

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 30.09.2020 № 19

**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. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

Программа вступительного испытания предназначена для проведения приема на обучение 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»).

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

## **2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Цель вступительного испытания: оценка уровня сформированности компетенций поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (направленности (профиль) «Радиотехнические системы и устройства»).

Требования к поступающим, сдающим вступительное испытание: поступающий должен показать глубину знаний по основным дисциплинам предшествующей подготовки, научно-исследовательский потенциал, которые являются достаточными и необходимыми для успешного освоения образовательной программы 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (направленность «Радиотехнические устройства и системы»).

К освоению программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования – специалитет или магистратура.

## **3. 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.

## **4. 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 соблюдения поступающим настоящих Правил приема при выполнении им вступительного испытания; фиксация нарушений поступающим настоящих Правил приема при выполнении им вступительного испытания (при наличии).

Для прохождения вступительного испытания **поступающий обязан**:

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

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 в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ;
2. устная часть – устное собеседование с экзаменационной комиссией в комнате видеоконференцсвязи по билету вступительного испытания в личном кабинете поступающего в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ.

Билет вступительного испытания включает:

1. **два вопроса** по разделу 3 Программы вступительного испытания.
2. **один вопрос** об актуальности и степени разработанности темы научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, предполагаемой для выполнения при обучении в аспирантуре.

В процессе устного собеседования поступающему так же могут быть заданы дополнительные вопросы как по вопросам билета вступительного испытания, так и по другим вопросам настоящей Программы вступительного испытания.

Доступ поступающих к билетам до начала вступительного испытания закрыт.

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).

Контроль соблюдения поступающим Правил приема и настоящей Программы вступительного испытания проводится на протяжении всего времени прохождения поступающим вступительного испытания, при этом осуществляется видеозапись прохождения поступающим вступительного испытания.

При прохождении вступительного испытания **поступающему запрещается**:

- 1) использование учебной и справочной литературы, материалов и электронно-вычислительной техники за исключением тех, которые указаны в программах вступительных испытаний;
- 2) открытие иных окон (страниц, браузеров) в сети Интернет, за исключением окна с заданием вступительного испытания, и поиск любой информации в сети Интернет;
- 3) использование любых мобильных и компьютерных устройств, за исключением

того мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания;

4) присутствие в помещении, где сдается вступительное испытание, третьих лиц;

5) отсутствие поступающего в пределах обзора веб-камеры при прохождении вступительного испытания и (или) отведение взгляда от экрана мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания, более чем на 5 секунд;

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

В случае фиксации нарушения указанных в Правилах приема и (или) настоящей программе вступительного испытания требований уполномоченные должностные лица ВятГУ, в том числе проктор, вправе удалить поступающего с места проведения вступительного испытания с составлением акта об удалении в соответствии с пунктом 43 Правил приема.

Поступающий однократно сдает каждое вступительное испытание. Повторно допускаются к сдаче вступительного испытания в резервный день (при наличии соответствующей возможности в соответствии с расписанием вступительных испытаний) лица, не прошедшие вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально, в том числе технические сбои в работе оборудования и (или) канала связи, препятствующие проведению вступительного испытания).

## **5. 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.

## **6. 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. (СНО: 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. (СНО: 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. (СНО: 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").