

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнические устройства»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ

/ И.С. Холопов

«28» 06 2019 г

Заведующий кафедрой РТУ

/ Ю.Н. Паршин

«28» 06 2019 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

«28» 06 2019 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11 «Широкополосные системы передачи радионавигационной информации»

Направление подготовки

11.05.01. «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Направленность (профиль) подготовки

«Радионавигационные системы и комплексы»

Уровень подготовки

специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Формы обучения – очная

Рязань 2019 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» профиль «Радионавигационные системы и комплексы», утвержденного 9 февраля 2018 г.

Разработчик

доцент кафедры радиотехнических устройств, к.т.н. Ксендзов Александр Валентинович

(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» мая 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой радиотехнических устройств Паршин Юрий Николаевич

(подпись)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета

Цель изучения дисциплины: получение представления и прикладных знаний о современных методах беспроводной передачи информации, используемых в радионавигационных системах, а также о тенденциях развития технологий и систем беспроводной передачи информации.

Задачи изучения дисциплины распределены между пятью ее модулями, изучаемыми в 9-м (16 недель) и 10-м (15 недель) семестрах соответственно по очной форме обучения.

Задачи модуля 1: изучить принципы стандартизации систем радиосвязи, получить основные сведения о действующих и перспективных стандартах в области связи, Регламенте радиосвязи, изучить топологию и архитектуру беспроводных сетей связи.

Задачи модуля 2: изучить математические модели канала связи, виды цифровой модуляции, принципы обработки и детектирования цифровых радиосигналов и оптимального оценивания принятых символов.

Задачи модуля 3: изучить принципы помехоустойчивого кодирования, декодирования с исправлением ошибок, основные виды помехоустойчивых кодов.

Задачи модуля 4: изучить системы синхронизации по несущей частоте, символам и кадрам.

Задачи модуля 5: изучить системы с расширением спектра, синхронизацию и удержание с помощью псевдослучайных последовательностей, устойчивость данных систем к разрушению информации; изучить методы разделения информации и компоновки группового сигнала с цифровыми видами модуляции.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно-исследовательский	Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров; разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; разработка физических и	Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы, эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология

		математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и 9 устройств, относящихся к профессиональной сфере; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.	радиоэлектронных систем и комплексов
	проектный	Проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка и согласование технических заданий на проектирование технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем;	Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы, эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

		разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений; подготовка конструкторской и технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия	
--	--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Широкополосные системы передачи радионавигационной информации» относится к вариативной части блока №1 дисциплин основной образовательной программы (ООП) «Радионавигационные системы и комплексы» по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Студенты, обучающиеся по данному курсу, должны предварительно изучить дисциплины «Математика», «Информатика», входящие в базовую часть математических и естественнонаучных дисциплин рабочего учебного плана по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы для всех ООП данной специальности, дисциплину «Информационные технологии в инженерной практике», входящую в вариативную часть рабочего учебного плана, дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы», «Цифровые устройства и микропроцессоры», входящие в базовую часть профессиональных дисциплин рабочего учебного плана, дисциплину «Цифровая обработка сигналов», входящую в вариативную часть профессиональных дисциплин рабочего учебного плана.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- иметь представления об основных направлениях и тенденциях развития методов и технических средств беспроводной передачи информации;
- знать современные и перспективные направления развития систем радиосвязи и средств беспроводной передачи информации;
- знать принципы организации передачи информации в радионавигационных системах;
- знать особенности передачи сигналов с разной модуляцией по радио каналам и трактам;
- уметь выполнять выбор параметров систем радиосвязи, обеспечивающих заданное качество ее передачи;
- владеть навыками моделирования систем радиосвязи с использованием пакетов прикладных программ.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: Радионавигационные системы и комплексы				
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов. Разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере		ПК- 7. Способен к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-1ПК-7. Знать принципы планирования экспериментальных исследований ИД-2ПК-7. Уметь обосновывать программу эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных ИД-3ПК-7. Владеть техникой проведения экспериментальных исследований	06.005 Инженер- радиоэлектронщик

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов).

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	144	—	—
Контактная работа	48	—	—

обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:			
Лекции	32	—	—
Лабораторные работы	16	—	—
Практические занятия	—	—	—
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	96	—	—
Самостоятельные занятия	87	—	—
Консультации в семестре	9	—	—
Экзамены и консультации	—	—	—
Контрольные работы	—	—	—
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Зачет	—	—

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

В структурном отношении программа представлена следующими модулями:

Модуль 1. Стандартизация и архитектура систем передачи информации.

Модуль 2. Цифровая модуляция.

Модуль 3. Канальное кодирование.

Модуль 4. Синхронизация.

Модуль 5. Методы расширения спектра и канального уплотнения.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание раздела
<i>Модуль 1. Стандартизация и архитектура систем передачи информации</i> 1.1. Определения информации и системы передачи информации. Стандартизация. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.	Определение информации. Радиочастотный ресурс как носитель информации: пространственная, временная, частотная составляющие. Определение системы передачи информации, обобщенная структурная схема. Организации, выпускающие стандарты в области телекоммуникаций: ISO, ITU(МСЭ), IEEE, ETSI. Семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Описание уровней: прикладной, представительский, сеансовый, транспортный, сетевой, канальный, физический.
1.2. Регламент радиосвязи. Внеполосные излучения.	Международный Регламент радиосвязи ITU(МСЭ): основное содержание, порядок утверждения и внесения изменений. Дополнения в виде Рекомендаций ITU(МСЭ). Регламент радиосвязи РФ: основное содержание, условное обозначение необходимой ширины полосы и видов модуляции. Регламентирование внеполосных излучений, маска огибающей спектра модулированного сигнала.
1.3. Основные топологии систем передачи информации.	Базовые топологии беспроводных сетей передачи информации: каждый-с-каждым, радиальный (звезда),

Взаимоувязанная сеть связи. Логическая архитектура систем передачи информации.	радиально-узловой, радиально-узловой с узловыми районами, кольцевой. Взаимоувязанная сеть связи, включающая магистральные, территориальные (внутризоновые), местные и локальные первичные сети. Логическая архитектура абонентских радиотерминалов и базовых станций. Обобщенная логическая архитектура локальных и территориальных сетей. Адаптация структуры к воздействию помех. Поддержка мобильности пользователей.
<i>Модуль 2. Цифровая модуляция</i> 2.1. Математические модели канала связи. Модели в непрерывном и дискретном времени с аддитивным шумом.	Модели радиосигналов. Линейный узкополосный и широкополосный канал связи с мультипликативной помехой и аддитивным белым гауссовским шумом. Межсимвольная интерференция. Временная непрерывная, временная дискретная модель канала связи. Представление узкополосного сигнала в ортонормированном базисе.
2.2. Комплексная дискретная модель. Квадратурная корреляционная обработка сигнала и шума. Диаграмма рассеяния шума.	Комплексная дискретная модель канала связи. Принципы построения демодуляторов сигналов с цифровой модуляцией на основе квадратурных корреляторов. Преобразование сигнала и шума в корреляционном канале, обработка линейным фильтром, фильтром интегрирования и сброса. Функция плотности распределения вероятности и диаграмма рассеяния аддитивного белого гауссовского шума на выходе коррелятора в комплексном представлении.
2.3. Виды цифровой модуляции. Представление в виде созвездий. Использование формирующих фильтров.	Позиционность и спектральная эффективность. Амплитудная манипуляция (ASK), фазовая манипуляция (BPSK, QPSK, M-PSK), амплитудно-фазовая манипуляция (APSK), квадратурная амплитудная манипуляция (M-QAM). Созвездия, применение кода Грея. Частотная манипуляция с непрерывной фазой (CPFSK), дифференциальная (DQPSK). Применение формирующих фильтров (гауссовский, «приподнятый косинус»).
2.4. Оптимальное оценивание переданного символа. Условная функция плотности вероятности. Правило Байеса и эквивалентные правила сравнения метрик.	Основные эффекты канала в беспроводных системах передачи информации (неопределенность фазы, многолучевость и замирания, межсимвольная интерференция, аддитивный шум) и борьба с ними (синхронизация по несущей и символам, автоматическая регулировка усиления или решающего порога, эквализация, метод максимального правдоподобия). Реализация метода МП через правило Байеса по максимуму функции правдоподобия, минимуму дистанционной метрики, максимуму корреляционной метрики. Выравнивание по энергии символа.
2.5. Критерий качества цифровой связи. Вероятность ошибки. Сравнение систем связи с различной конфигурацией.	Зависимость вероятности символьной и битовой ошибки от последетекторного отношения сигнал-шум на символ или бит. Теоретические формулы вероятности битовой ошибки для BPSK и QPSK; случай с замираниями. Коэффициент ошибок (BER),

	оценка BER по выборке с построением доверительных интервалов. Сравнение помехоустойчивости систем с различными видами модуляции и скоростью кода с использованием зависимости BER(SNR).
<i>Модуль 3. Канальное кодирование</i> 3.1. Принципы помехоустойчивого кодирования и основные определения. Коррекция ошибок.	Общие принципы кодирования. Определение систематических и несистематических кодов, скорости кода, избыточности кода, синдрома. Сигнатура кода. Разрешенные и запрещенные кодовые комбинации. Минимальное кодовое расстояние.
3.2. Линейное кодирование. Концепция сигнально-кодových пространств. Ортогональные коды.	Определение линейного кода. Представление разрешенных и запрещенных кодовых комбинаций в многомерном базисе. Расстояние Хэмминга. Использование метода МП, дистанционных и корреляционных метрик, структура многоканальных корреляторов. Построение ортогонального кода на основе функций Уолша и матрицы Адамара.
3.3. Линейные систематические коды. Код с проверкой четности, код Хэмминга.	Блочное представление линейного кодирования, порождающая (генераторная) и проверочная матрицы, синдром. Код с проверкой четности. Код Хэмминга (3,1) и (7,4). Условие оптимальности кода. Расширенный код Хэмминга. Код, восстанавливающий пачки ошибок.
3.4. Основы теории конечных полей	Полиномиальное представление чисел. Определение поля, кольца, конечного автомата, идеала, конечного поля. Операция приведения по модулю. Построение расширенного конечного поля, порождающий полином. Использование операции деления полиномов. Пример конечного автомата - генератор ПСП, диаграмма состояний.
3.5. Двоичные циклические коды.	Определение. Реализация циклического сдвига на основе операции приведения по модулю. Порождающий полином, порождающая и проверочная матрицы. Проверка кодовой комбинации с помощью порождающего полинома. Оценивание полинома ошибки с помощью синдрома и исправление ошибки.
3.6. Недвоичные циклические коды. Код Рида-Соломона.	RS код, полиномиальное представление, использование расширенного конечного поля для построения. Составление порождающего полинома и вычисление синдрома. Составление и решение системы уравнений относительно полинома ошибки в два этапа и исправление ошибки.
3.7. Сверточное кодирование. Алгоритм Витерби. Жесткая и мягкая схемы принятия решений.	Сверточные коды. Представление кодера в виде векторов связей, структурная схема. Представление в виде диаграммы состояний, древовидной диаграммы, решетчатой диаграммы. Правило МП по отношению к гипотетическим траекториям. Алгоритм сверточного декодирования Витерби. Использование кодового ограничения для уменьшения вычислительных затрат; «выжившие» траектории. Мягкая и жесткая схема принятия решений.
3.8. Турбо-коды. Перемежение.	Структура турбо-кода. Перемежение. Декодирование с

Выкалывание и адаптивная скорость кода.	использованием логарифмического отношения правдоподобия. Адаптация к условиям канала связи, регулировка скорости с помощью выкалывания.
<i>Модуль 4. Синхронизация</i> 4.1. Определение и классификация видов синхронизации. Синхронизация по несущей, по символам, по кадрам.	Определение синхронизации. Синхронизация передатчика и приемника. Синхронизация по несущей, по символам, по кадрам. Частотная и фазовая автоподстройка частоты.
4.2. Системы частотной и фазовой автоподстройки частоты. Петля Костаса. Захват и начальная синхронизация. Ошибка отслеживания несущей.	Назначение системы автоподстройки частоты и ее место в рамках общей структуры системы передачи информации. Принципы построения петли автоматической подстройки частоты. Дискриминатор, управляемый элемент, петлевой фильтр. Порядок астатизма. Частотная и фазовая автоподстройка частоты. Полоса захвата и полоса удержания. Синфазно-квадратурная схема Костаса. Подавление несущей. Ошибка сопровождения. Петли, управляемые решениями.
4.3. Символьная синхронизация разомкнутого и замкнутого типа. Синхронизация систем с модуляцией без разрыва фазы. Использование данных. Кадровая синхронизация.	Символьная синхронизация разомкнутого (нелинейная на фильтрах) и замкнутого (с опережающим и запаздывающим стробированием) типа. Ошибки символьной синхронизации, их влияние на зависимость BER(SNR). Синхронизация систем с модуляцией без разрыва фазы. Синхронизация с использованием (DA) и без использования (NDA) данных. Кадровая синхронизация. Маркер кадра. Синхронизирующие кодовые слова Баркера и Уилларда. Сетевая синхронизация: открытая и замкнутая синхронизация на передатчиках.
<i>Модуль 5. Методы расширения спектра и канального уплотнения</i> 5.1. Основные определения. Методы расширения спектра. Псевдослучайные последовательности, их свойства.	Цели расширения спектра. Определение и классификация методов расширения спектра. Метод прямой последовательности. Метод скачкообразной перестройки частоты. Псевдослучайные расширяющие последовательности. Генераторы ПСП, свойства порождающего полинома. Свойства ПСП: сбалансированность, цикличность, корреляция. АКФ ПСП.
5.2. Методы прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Коэффициент расширения спектра. Производительность.	Метод прямой последовательности. Структурные схемы модулятора и демодулятора на примере BPSK. Пример временной диаграммы. Метод скачкообразной перестройки частоты. Структурные схемы модулятора и демодулятора на примере M-FSK. Скрытие сигнала от разрушающего воздействия помех в многомерном линейном пространстве. Устойчивость. Функции базиса, структура многоканальных корреляторов. Коэффициент расширения спектра и производительность.
5.3. Синхронизация в системах с расширенным спектром. Использование свойств ПСП, первоначальная синхронизация, сопровождение.	Первоначальная синхронизация. Последовательный и параллельный поиск. Структурные схемы корреляторов в методе прямой последовательности, в методе скачкообразной перестройки частоты. Петли сопровождения с задержкой и опережением (DLL), петля с дизером (TDL). Преимущества и недостатки схем.
5.4. Виды уплотнения и множественного доступа.	Частотное (FDMA), временное (TDMA), кодовое (CDMA) разделение. Ортогонализация несущих в OFDM. Эмпирические модели распространения сигнала.

	ла: Okumura-Hata, Davidson-Epstein-Peterson, Kelly, Walfish-Bertoni.
--	--

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоем- кость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самост оятельн ая работа обучаю- щихся
			всего	лекции	лаборат орные работы	практич еские занятия	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Всего	180	62	47	15	-	118
	9-й семестр	117	47	32	15		70
	<i>Модуль 1. Стандартизация и архитектура систем передачи информации</i>	21	7	6	1		14
1.1	Определения информации и системы передачи информации. Стандартизация. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI.	6	2	2			4
1.2	Регламент радиосвязи. Внеполосные излучения.	8	3	2	1		5
1.3	Основные топологии систем передачи информации. Взаимоуязванная сеть связи. Логическая архитектура систем передачи информации.	7	2	2			5
	<i>Модуль 2 Цифровая модуляция</i>	42	17	10	7		25
2.1	Математические модели канала связи. Модели в непрерывном и дискретном времени с аддитивным шумом.	8	3	2	1		5
2.2	Комплексная дискретная модель. Квадратурная корреляционная	8	3	2	1		5

	обработка сигнала и шума. Диаграмма рассеяния шума.						
2.3	Виды цифровой модуляции. Представление в виде созвездий. Использование формирующих фильтров.	8	3	2	1		5
2.4	Оптимальное оценивание переданного символа. Условная функция плотности вероятности. Правило Байеса и эквивалентные правила сравнения метрик.	9	4	2	2		5
2.5	Критерий качества цифровой связи. Вероятность ошибки. Сравнение систем связи с различной конфигурацией.	9	4	2	2		5
	<i>Модуль 3</i> <i>Канальное кодирование</i>	54	23	16	7		31
3.1	Принципы помехоустойчивого кодирования и основные определения. Коррекция ошибок.	6	3	2	1		3
3.2	Линейное кодирование. Концепция сигнально-кодowych пространств. Ортогональные коды.	7	3	2	1		4
3.3	Линейные систематические коды. Код с проверкой четности, код Хэмминга.	7	3	2	1		4
3.4	Основы теории конечных полей	6	2	2			4
3.5	Двоичные циклические коды.	7	3	2	1		4
3.6	Недвоичные циклические коды. Код Рида-Соломона.	7	3	2	1		4
3.7	Сверточное кодирование. Алгоритм Витерби. Жесткая и мягкая схемы принятия решений.	8	4	2	2		4
3.8	Турбо-коды. Перемежение. Выкалывание и адаптивная скорость кода.	6	2	2			4
	10-й семестр	63	15	15			48
	<i>Модуль 4.</i> <i>Синхронизация</i>	28	7	7			21
4.1	Определение и классификация видов синхронизации. Синхронизация по несущей, по символам, по кадрам.	8	2	2			6
4.2	Системы частотной и фазовой автоподстройки частоты. Петля Костаса. Захват и начальная синхронизация. Ошибка отслеживания несущей.	9	2	2			7
4.3	Символьная синхронизация	11	3	3			8

	разомкнутого и замкнутого типа. Синхронизация систем с модуляцией без разрыва фазы. Использование данных. Кадровая синхронизация.						
	<i>Модуль 5. Методы расширения спектра и канального уплотнения</i>	35	8	8			27
5.1	Основные определения. Методы расширения спектра. Псевдослучайные последовательности, их свойства.	8	2	2			6
5.2	Методы прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Коэффициент расширения спектра. Производительность.	9	2	2			7
5.3	Синхронизация в системах с расширенным спектром. Использование свойств ПСП, первоначальная синхронизация, сопровождение.	9	2	2			7
5.4	Виды уплотнения и множественного доступа.	9	2	2			7

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Пуговкин А.В. Телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пуговкин. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 202 с. — 5-86889-337-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13983.html>
2. Берлин А.Н. Высокоскоростные сети связи [Электронный ресурс] / А.Н. Берлин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 437 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57378.html>
3. Уэйн Томаси. Электронные системы связи [Электронный ресурс] / Томаси Уэйн. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 1360 с. — 978-5-94836-125-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58897.html>
4. Сети и системы радиосвязи и средства их информационной защиты: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Ю.Н. Паршин, А.В. Ксендзов. Рязань, 2010. 32 с.
5. Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Е.В. Васильев, А.В. Ксендзов. Рязань, 2014. 64 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная:

1. Пуговкин А.В. Телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пуговкин. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 202 с. — 5-86889-337-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13983.html>
2. Берлин А.Н. Высокоскоростные сети связи [Электронный ресурс] / А.Н. Берлин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 437 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57378.html>
3. Уэйн Томаси. Электронные системы связи [Электронный ресурс] / Томаси Уэйн. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 1360 с. — 978-5-94836-125-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58897.html>
4. Маглицкий Б.Н. Эффективность методов модуляции в цифровых системах радиосвязи [Электронный ресурс] : монография / Б.Н. Маглицкий. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. — 187 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45497.html>
5. Сети и системы радиосвязи и средства их информационной защиты: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Ю.Н. Паршин, А.В. Ксендзов. Рязань, 2010. 32 с.

б) дополнительная:

1. Ипатов, В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения : пер. с англ. / В. Ипатов. — М. : Техносфера, 2007. — 488 с.
2. Елисеев, С. Н. Беспроводные сети и передачи данных : учебное пособие для вузов по специальностям "Средства связи с подвижными объектами", "Защищенные системы связи", "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / М. : Сайнс-Пресс, 2008. — 136 с.
3. Учебно-методическое пособие по курсу Общая теория связи [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61509.html>.
4. Росляков А.В. Сети связи [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А.В. Росляков. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 165 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75406.html>
5. Маглицкий Б.Н. Методы передачи данных в сотовых системах связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Маглицкий. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. — 178 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45479.html>.
6. Малинкин В.Б. Адаптивная фильтрация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Малинкин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 324 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69533.html>.
7. Стефанова И.А. Моделирование устройств телекоммуникаций в системе MATLAB+Simulink [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Стефанова. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 94 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71857.html>.
8. Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Е.В. Васильев, А.В. Ксендзов. Рязань, 2014. 64 с.

9. Голиков А.М. Основы проектирования защищенных телекоммуникационных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для специалитета: 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Курс лекций, компьютерный практикум, компьютерные лабораторные работы и задание на самостоятельную работу / А.М. Голиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 396 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72158.html>.

10. Голиков А.М. Кодирование в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие для специалитета: 090302.65 Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Курс лекций, компьютерный практикум, задание на самостоятельную работу / А.М. Голиков. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 338 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72111.html>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.
3. Электронная библиотека РГРТУ, режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

9.3. Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по педагогике высшей школы. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме.

9.4. Подготовка к лабораторным работам

1) При подготовке к лабораторной работе студенту рекомендуется изучить разделы лекционного курса, содержащие теоретические сведения о предмете данной лабораторной работы (см. разд.4.2, а также перечень лабораторных работ в приложении «Оценочные материалы»).

2) Из методического указания к лабораторным работам, а также инструкций преподавателя студент получает необходимые сведения по работе с контрольно-измерительными приборами, в том числе виртуальными, расположенными на рабочем месте.

3) Используя методическое указание к лабораторным работам, студенту рекомендуется заблаговременно выделить для себя методику выполнения в соответствии с вариантом или заданием преподавателя, подготовить шаблон отчета по лабораторной работе, ознакомиться с методами обработки результатов, расчета погрешностей и доверительных интервалов, составить картину ожидаемых результатов и выводов по ним, а также возможных отклонений от ожидаемых результатов и их причин.

4) По требованию преподавателя, студент обязан получить допуск к выполнению лабораторной работы, который включает в себя проверку теоретических знаний студента в форме ответов на вопросы, приведенные в приложении «Оценочные материалы», а также умения работать с необходимыми контрольно-измерительными приборами и обрабатывать полученные результаты.

9.5. Подготовка к сдаче зачета

Зачет – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины. При подготовке к зачету студенту рекомендуется привести в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, на консультациях с преподавателем в семестре.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бессрочно);

2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0);

3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3);

4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);

5. MATLAB, Simulink, Fuzzy Logic Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №365617 с 29.08.2008 – бессрочно).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Аудитория 413к2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семи-нарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 60 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска.

2. Аудитория 415к2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семи-нарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 50 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска.

3. Аудитории 501к2, 502к2, 503к2 (компьютерные классы). Аудитория для самостоятельной работы. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, специализированная мебель.

4. Аудитория 410к2. Помещение для хранения и профилактического обслуживания

учебного оборудования. Шкафы, стеллажи для хранения учебного оборудования, контрольно-измерительная техника и инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования.

Программу составил
доцент кафедры РТУ
к.т.н.

А.В. Ксендзов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТУ (протокол № 9 от 01 марта 2018 г.).

Заведующий кафедрой
РТУ, д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин