

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра *телекоммуникационных систем*

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по науке


_____ Р.Д. Еникеев
« 23 » 06 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»

Уровень подготовки

высшее образование - подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность

2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Квалификация (ученая степень): кандидат наук

Форма обучения


очная


Уфа 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры ТС 28.04.2022 г., протокол № 8 и рекомендована к реализации в образовательном процессе для подготовки аспирантов по ПА 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

И.о. заведующего кафедрой:  А.И. Салихов

Составитель:  И.Л. Виноградова, д.т.н., доцент, профессор кафедры ТС

Согласовано:  Р.К. Фаттахов, к.т.н., доцент, начальник ОАиД

Оглавление

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
2. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов	15
4. Фонд оценочных средств	16
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	26
6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ.....	27

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Системы, сети и устройства телекоммуникаций является дисциплиной, направленной на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, образовательного компонента программы аспирантуры подготовки научных и научно-исследовательских кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20 октября 2021 года № 951; Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)".

Является неотъемлемой частью программы аспирантуры подготовки научных и научно-исследовательских кадров в аспирантуре. Дисциплина направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Целью освоения дисциплины является углубление фундаментальных знаний обучающихся, а также его практической подготовки в области систем, сетей и устройств телекоммуникаций.

Задачи: углубленное изучение теоретических и методологических основ сетей, систем и устройств телекоммуникаций:

- новых технических, технологических и программных решений, позволяющих повысить эффективность развития цифровых сетей, систем и устройств телекоммуникаций,
- процессов представления, передачи, хранения и отображения аналоговой, цифровой, видео-, аудио-, голографической и мультимедиа информации;
- эффективных путей развития и совершенствования структуры, архитектуры сетей и систем телекоммуникаций, включая входящие в них элементы, включая управление информационными потоками;
- новых методов доступа абонентов к ресурсам сетей, систем и устройств телекоммуникаций;
- построения, планирования и проектирования сетей пятого и последующих поколений, включая высокоплотных и сверх плотных сетей, приложений Интернета Вещей, сетей и систем с ультрамалыми задержками, как основы создания эффективной цифровой экономики;
- проблем построения, планирования и проектирования программно-конфигурируемых сетей и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей;
- проблем построения и планирования сетей для беспилотного транспорта, в том числе для беспилотных летательных аппаратов и беспилотных автомобилей, и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей;
- методов распределения коммуникационных ресурсов для граничных и туманных вычислений, а также при выгрузке трафика для обеспечения эффективного функционирования современных сетей телекоммуникаций;
- эффективных путей поддержки и применения технологии блокчейн в современных сетях телекоммуникаций;
- исследование влияния баллистической конфигурации спутниковых систем связи на показатели эффективности работы телекоммуникаций, совершенствование пространственно-временного распределения спутников на орбитах;

- новых сигналов, а также соответствующих модемов, кодеков, мультиплексоров и селекторов, обеспечивающих высокую надежность и качество обмена информацией в условиях воздействия внешних и внутренних помех;
- новых принципов организации баз данных и знаний, а также методов их проектирования;
- новых методов защиты информации и обеспечение информационной безопасности в сетях, системах и устройствах телекоммуникаций;
- методов эффективного использования сетей, систем и устройств телекоммуникаций в различных отраслях народного хозяйства в условиях цифровой экономики;
- методов совмещения телекоммуникационных, измерительных и управляющих систем.

2. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	4 курс, 7 семестр
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	
Лабораторные работы (ЛР)	
КСР	1
Курсовая проект работа (КР)	
Расчетно - графическая работа (РГР)	
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	61
Подготовка и сдача экзамена	36
Подготовка и сдача зачета	
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов					Литература, рекомендуемая аспирантам	
		Аудиторная работа				СРС		Всего
		Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	<p>Статистическая теория связи. Радиосигналы. Общие сведения о системах и сетях телекоммуникаций. Информация, сообщения, сигналы. Системы и сети телекоммуникаций – среда информационного обмена, их назначения, задачи, состав предоставляемых услуг. Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала. Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов. Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций. Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом. Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.</p>	2				11	13	5.1.1-5.1.15, 5.2.1-5.2.10
2	<p>Кодирование источников и каналов связи. Избыточность источника сообщения и причины её появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений. Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов. Блочные коды и их декодирование. Примеры важнейших блочных кодов: Циклические коды, методы их декодирования. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики. Методы декодирования свёрточных</p>	1			1	10	12	5.1.1-5.1.15, 5.2.1-5.2.10

	кодов. Эффективность и энергетический выигрыш кодирования. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование. Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений.							
3	<p>Принципы многоканальной связи. Модемы каналов связи. Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи. Классификация методов уплотнения каналов. Линейные методы уплотнения каналов и доступа. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов. Основы линейной теории уплотнения и разделения каналов. Принципы пакетной передачи информации (незакрепленные каналы). Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации. Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний. Модемы волоконно-оптических каналов связи. Особенности модемов многостанционного доступа. Модемы для передачи информации по энергетическим сетям. Модемы для каналов связи с переменными параметрами. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приема сигналов. Особенности модемов при разнесенном приеме. Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера - Хинчина. Гауссовские и марковские случайные процессы. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов. Функциональные пространства и их базисы. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера – Уолша, Лагера, Эрмита. Дискретизация аналогового процесса. Теорема отсчетов. Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями. Решетчатые функции. Z – преобразование. Модели дискретных и непрерывных источников информации.</p>	2				10	12	5.1.1-5.1.15, 5.2.1-5.2.10

4	<p>Преобразование сигналов и помех в каналах связи. Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи.</p> <p>Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами. Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения. Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты, ограничители, детекторы. Нелинейные устройства каналов связи: генераторы, модуляторы. Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование сигналов. Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств. Цифровые фильтры, физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Характеристики цифровых фильтров. Цифровой спектральный анализ на основе дискретного и быстрого преобразования. Следящие устройства каналов связи. Статистическая динамика следящих устройств. Структурные схемы следящих устройств автоматической регулировки усиления, фазовой и частотной автоматической подстройки. Модели непрерывных каналов связи: канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом, канал с неопределённой фазой сигнала и аддитивным шумом и канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом. Модели дискретных каналов связи: двоичный симметричный канал без памяти, асимметричный канал без памяти,</p>	2				10	12	5.1.1-5.1.15, 5.2.1-5.2.10
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	--	--	--	----	----	-------------------------------

<p>канал с памятью и канал с пакетными ошибками. Моделирование каналов связи. Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов. Приём сигналов в каналах с межсимвольной интерференцией. Приём сигналов с неопределённой фазой (некогерентный приём). Приём в условиях флуктуаций фаз и амплитуд сигналов. Приём дискретных сообщений в каналах с сосредоточенными по спектру и импульсными помехами. Особенности приёма сообщений в оптическом диапазоне волн. Сравнение помехоустойчивости вариантов передачи дискретных сообщений. Прием в целом. Поэлементный приём с жёсткими и мягкими решениями. Теорема Л.И. Финка. Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи. Критерии помехоустойчивости передачи непрерывных сообщений. Оптимальная оценка параметров сигнала. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах. Порог помехоустойчивости. Аномальные ошибки. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сигналов, фильтр Колмогорова – Винера. Фильтрация Калмана. Решение задачи нелинейной фильтрации. Цифровая передача непрерывных сообщений, импульсно-кодовая модуляция и кодирование с предсказанием. Адаптивные методы цифрового представления непрерывных сообщений.</p>									
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5	<p>Системы и сети телекоммуникаций. Сети массового обслуживания. Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО. Теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО. Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков. Марковские СМО. Системы с бесконечной и конечной очередью, многолинейные СМО, СМО с отказами, СМО с конечным и бесконечным источником, методика расчёта показателей эффективности марковских СМО. Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО. Особенности мультиплексирования в сетях PDH и SDH. Методы имитационного моделирования СМО. Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям. Планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО. Понятие сетей массового обслуживания. Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания. Представление о сетях Петри. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций. Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов. Элементы теории предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов. Представления об экспертной системе. Основные разновидности оболочек</p>	2				10	12	5.1.1-5.1.15, 5.2.1-5.2.10
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	--	--	--	----	----	-------------------------------

<p>экспертных систем. Понятия математического аппарата различных нечётких множеств. Использование возможностей тензорного исчисления для моделирования программно-аппаратных комплексов. Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии. Радиорелейные линии связи. Системы пейджинговой радиосвязи. Системы сотовой связи. Транкинговые системы связи. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др. Системы спутниковой связи. Принципы построения систем спутниковой связи (ССС). Системы орбит спутников связи. Виды, особенности и способы организации спутниковых радиолиний. Характеристики спутниковых радиолиний. Диапазоны рабочих частот СССР. Принципы международного и государственного регулирования использования частот в СССР. Основные показатели СССР. Зоны видимости, покрытия, обслуживания. Пропускная способность СССР. Сеанс связи в СССР и его продолжительность. Виды трафиков в СССР. Особенности построения СССР для теле- и радиовещания, телефонии, передачи данных, для передачи мультимедийного трафика. Системы радиовещательной спутниковой связи. Системы фиксированной спутниковой связи. Системы подвижной спутниковой связи. Экономические показатели и критерии экономической эффективности использования СССР. Метод многостанционного доступа (МД). Способы организации многостанционного доступа. МД с частотным разделением каналов. МД с временным разделением каналов. МД с разделением по форме сигналов. Методы случайного доступа. Организация информационных и служебных каналов связи. Космический сегмент СССР. Бортовое оборудование спутников связи. Спутники-ретрансляторы (СР). СР без обработки на борту. СР с обработкой на борту. Наземный сегмент СССР. Приемные, передающие и приемо-передающие земные станции (ЗС). Особенности</p>									
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>организации спутниковых сетей на основе геостационарных и низкоорбитальных спутников связи. Стратегия развития систем спутниковой связи. Примеры и особенности действующих систем. Примеры и особенности низкоорбитальных систем спутниковой связи. Примеры и особенности среднеорбитальных систем спутниковой связи. Особенности построения орбитальной группировки. Системы связи с использованием геостационарных спутников. Дальность радиосвязи. Расчет энергетического потенциала радиолинии. Факторы, ограничивающие дальность действия канала радиосвязи: энергообеспечение, влияние параметров канала (затухание, рефракция и т.п.), помехи и др. Принципы обеспечения информационной безопасности систем и сетей телекоммуникаций. Оценка уязвимости информации. Определение требований к защите информации. Функции и задачи защиты информации. Средства защиты и системы защиты информации. Криптографические методы и средства защиты. Защита информации в компьютерных системах.</p>							
6	<p>Архитектура систем и сетей телекоммуникаций. Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций. Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС). Уровни модели и функции, реализуемые на каждом из её уровней. Основные элементы модели ВОС: функциональный уровень, услуга, служба, соединение, блок данных, протокол связи. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных</p>	1				10	11	5.1.1-5.1.15, 5.2.1-5.2.10

<p>сетях. Методы коммутации в сетях телекоммуникаций. Речевой сигнал, его особенности и характеристики. Звуки, фонемы, форманты. Распознавание речи слуховым аппаратом человека. Статистические характеристики речевых сигналов: интервал стационарности, законы распределения, энергетический спектр, корреляционная функция и разборчивость речи. Вокодеры: полосный, формантный, гомоморфный, линейный предсказатель речи (липредер), фонемный вокодер. Скремблеры, работающие в частотной, временной, частотно-временной областях. Цифровое скремблирование речи. Методы модуляции при передаче речевых сигналов. Передача речевых сигналов в общем пакете, проблема нарушения масштаба времени. Проблемы высокоточной передачи измерительной информации в телекоммуникационных системах и сетях, потери и задержки сообщений. Телеметрия и оценка технического состояния объектов и технологических процессов. Интеллектуализация программ измерений. Методы экономичного представления изображений. Основные стандарты кодирования изображений, используемые в сетях широкого пользования. Возможности безрастрового представления изображений. Согласование методов представления изображений и протоколов. Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций. Предоставление информационных услуг подвижным объектам: общие принципы и классификация систем подвижной радиосвязи. Транкинговые, сотовые, беспроводные, пейджинговые и спутниковые сети подвижной радиосвязи. Радиосети передачи данных. Стандарты и системы подвижной радиосвязи первого, второго и третьего поколений. Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации. Виды услуг, предоставляемых в сетях подвижной радиосвязи. Коммутационное и терминальное оборудование систем</p>									
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>подвижной радиосвязи. Оборудование систем подвижной радиосвязи: состав и основные особенности. Основные функции; принципы построения и типы коммутационных систем. Модели радиоканалов и предсказания уровня сигнала для естественных условий распространения радиоволн в условиях сельской и городской застройки. Методы частотно-территориального планирования; кластерные модели; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети. Методы повышения емкости сетей; проблемы электромагнитной совместимости. Принципы предоставления интегрированных информационных услуг. Основные варианты построения структуры пакета. Возможности адаптации структуры пакета к характеристикам информационных потоков, эффективность адаптации. Технологии предоставления интегрированных информационных услуг: ATM и Frame Relay. Сеть Internet и Internet-технологии. Сети Intranet и Web-технологии. Оптимизация телекоммуникационных систем и сетей по совокупности показателей качества (включая технико-экономические).</p>								
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Тема 1 Статистическая теория связи. Радиосигналы

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Информация, сообщения, сигналы.
2. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.
3. Области использования однополостной модуляции.
4. Виды спектров сигналов.

Тема 2 Кодирование источников и каналов связи

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Теорема К. Шеннона о кодировании источника.
2. Задача помехоустойчивого кодирования.
3. Примеры важнейших блоковых кодов.
4. Понятие о нелинейном кодировании.

Тема 3 Принципы многоканальной связи. Модемы каналов связи. Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Классификация методов уплотнения каналов.
2. Примеры нелинейного уплотнения каналов.
3. Классификация низкоскоростных и высокоскоростных модемов.
4. Классификация модемов для проводных систем и радиолиний.

Тема 4 Преобразование сигналов и помех в каналах связи. Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Свойства линейных каналов с постоянными параметрами.
2. Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты.
3. Нелинейные устройства каналов связи: ограничители и детекторы.
4. Нелинейные устройства каналов связи: генераторы и модуляторы.

Тема 5 Системы и сети телекоммуникаций. Сети массового обслуживания

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Основные понятия массового обслуживания.
2. Классификация систем массового обслуживания (СМО).
3. Основные свойства Марковских СМО.
4. Методы имитационного моделирования СМО

Тема 6 Архитектура систем и сетей телекоммуникаций. Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей.

2. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС).
3. Понятие протокольного стека и профиля протоколов.
4. Основные функции и принципы построения коммутационного телекоммуникационного оборудования.

4. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Активность обучающегося оценивается на занятиях и на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам образовательного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
1	Статистическая теория связи. Радиосигналы	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
2	Кодирование источников и каналов связи	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
3	Принципы многоканальной связи. Модемы каналов связи. Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
4	Преобразование сигналов и помех в каналах связи. Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи	Круглый стол, ответы на вопросы
5	Системы и сети телекоммуникаций. Сети массового обслуживания	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
6	Архитектура систем и сетей телекоммуникаций. Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций	Круглый стол, ответы на вопросы

Вопросы к экзамену

1. Общие сведения о системах и сетях телекоммуникаций.
2. Информация, сообщения, сигналы.
3. Системы и сети телекоммуникаций – среда информационного обмена, их назначения, задачи, состав предоставляемых услуг.
4. Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала.
5. Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы.

6. Генерация сигналов разных типов.
7. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.
8. Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.
9. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.
10. Свойства и использование однополосной модуляции.
11. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.
12. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.
13. Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.
14. Избыточность источника сообщения и причины её появления.
15. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности.
16. Теорема К. Шеннона о кодировании источника.
17. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.
18. Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов.
19. Блочные коды и их декодирование.
20. Примеры важнейших блочных кодов: Циклические коды, методы их декодирования.
21. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики.
22. Методы декодирования свёрточных кодов.
23. Эффективность и энергетический выигрыш кодирования.
24. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.
25. Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений.
26. Классификация методов уплотнения каналов.
27. Линейные методы уплотнения каналов и доступа.
28. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов.
29. Основы линейной теории уплотнения и разделения каналов.
30. Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы).
31. Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.
32. Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний.
33. Модемы волоконно-оптических каналов связи.
34. Особенности модемов многостанционного доступа.
35. Модемы для передачи информации по энергетическим сетям.
36. Модемы для каналов связи с переменными параметрами.
37. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приёма сигналов.
38. Особенности модемов при разнесенном приеме.
39. Классификация сообщений, сигналов и помех.
40. Случайные процессы и их основные характеристики.
41. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера - Хинчина.

42. Гауссовские и марковские случайные процессы.
43. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов.
44. Функциональные пространства и их базисы.
45. Дискретные представления сигналов.
46. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера – Уолша, Лагера, Эрмита).
47. Дискретизация аналогового процесса. Теорема отсчётов.
48. Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями.
49. Решётчатые функции. Z – преобразование.
50. Модели дискретных и непрерывных источников информации.
51. Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи.
52. Линейные каналы с постоянными параметрами.
53. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами.
54. Методы анализа нелинейных каналов.
55. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами.
56. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.
57. Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты, ограничители, детекторы.
58. Нелинейные устройства каналов связи: генераторы, модуляторы.
59. Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами.
60. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях.
61. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование сигналов.
62. Дискретные линейные каналы.
63. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств.
64. Цифровые фильтры, физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров.
65. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
66. Характеристики цифровых фильтров.
67. Цифровой спектральный анализ на основе дискретного и быстрого преобразования.
68. Следящие устройства каналов связи.
69. Статистическая динамика следящих устройств.
70. Структурные схемы следящих устройств автоматической регулировки усиления, фазовой и частотной автоматической подстройки.
71. Модели непрерывных каналов связи: канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом, канал с неопределённой фазой сигнала и аддитивным шумом и канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом.
72. Модели дискретных каналов связи: двоичный симметричный канал без памяти, асимметричный канал без памяти, канал с памятью и канал с пакетными ошибками. Моделирование каналов связи.

73. Задачи синтеза оптимальных приёмников.
 74. Критерии качества приёма сообщений.
 75. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра.
 76. Согласованные фильтры для основных типов сигналов.
 77. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов.
 78. Приём сигналов в каналах с межсимвольной интерференцией.
 79. Приём сигналов с неопределённой фазой (некогерентный приём).
 80. Приём в условиях флуктуаций фаз и амплитуд сигналов.
 81. Приём дискретных сообщений в каналах с сосредоточенными по спектру и импульсными помехами.
 82. Особенности приёма сообщений в оптическом диапазоне волн.
 83. Сравнение помехоустойчивости вариантов передачи дискретных сообщений.
 84. Прием в целом. Поэлементный приём с жёсткими и мягкими решениями.
- Теорема Л.И. Финка.
85. Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами.
 86. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.
 87. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи.
 88. Критерии помехоустойчивости передачи непрерывных сообщений.
 89. Оптимальная оценка параметров сигнала.
 90. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов.
 91. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах.
 92. Порог помехоустойчивости. Аномальные ошибки.
 93. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сигналов, фильтр Колмогорова – Винера. Фильтрация Калмана.
 94. Решение задачи нелинейной фильтрации.
 95. Цифровая передача непрерывных сообщений, импульсно-кодовая модуляция и кодирование с предсказанием.
 96. Адаптивные методы цифрового представления непрерывных сообщений.
 97. Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО.
 98. Теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.
 99. Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.
 100. Марковские СМО. Системы с бесконечной и конечной очередью, многолинейные СМО, СМО с отказами, СМО с конечным и бесконечным источником, методика расчёта показателей эффективности марковских СМО.

101. Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО.
102. Особенности мультиплексирования в сетях PDH и SDH.
103. Методы имитационного моделирования СМО.
104. Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям.
105. Планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.
106. Понятие сетей массового обслуживания.
107. Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.
108. Представление о сетях Петри.
109. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций.
110. Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов.
111. Элементы теории предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов.
112. Представления об экспертной системе. Основные разновидности оболочек экспертных систем.
113. Понятия математического аппарата различных нечётких множеств.
114. Использование возможностей тензорного исчисления для моделирования программно-аппаратных комплексов.
115. Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем.
116. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС). Уровни модели и функции, реализуемые на каждом из её уровней.
117. Основные элементы модели ВОС: функциональный уровень, услуга, служба, соединение, блок данных, протокол связи.
118. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов.
119. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня.
120. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных сетях.
121. Методы коммутации в сетях телекоммуникаций.
122. Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии.
123. Радиорелейные линии связи.
124. Системы пейджинговой радиосвязи.
125. Системы сотовой связи.
126. Транкинговые системы связи.
127. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.

128. Системы спутниковой связи. Принципы построения систем спутниковой связи (ССС).
129. Системы орбит спутников связи. Виды, особенности и способы организации спутниковых радиолиний.
130. Характеристики спутниковых радиолиний. Диапазоны рабочих частот ССС.
131. Принципы международного и государственного регулирования использования частот в ССС. Основные показатели ССС.
132. Зоны видимости, покрытия, обслуживания. Пропускная способность ССС. Сеанс связи в ССС и его продолжительность.
133. Виды трафиков в ССС. Особенности построения ССС для теле- и радиовещания, телефонии, передачи данных, для передачи мультимедийного трафика.
134. Системы радиовещательной спутниковой связи. Системы фиксированной спутниковой связи. Системы подвижной спутниковой связи.
135. Экономические показатели и критерии экономической эффективности использования ССС. Метод многостанционного доступа (МД).
136. Способы организации многостанционного доступа. МД с частотным разделением каналов. МД с временным разделением каналов. МД с разделением по форме сигналов. Методы случайного доступа.
137. Организация информационных и служебных каналов связи. Космический сегмент ССС.
138. Бортовое оборудование спутников связи. Спутники-ретрансляторы (СР). СР без обработки на борту. СР с обработкой на борту.
139. Наземный сегмент ССС. Приемные, передающие и прямо-передающие земные станции (ЗС). Особенности организации спутниковых сетей на основе геостационарных и низкоорбитальных спутников связи.
140. Стратегия развития систем спутниковой связи. Примеры и особенности действующих систем.
141. Примеры и особенности низкоорбитальных систем спутниковой связи.
142. Примеры и особенности среднеорбитальных систем спутниковой связи.
143. Особенности построения орбитальной группировки. Системы связи с использованием геостационарных спутников.
144. Дальность радиосвязи. Расчет энергетического потенциала радиолинии. Факторы, ограничивающие дальность действия канала радиосвязи: энергообеспечение, влияние параметров канала (затухание, рефракция и т.п.), помехи и др.
145. Принципы обеспечения информационной безопасности систем и сетей телекоммуникаций.
146. Оценка уязвимости информации. Определение требований к защите информации.
147. Функции и задачи защиты информации. Средства защиты и системы защиты информации.
148. Криптографические методы и средства защиты. Защита информации в компьютерных системах.
149. Речевой сигнал, его особенности и характеристики. Звуки, фонемы, форманты. Распознавание речи слуховым аппаратом человека.

150. Статистические характеристики речевых сигналов: интервал стационарности, законы распределения, энергетический спектр, корреляционная функции и разборчивость речи.
151. Вокодеры: полосный, формантный, гомоморфный, линейный предсказатель речи (липредер), фонемный вокодер.
152. Скремблеры, работающие в частотной, временной, частотно-временной областях.
153. Цифровое скремблирование речи. Методы модуляции при передачи речевых сигналов.
154. Передача речевых сигналов в общем пакете, проблема нарушения масштаба времени.
155. Проблемы высокоточной передачи измерительной информации в телекоммуникационных системах и сетях, потери и задержки сообщений.
156. Телеметрия и оценка технического состояния объектов и технологических процессов. Интеллектуализация программ измерений.
157. Методы экономичного представления изображений. Основные стандарты кодирования изображений, используемые в сетях широкого пользования.
158. Возможности безрастрового представления изображений. Согласование методов представления изображений и протоколов.
159. Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.
160. Предоставление информационных услуг подвижным объектам: общие принципы и классификация систем подвижной радиосвязи.
161. Транкинговые, сотовые, беспроводные, пейджинговые и спутниковые сети подвижной радиосвязи. Радиосети передачи данных.
162. Стандарты и системы подвижной радиосвязи первого, второго и третьего поколений. Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации.
163. Виды услуг, предоставляемых в сетях подвижной радиосвязи.
164. Коммутационное и терминальное оборудование систем подвижной радиосвязи.
165. Оборудование систем подвижной радиосвязи: состав и основные особенности. Основные функции; принципы построения и типы коммутационных систем.
166. Модели радиоканалов и предсказания уровня сигнала для естественных условий распространения радиоволн в условиях сельской и городской застройки.
167. Методы частотно-территориального планирования; кластерные модели; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети.
168. Методы повышения емкости сетей; проблемы электромагнитной совместимости.
169. Принципы предоставления интегрированных информационных услуг. Основные варианты построения структуры пакета.
170. Возможности адаптации структуры пакета к характеристикам информационных потоков, эффективность адаптации.
171. Технологии предоставления интегрированных информационных услуг: ATM и Frame Relay.
172. Сеть Internet и Internet-технологии.
173. Сети Intranet и Web-технологии.

174. Оптимизация телекоммуникационных систем и сетей по совокупности показателей качества (включая технико-экономические).

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, получены полные ответы на вопросы (теоретические), корректно решены задания;

- оценка «хорошо» - была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, не более половины ответов на теоретические вопросы не совсем полные, корректно решены задания;

- оценка «удовлетворительно» - была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, ответы на более чем половина теоретических вопросов не совсем полные, часть заданий решена корректно;

- оценка «неудовлетворительно» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола, ответы на теоретические вопросы неправильные, задания решены некорректно.

Типовые оценочные материалы

Раздел (тема) дисциплины Статистическая теория связи. Радиосигналы

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала.
2. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.
3. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.
4. Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.

Комплексное задание: Выполнить расчет спектра полососберегающего сигнала.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;

- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

Раздел (тема) дисциплины Кодирование источников и каналов связи

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.
2. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики.
3. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.
4. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики.

Комплексное задание: Выбор и обоснование метода кодирования для канала с заданными характеристиками.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

Раздел (тема) дисциплины Принципы многоканальной связи. Модемы каналов связи. Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов.
2. Особенности модемов при разнесенном приеме.
3. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера – Уолша, Лагера, Эрмита.
4. Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями.

Комплексное задание: Выполнить расчет предельных длин участков регенерации.

1. Выполнить расчет и найти распределение энергетического потенциала.
2. Выполнить расчет параметров быстродействия сети связи.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

Раздел (тема) дисциплины Преобразование сигналов и помех в каналах связи. Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Методы анализа нелинейных каналов.
2. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами.
3. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.
4. Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола.

Раздел (тема) дисциплины Системы и сети телекоммуникаций. Сети массового обслуживания**Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.
2. Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО.
3. Планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.
4. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций.

Комплексное задание: Выполнить расчет статистических характеристик канала с памятью с заданным свойством.**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

Раздел (тема) дисциплины Архитектура систем и сетей телекоммуникаций. Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций**Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня.
2. Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии.
3. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.
4. Системы спутниковой связи (ССС); наземный и спутниковый сегмент. Диапазоны рабочих частот СССР.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2000.
2. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
3. Теория электрической связи. Учебник для вузов. Под ред. Кловского Д.Д. М.: Радио и связь, 1998.
4. Радиосистемы управления: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Радиоэлектронные системы направления подготовки дипломированных специалистов "Радиотехника" / В. А. Вейцель [и др.] ; под ред. В. А. Вейцеля. — М. : Дрофа, 2005. — 416 с.
5. Системы и сети передачи информации: учебное пособие / М. В. Гаранин, В. И. Журавлев, С. В. Кунегин.— Москва : Радио и связь, 2001.— 336 с.
6. Ярлыков М.С. Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. М.: Радио и связь, 1993.
7. Устройства СВЧ и антенны / Д. И. Воскресенский [и др.] ; под ред. Д. И. Воскресенского.— 3-е изд., [испр. и доп.] .— М. : Радиотехника, 2008. — 384 с.
8. Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: [учебное пособие для аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Прикладная информатика" и "Информационные системы в экономике"] / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2011 - 554, [4] с.
9. Информационные системы и технологии: [учебное пособие] / М. Б. Гузаиров [и др.] - Москва: Машиностроение, 2013 - 319 с.
10. Радиотехнические системы передачи информации. Учебное пособие для вузов. Под ред. Калмыкова В.В.- М.: Радио и связь, 1990.
11. Основы радиоуправления. Учебное пособие для вузов. Под ред. Вейцеля В.А. М.: Радио и связь, 1995.
12. Системы и сети передачи информации. Учебное пособие для вузов. Под ред. Мазепы Р.Б. М.:Изд. МАИ, 2001.
13. Чекмарев Ю.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: [учебное пособие для аспирантов высших учебных заведений] / Ю. В. Чекмарев.— 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ДМК ПРЕСС, 2009. — 184 с. URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1146.
14. Основы криптографии в современных инфокоммуникационных системах: учебное пособие / Зотов К.Н., Кузнецов И.В., Филатов П.Е. - Уфа: РИК УГАТУ, 2021. - 100 с.
15. Султанов А.Х., Багманов В.Х. Радиотехнические основы проектирования межспутниковых инфокоммуникаций: учеб. пособие. – Уфа: УГАТУ, 2008. – 142 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник. Под ред. Ширмана Я.Д. М.: ЗАО «МАКВИС», 1998.
2. Андрианов В., Соколов А. Средства мобильной связи. ВНУ-Санкт-Петербург 1998 г.

3. Цифровые радиоприемные системы. Справочник. Под ред. Жодзишского М.И. М.:Радио и связь, 1990.
4. Герасименко В.А., Малюк А.А. Основы защиты информации. Учебник для вузов. М.:Изд-во ООО «Инкомбанк», 1997.
5. Гусева А. И. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: [учебник для аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Прикладная информатика"] / А. И. Гусева, В. С. Киреев - Москва: Академия, 2014 - 288 с.
6. Чижухин Г.Н. Основы защиты информации в вычислительных системах и сетях ЭВМ. Учебное пособие для вузов. Пенза, Изд. Пензенского госуниверситета, 2001.
7. Карташевский В.Г., Семенов С.П., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. М.:ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001.
8. Основы практической защиты информации: учебное пособие по специальности 20.18.00 "Защищенные системы связи" / А. В. Петраков .— 5-е изд., доп. — Москва : Академия, 2013 .— 492 с.
9. Карташевский В.Г., Семенов С.П., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001.
10. Радиоэлектронные системы локации и связи: коллективная монография / Ю. И. Алексеев [и др.] ; под ред. В. А. Обуховца.— М. : Радиотехника, 2008. — 204 с.

5.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

При инклюзивном обучении лиц с ОЗВ предоставляется возможность использовать следующие материально-технические средства:

- для аспирантов с ОВЗ по зрению предусматривается применение средств преобразования визуальной информации в аудио и тактильные сигналы, таких как, брайлевская компьютерная техника, электронные лупы, видеоувеличители, программы невидимого доступа к информации, программы-синтезаторов речи;

- для аспирантов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как, системы беспроводной передачи звука, техники для усиления звука, видеотехника, мультимедийная техника и другие средства передачи информации в доступных формах;

для аспирантов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение специальной компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением, в том числе, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура и альтернативные устройства ввода информации.