов и помех

Детерминированные и случайные сигналы. Классификация случайных и детерминированных процессов: непрерывные и дискретные, детерминированные и недетерминированные, стационарные и нестационарные, эргодические и неэргодические.

Интегральные представления сигналов. Преобразования Фурье, Гильберта. Разложение сигнала по заданной системе функций. Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема отсчетов Котельникова в частотной области.

Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства. Z-преобразование.

Сообщения, сигналы и помехи. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.

Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные функции. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции. Свойства корреляционных функций. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. Стационарность и эргодичность случайных процессов.

Гауссовский случайный процесс и его характеристики. Пуассоновский и релеевский случайные процессы, белый шум. Понятие о марковских случайных процессах и способах их описания.

Аддитивные и мультипликативные помехи.

2.1.2. Основы теории анализа линейных и нелинейных цепей и устройств

Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Методы анализа линейных цепей. Активные линейные цепи. Усилители и их характеристики. Прохождение сигналов и помех (детерминированных и случайных колебаний) через линейные цепи с постоянными параметрами.

Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Генераторы колебаний. Автоколебательные системы. Модуляторы колебаний.

Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств.

Структурные схемы следящих систем: автоматической регулировки (усиления, автоматической подстройки частоты, фазовой автоподстройки и др.). Статистические характеристики дискриминаторов

2.1.3. Оптимальные методы приема.

Основные задачи теории приема: обнаружение, различение, оценка параметров и фильтрация сигналов. Понятие об оптимальных устройствах обработки. Критерии оптимальности. Функциональные схемы оптимальных приемников для сигналов с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией.

Элементы теории оптимальных статистических решений. Формула Байеса. Априорные и апостериорные вероятности. Функция правдоподобия, принципы максимума правдоподобия и максимума апостериорной вероятности. Теория двухальтернативных решений. Ошибки решения. Решающие функции и функции потерь. Критерии оптимальности Неймана-Пирсона и Котельникова-Зигерта. Оптимальное различение двоичных сигналов на фоне гауссовского и коррелированного шума.

Методы решения задачи оценки параметра сигналов, принимаемых на фоне помех. Методы оценки. Предельные точности измерения параметров сигналов. Оценка временного запаздывания и доплеровского смещения частоты принимаемых радиосигналов.

Формулировка и методы решения задачи фильтрации сигналов на фоне помех. Критерии качества фильтрации. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал-помеха. Согласованные фильтры и их свойства. Оптимальная линейная и нелинейная фильтрация по критерию минимума среднеквадратической ошибки.

Принципы адаптивного приема при неизвестных параметрах полезных сигналов или неизвестных характеристиках помех.

2.1.4. Цифровые методы обработки сигналов

Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Цифровые многоразрядные сигналы, методы их формирования. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов.

Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Ошибки квантования и округления. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Передаточная функция, импульсная характеристика и частотные характеристики цифровых фильтров.

Спектральный анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.

2.2. Теория передачи информации

Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность.

Пропускная способность канала связи. Формула Шеннона. Основная теорема кодирования. Понятие о кодировании информации: код, алфавит, основание и значность

кода. Методы построения эффективного кода. Принципы построения кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки.

Теории потенциальной помехоустойчивости В.А. Котельникова. Критерий помехоустойчивости приема непрерывных сообщений. Выигрыш и обобщенный выигрыш в отношении сообщение (сигнал) шум. Алгоритм оптимальной демодуляции непрерывных сообщений при слабых помехах. Виды модуляции при передаче непрерывных сообщений. Мощность шума на выходе демодулятора и его энергетический спектр. Применение АМ, БМ, ОПМ, ФМ и ЧМ, их сравнение по выигрышу и физическое объяснение. Плата за повышенную помехоустойчивость при ФМ и ЧМ. Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция. Применение сложных шумоподобных сигналов.

Способы приема двоичных сигналов в каналах с постоянными параметрами. Цифровые методы модуляции. Прием двоичных сигналов.

Радиолинии. Диапазон радиоволн в системах передачи информации. Виды радиосистем передачи информации: связные, телевизионные, телеметрические и командные. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Характеристики и параметры передаваемой информации. Структура радиосигналов. Модемы и кодеки.

2.3. Радиотехнические устройства и системы

2.3.1. Устройства генерирования и формирования сигналов

Генераторы и автогенераторы. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Умножители частоты. Синтезаторы частоты.

2.3.2. Устройства приема и преобразования сигналов

Основные типы радиоприемных устройств. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках. Особенности телевизионных и связных радиоприемников.

2.3.3. Радиотелевизионные системы

Диапазон радиоволн для телевидения. Кадр, строки и элементы изображения, синхронизация. Формат телевизионного сигнала. Стандарты телевизионных сигналов.

Особенности построения телевизионных передатчиков. Передача радиосигнала изображения и звукового сопровождения, синхронизации и кода цветности сигнала.

Особенности телевизионных антенн. Принципы построения узлов телевизионных приемников. Принципы цифрового телевидения.

2.3.4. Системы радиосвязи

Эволюция систем радиосвязи. Системы подвижной связи. Сотовые системы связи. Спутниковые системы связи.

2.4. Дополнительная индивидуальная программа по выбранному научному направлению:

Борьба с помехами в системах поиска ШПС. Совместная нелинейная фильтрация параметров сигнала. Время-частотные распределения. Цифровая обработка сигналов. Фильтрация многоуровневых сигналов. Программно определяемое радио. Когнитивное радио. Беспроводные сети.

3. Порядок проведения и форма вступительного испытания

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, полномочия и порядок деятельности которой определяются локальным нормативным актом ВятГУ.

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ с применением технологии прокторинга, посредством которой осуществляется

идентификация личности поступающего, контроль процедуры выполнения вступительных испытаний, фиксируются возможные нарушения.

Для прохождения вступительного испытания **поступающий должен:**

1. самостоятельно обеспечить себя необходимыми для прохождения вступительного испытания техническими средствами:
 - а) компьютер, подключенный к сети Интернет со скоростью доступа не менее 10 Мбит/с;
 - б) браузер Google Chrome, или совместимый с Google Chrome (Opera, Microsoft Edge, Яндекс.Браузер);
 - в) веб-камера, микрофон, наушники или аудиосистема, обеспечивающие получение и передачу видео- и аудиоинформации между поступающим и экзаменационной комиссией, проктором.
2. получить инструкцию по прохождению вступительных испытаний с использованием дистанционных образовательных технологий и выполнить предусмотренные инструкцией требования, в том числе дать согласие на обработку биометрических персональных данных и подтвердить наличие указанных выше технических средств для прохождения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится **с сочетанием устной и письменной формы** и включает два этапа:

1. письменная часть – письменный ответ на билет вступительного испытания в личном кабинете поступающего на Образовательном портале ВятГУ по адресу <https://e.vyatsu.ru/>;
2. устная часть – устное собеседование с экзаменационной комиссией в комнате видеоконференцсвязи по билету вступительного испытания в личном кабинете поступающего на Образовательном портале ВятГУ по адресу <https://e.vyatsu.ru/>.

Билет вступительного испытания включает **два вопроса**, содержание которых определяется экзаменационной комиссией исходя из содержания настоящей Программы вступительного испытания (см. выше). Доступ поступающих к билетам до начала вступительного испытания закрыт.

В процессе устного собеседования поступающему могут быть заданы дополнительные вопросы как по вопросам билета вступительного испытания, так и по другим вопросам настоящей Программы вступительного испытания, а также вопросы актуальности и степени разработанности предполагаемой темы научного исследования (научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук).

На подготовку письменного ответа на билет вступительного испытания поступающему отводится **не более 0,5 часа** (30 минут).

На устное собеседование с экзаменационной комиссией поступающему отводится **не более 0,5 часа** (30 минут).

Процедура прохождения поступающим вступительного испытания подлежит обязательной видеозаписи, которая служит основанием для подтверждения идентификации личности поступающего, контроля соблюдения им Правил приема в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет» на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2020/2021 учебный год и фиксации возможных нарушений.

При прохождении вступительного испытания **поступающему запрещается:**

а) использование учебной и справочной литературы, материалов и электронно-вычислительной техники за исключением тех, которые указаны в настоящей Программе

вступительных испытаний;

б) присутствие в помещении, где сдается вступительное испытание, третьих лиц, или подмена поступающего третьим лицом;

в) открытие иных окон (страниц, браузеров) в сети Интернет, за исключением окна с заданием вступительного испытания, и поиск любой информации в сети Интернет;

г) использование любых мобильных и компьютерных устройств, за исключением того мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания;

д) отведение взгляда от экрана мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания, более чем на 5 секунд;

е) покидание помещения, в котором осуществляется прохождение вступительного испытания, до его завершения.

В случае фиксации нарушения указанных требований вступительное испытание может быть прекращено и (или) результаты вступительного испытания аннулированы.

4. Порядок и шкала оценивания результатов вступительного испытания

Вступительное испытание оценивается экзаменационной комиссией по стобалльной шкале. При оценивании результатов вступительного испытания применяются следующие критерии (таблица).

Критериями оценки на вступительном экзамене служат:

- знание фактического материала, в том числе знание обязательной литературы;
- логика, структура, стиль ответа; культура речи, манера общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике.

Критерии	Баллы
Ответ полный на вопросы билета и дополнительные вопросы, без замечаний, продемонстрировано глубокое знание программного материала, знание концептуально-понятийного аппарата, способность связывать теорию с практикой.	90 – 100
Ответ полный на вопросы билета и дополнительные вопросы, с незначительными замечаниями по отдельным вопросам, продемонстрировано достаточно высокое знание программного материала, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.	75 - 89
Ответ не полный по вопросам билета, существенные замечания по вопросам билета и дополнительным вопросам, выявлены поверхностные знания по важным разделам, имелись затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии.	60 - 74
Ответы на отдельные вопросы билета и на дополнительные вопросы членов комиссии отсутствуют или даны с принципиальными ошибками.	0 - 59

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания (далее – минимальное количество баллов), установлено в размере **60 баллов**. Лица, получившие менее минимального количества баллов, не прошедшие вступительное испытание без уважительной причины (в том числе удаленные с места проведения вступительного испытания), повторно допущенные к сдаче вступительного испытания и не прошедшие вступительное испытание, выбывают из конкурса.

Результаты каждого вступительного испытания оформляются протоколом. На каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протоколы приема вступительных

испытаний хранятся в личном деле поступающего.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте ВятГУ и на информационном стенде не позднее трех рабочих дней со дня проведения вступительного испытания.

5. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному испытанию

Основная литература

1. Тихонов, Василий Иванович. Статистическая радиотехника. / В. И. Тихонов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1982. - 624 с. (1966 - 680 с.). (к/х: 163343).
2. Тихонов, Василий Иванович. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: учеб. пособие. / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. - 2-е изд., испр. - М.: Радио и связь: Горячая линия-Телеком, 2004. - 608 с. (ЧзТЛ).
3. Гоноровский, Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. пособие. / И. С. Гоноровский. - 5-е изд. - М.: Дрофа, 2006. - 720 с. (ЧзТЛ).
4. Тихонов, Василий Иванович. Случайные процессы. Примеры и задачи [Текст]: учеб. пособие / В. И. Тихонов, Б. И. Шахтарин, В. В. Сизых; под ред. В. В. Сизых. - М.: МВТУ им. Н. Э. Баумана. Т. 4: Оптимальное обнаружение сигналов. - 2005. - 368 с. (АБУНЛ).
5. Петров, Евгений Петрович. Статистическая радиотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направлений 210700.62 и 210700.68 / Е. П. Петров, Н. Л. Харина; ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. - Киров: [б. и.], 2014. - 99 с. (СИО: Э4668).
6. Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник. / С. И. Баскаков. - 5-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2005. - 462 с. (ЧзТЛ).
7. Шахтарин, Борис Ильич. Случайные процессы в радиотехнике. Цикл лекций: учеб. пособие. / Б. И. Шахтарин. - М.: Радио и связь, 2000. - 584 с. (ЧзТЛ).
8. Радиоприемные устройства: учеб. для студентов вузов. / под ред. Н. Н. Фомина. - 2-е изд. - М.: Радио и связь, 2003. - 520 с. (ЧзТЛ).
9. Колосовский, Евгений Анатольевич. Устройства приема и обработки сигналов : учеб. пособие / Е. А. Колосовский. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2012. - 455 с. (АБУНЛ).
10. Головин, Олег Валентинович. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов: учеб. пособие. / О. В. Головин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2012. - 782 с. (ЧзТЛ).
11. Радиопередающие устройства: учебник. / под ред. В. В. Шахгильдяна. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2003. - 560 с. (ЧзТЛ).
12. Рабинер, Лоуренс Р. Теория и применение цифровой обработки сигналов: пер. с англ. / Л. Р. Рабинер, Б. Гоулд. - М.: Мир, 1978. - 848 с. (к/х: 251575).
13. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Техносфера, 2012. - 1048 с. (ЭБС "Университетская библиотека онлайн").
14. Прокис Дж. Цифровая связь. / Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 2000. - 800 с. (ЧзТЛ).
15. Быков, Роберт Евгеньевич. Основы телевидения видеотехники: учеб. для вузов. / Р. Е. Быков. - М.: Горячая линия-Телеком, 2006. - 399 с. (ЧзТЛ).
16. Карякин, В. Л. Цифровое телевидение. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Карякин В. Л. - Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. - 448 с. - (ЭБС "Университетская библиотека онлайн").

Дополнительная литература

1. Купер, Джордж. Вероятностные методы анализа сигналов и систем: пер. с англ. / Дж. Купер, К. Макгиллем; под ред. В. Т. Горяинова. - М.: Мир, 1989. - 376 с. (ЧзТЛ).

2. Радиотехнические системы: учебник / под ред. Ю. М. Казаринова. - М.: Академия, 2008. - 590 с. (ЧзТЛ).
3. Петров, Евгений Петрович. Основы теории оптимального приема импульсных сигналов: учеб. пособие. / Е. П. Петров, Д. Е. Прозоров, А. В. Частиков; ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. – Киров: ВятГУ, 2005. - 150 с. (ЧзТЛ).
4. Петров, Евгений Петрович. Основы статистического анализа и синтеза линейных систем учеб. пособие. / Е. П. Петров; ВятГУ, каф. РЭС. – Киров: 2005. - 154 с. (ЧзТЛ).
5. Петров, Евгений Петрович. Теория оптимального приема [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / Е. П. Петров, А. В. Частиков, Д. Е. Прозоров; ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. – Киров: ВятГУ, 2006. - 107 с. (СИО: Э1392).
6. Петров, Евгений Петрович. Теория линейной и нелинейной обработки импульсных сигналов: учеб. пособие. / Е. П. Петров, А. В. Частиков; ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. - Киров: О-Краткое, 2008. - 231 с. (ЧзТЛ).
7. Прозоров, Дмитрий Евгеньевич. Быстрый поиск шумоподобных сигналов: учеб. пособие / Д. Е. Прозоров, Е. П. Петров; под ред. Е. П. Петрова; ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. - Киров: О-Краткое, 2008. - 215 с. (ЧзТЛ).
8. Медведева, Елена Викторовна. Помехоустойчивые коды в радиотехнике и связи: учеб. пособие. / Е. В. Медведева, А. В. Частиков, В. Н. Шакин. - Киров: О-Краткое, 2008. - 72 с. (ЧзТЛ).
9. Теория информации и кодирование. / Б. Б. Самсонов [и др.]. - Ростов н/Д: Феникс, 2002. - 288 с. (ЧзТЛ).
10. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. / Под ред. В.И. Журавлева. - М.: Радио и связь, 2000. - 520 с. (ЧзТЛ).
11. Петров, Евгений Петрович. Поиск шумоподобных сигналов с защитой от мощных подобных и гармонических помех. / Е.П. Петров, А.В. Частиков, И.Е. Петров, ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. – Киров: ВятГУ, 2012. – 124 с. (ЧзТЛ).
12. Маршрутизация в беспроводных самоорганизующихся сетях. Плоские протоколы [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 210700.68 / Д. Е. Прозоров [и др.]; ВятГУ, ФПМТ, каф. РЭС. - Киров: [б. и.], 2014. -10 с. (СИО: Э4585).
13. Маршрутизация в беспроводных самоорганизующихся сетях. Иерархические и гибридные протоколы [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 210700.68 / Д. Е. Прозоров [и др.]; ВятГУ, каф. РЭС. - Киров: 2014.- 99 с. (СИО: Э4670).
14. Денисов, В. П. Радиотехнические системы. Учеб. пособие для студентов радиотехн. специальностей высших учебных заведений [Электронный ресурс] / Денисов В. П. - Томск: ТГУСУиР, 2012. - 344 с. (ЭБС "Университетская библиотека онлайн").