

ПРОГРАММА
Федерального интернет-экзамена
для выпускников бакалавриата и специалитета (ФИЭБ)

Направление подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата и специалитета (ФИЭБ) – внешняя независимая оценка качества подготовки бакалавров и специалистов.

Цель ФИЭБ – оценка индивидуальных результатов освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) на соответствие требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по направлениям подготовки и специальностям.

ФИЭБ проводится в вузах – базовых площадках, в оборудованных компьютерами аудиториях в режиме online. Продолжительность экзамена составляет 180 минут.

В рамках ФИЭБ студент получает экзаменационный билет, состоящий из двух частей. Экзаменационный билет представлен педагогическими измерительными материалами (ПИМ) в тестовой форме.

Первая часть ПИМ представляет собой полидисциплинарное тестирование. В первой части студенту предлагается 20 тестовых заданий по определенному перечню дисциплин (предметных полей). Для определения конкретных дисциплин (предметных полей), которые войдут в этот перечень, студенту необходимо самостоятельно осуществить выбор дисциплин (предметных полей) из предложенного списка. Студент должен **выбрать не менее 4 дисциплин (предметных полей)** из предложенных. Комплект заданий первой части ПИМ формируется методом случайной выборки.

Вторая часть ПИМ включает междисциплинарные кейс-задания, которые соответствуют типам задач профессиональной деятельности, определенным в Федеральном государственном образовательном стандарте по данному направлению подготовки (уровень высшего образования – бакалавриат).

Кейс-задание представлено общим фрагментом, в котором обозначена практико-ориентированная ситуация, и заданиями в тестовой форме, выполняя которые студент демонстрирует готовность к решению профессиональных задач в соответствии с конкретным типом задач профессиональной деятельности. Общий фрагмент может содержать дополнительные материалы – документы в виде файлов для скачивания и последующей работы с ними. Студенту необходимо самостоятельно **выбрать 3 типа задач профессиональной деятельности ФГОС** в соответствии с программой экзамена по направлению подготовки, ориентируясь на конкретную ОПОП, по которой он завершает обучение.

Результаты ФИЭБ оцениваются следующим образом. Каждое правильно выполненное задание первой части позволяет набрать студенту 2 балла. Результаты выполнения первой части ПИМ оцениваются с учетом частично выполненных заданий. Максимальное количество баллов, которое может получить студент, правильно выполнивший задания первой части, составляет **40 баллов**. Максимальное количество баллов за правильное выполнение конкретной подзадачи междисциплинарного кейса устанавливается с учетом его сложности. Правильно выполненные кейс-задания второй части ПИМ позволяют набрать студенту **60 баллов**. За верное выполнение всех заданий экзаменационного билета (ПИМ) можно получить максимально **100 баллов**.

Часть 1 ПИМ

Студенту предлагается 20 тестовых заданий по определенному перечню дисциплин (предметных полей). Студентом должно быть выбрано **не менее 4 дисциплин** (предметных полей) из предложенных.

Администрирование и конфигурирование систем связи

Модели взаимодействия и физические среды передачи данных

Модели OSI и TCP/IP: уровни, задачи, протоколы. Средства передачи: витая пара, коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель и радиоканал, их характеристики, полоса пропускания, затухание и шум каналов. Технологии Ethernet и Wi-Fi, их стандарты, уровень доступа, топологии.

Серверные операционные системы и сетевые сервисы

Службы DHCP и DNS: зоны, динамическая регистрация, циклы запросов. NAT и маршрутизация на уровне сети, структурирование пространства адресов. Active Directory: домены, контроллеры, управление учетными записями и политиками. Автоматизация администрирования.

Маршрутизация, виртуальные сети и VPN

Протоколы маршрутизации: статическая, динамическая маршрутизации (RIP, OSPF, BGP), алгоритмы их работы и использование. Технологии сегментации сети: VLAN, настройка тегирования и транкинга. Архитектуры MPLS и SDN: принципы, отличия, преимущества при построении инфраструктуры. Туннельные технологии и VPN: IPSec, SSL VPN, маршрутизация в VPN-каналах.

Сетевая безопасность и управление трафиком

Конфигурация межсетевых экранов, ACL, зоны безопасности, NAT-службы для ограничения доступа. Шифрование каналов: IPSec, SSL/TLS, системы AAA (RADIUS, TACACS+). QoS: классификация трафика, приоритезация, маркировка, полисинг и шейпинг.

Инфраструктура связи, отказоустойчивость и документация

Структура операторской сети: базовые станции, BSC, MSC, ядро сети. Сетевые топологии отказоустойчивости (кластеризация, резервирование на уровне каналов и серверов) и протоколы failover (VRRP, HSRP). Документирование сети: схемы, регламенты, SLAs, политики безопасности и планы аварийного восстановления.

Список литературы

1. Верещагина, Е. А. Организация сетевого администрирования : учеб. пособие / Е. А. Верещагина, А. Л. Золкин, А. В. Фролов. – СПб.: Лань, 2025. – 480 с.
2. Королев, Е. Н. Администрирование операционных систем : учеб. пособие / Е. Н. Королев. – Воронеж : ВГТУ, 2017. – 84 с. – УДК 681.38+681.3.
3. Басыня, Е. А. Системное администрирование и информационная безопасность : учеб. пособие / Е. А. Басыня. – Новосибирск : Издательство НГТУ, 2018. – 79 с. – ISBN 978-5-7782-3484-0.
4. Клейменов, С. А. Администрирование в информационных системах : учеб. пособие / С. А. Клейменов, В. П. Мельников, А. М. Петраков; под ред. В. П. Мельникова. – М. : Академия, 2008. – 272 с.
5. ГОСТ Р 70409–2022. Эксплуатация сети связи общего пользования в целях обеспечения целостности и устойчивого функционирования: национальный стандарт Российской Федерации. – М., 2022.
6. Таненбаум, Э. Сетевые архитектуры. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл; пер. с англ. – 5-е изд. – СПб : Питер, 2012. – 960 с.
7. Пайпер, Б. Администрирование сетей Cisco / Б. Пайпер; пер. с англ. М. А. Райтмана. –

М. : ДМК Пресс, 2018. – 316 с.

Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей

Типовая система передачи информации

Введение в инфокоммуникационные системы и сети. Типовая система связи. Сигнал связи. Каналы связи.

Многоканальные системы передачи

Принципы построения многоканальных систем передачи. Многоканальные системы с временным разделением каналов (ВРК). Многоканальные системы с частотным разделением каналов (ЧРК).

Цифровые системы передачи

Общие принципы формирования и передачи сигналов в цифровых системах передачи. Иерархия цифровых систем передачи. Системы с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ)

Принципы построения инфокоммуникационных сетей, управление и коммутация в сетях связи

Первичные сети телекоммуникаций. Общие принципы и особенности построения систем и сетей радиосвязи. Принципы построения аналоговых и цифровых систем коммутации.

Распределение информации в сетях передачи данных

Инфокоммуникационные сети и организации стандартизации. Маршрутизация в сетях связи. Принципы построения мультисервисных сетей.

Список литературы

1. Пуговкин, А. В. Основы построения инфокоммуникационных сетей и систем [Электронный ресурс] / А. В. Пуговкин, Д. А. Покаместов, Я. В. Крюков. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Лань, 2021. – 176 с.
2. Крухмалев, В. В. Цифровые системы передачи : учеб. пособие для студентов вузов по специальностям «Многоканальные телекоммуникационные системы», «Сети связи и системы коммутации» и др. / В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 350 с.
3. Берлин, А. Н. Телекоммуникационные сети и устройства [Электронный ресурс] / А. Н. Берлин. – 2-е изд. – М. : ИНТУИТ, 2016. – 395 с.
4. Васин, Н. Н. Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей : учеб. для вузов / Н. Н. Васин [и др.]; под ред. Н. Н. Васина. – Самара : ПГУТИ, 2017. – 220 с.
5. Величко, В. В. Основы инфокоммуникационных технологий : учеб. пособие для вузов / Г. П. Катунин [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Горячая линия – Телеком, 2018. – 725 с. : ил. – ISBN 978-5-9912-0592-4
6. Мобильные системы связи : учеб. пособие для вузов / С. В. Захаркин [и др.]. – М. : Горячая линия – Телеком, 2025. – 407 с. : рис., табл., схемы. – ISBN 978-5-9912-1050-8.
7. Общая теория связи : учеб. для вузов / А. С. Аджемов, В. Г. Санников. – М. : Горячая линия – Телеком, 2018. – 623 с. : ил. – ISBN 978-5-9912-0690-7.

Планирование сетей связи

Структура и организация отрасли связи

Нормативно-правовое регулирование отрасли. Федеральные законы и Постановления Правительства.

Организация, структура и взаимодействие фиксированной и мобильной связи

Нумерация сетей, частотное присвоение, присоединение сетей, организация вызова экстренных служб, организация системы оперативно-розыскных мероприятий.

Организация, схемы и регулирование телерадиовещания (эфирного, кабельного, спутникового, сетевого)

Организация системы распространения телерадиовещания в стране и субъектах РФ. Особенности цифрового пакетного распространения.

Регулирование и контроль персональных данных

Регулирование и контроль персональных данных в отрасли «Связь» операторами связи.

Система качества ИСО 9000

Система качества ИСО 9000 в отрасли. Особенности создания и реализации.

Список литературы

1. **Российская Федерация.** Законы. О связи : федер. закон № 126 от 07.07. 2003 г. (с изменениями и дополнениями).
2. **Российская Федерация.** Законы. О средствах массовой информации : федер. закон № 2124-1 от 27.12.1991 г.
3. **Российская Федерация.** Законы. О персональных данных : федер. закон №152 от 27.07.2006 г.
4. **Российская Федерация.** Законы. О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию : федер. закон № 436ФЗ от 29.12.2010.
5. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Система менеджмента качества. Основные положения и словарь»
6. Галкин, В. А. Цифровая мобильная связь. – М. : Горячая линия –Телеком, 2007. – 432 с. – ISBN93517-252-6
7. Берлин, А. Н.Цифровые сотовые системы связи. – М. : Экотреизд, 2007.– 292 с. – ISBN978-5-88405-087-7
8. Пуговкин, А. В.Основы построения инфокоммуникационных сетей и систем. – СПб. :Лань, 2021. – 176 с. – ISBN978-8114-5905-6
9. Правила оказания услуг связи внутризоновой, междугородней и международной телефонной связи. Утв. Постановлением Правительства РФ от 18.05.2005 г. № 310.
10. Правила оказания услуг подвижной связи. Утв. Постановлением Правительства РФ от 25.05.2005 г.
11. Правила распределения и использования ресурсов нумерации единой сети электросвязи РФ. Утв. Постановлением Правительства от 13.07.2004 г. № 350.
12. Правила оказания услуг по передаче данных. Утв. Постановлением Правительства от 23.01.2006 г. № 32.
13. Правила оказания услуг связи для целей телевизионного вещания и (или) радиовещания. Утв. Постановлением Правительства от 22.12.1991 г. № 785.

Радиопередающие устройства

Основы теории генераторов радиочастот

Понятие радиопередающих устройств (РПДУ). Функциональные схемы генераторов: с внешним возбуждением и самовозбуждающиеся. Обобщенный активный элемент (АЭ), его параметры и режимы работы. Особенности выбора режима работы АЭ. Нагрузочные характеристики генераторов. Основные расчетные соотношения для анализа и проектирования электрических схем генераторов.

Схемотехника генераторов высокой частоты

Принципы и схемы построения усилителей напряжения и мощности высокой частоты. Схемы питания и смещения АЭ. Колебательные системы генераторов: параллельные и последовательные резонансные контуры. Методы согласования генераторов с нагрузкой и источниками возбуждения. Резонансные усилители мощности, умножители частоты. Фильтровые нагрузочные колебательные системы.

Возбудители радиопередатчиков

Принципы и схемы построения возбудителей. Автогенераторы, условия самовозбуждения и стационарного режима работы. Основные схемы построения автогенераторов. Стабилизация частоты колебаний автогенераторов. Управление частотой в автогенераторах. Активные синтезаторы частоты с ФАП. Пассивные синтезаторы частоты с потоками двухуровневых и многоуровневых импульсов.

Цифровой синтез гармонических и сложных колебаний

Принципы прямого цифрового синтеза (DDS – Direct Digital Synthesis). Архитектура DDS: фазовые аккумуляторы, цифро-аналоговые преобразователи, таблицы значений. Применение преобразователя CORDIC для синтеза сигналов с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Преимущества цифрового синтеза в стабильности частоты и гибкости настройки.

Программно-определяемые радиосистемы (SDR)

Принципы построения SDR (Software Defined Radio). Архитектура SDR-передатчиков и приемников. Частотная область сигналов, методы квадратурного сэмплирования. Цифровая обработка сигналов: понижающее и повышающее преобразование. Алгоритмы цифровой обработки в SDR-системах. Программное обеспечение для SDR (GNU Radio и др.).

Список литературы

1. Шахгильдян, В. В. Проектирование радиопередатчиков : учеб. пособие для вузов / В. В. Шахгильдян, М. С. Шумилин, В. Б. Козырев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 2000. – 656 с.
2. Радиопередающие устройства : учеб. для студентов вузов связи по специальности 2011 «Радиосвязь, радиовещание, телевидение» / В. В. Шахгильдян [и др.]; под ред. В. В. Шахгильдяна. – 3-е изд., перераб. и доп. М. : Радио и связь, 2003. – 559 с.
3. Крестов, П. А. Проектирование радиопередающих устройств / П. А. Крестов, Е. В. Васильев. – М. : КУРС, 2020. – 184 с. – ISBN 978-5-907228-81-8. – EDN IBUGGJ.
4. Зырянов, Ю. Т. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Ю. Т. Зырянов [и др.]. – 4-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2023. – 116 с.
5. Фокин, Г. А. Технологии программно-конфигурируемого радио / Г. А. Фокин. – М. : Горячая линия-Телеком, 2019. – 316 с. – ISBN 978-5-9912-0819-2. – EDN TMJLHA.
6. Ворона, В. А. Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета : учеб. пособие для студентов вузов / В. А. Ворона. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 383 с.

Радиоприемные устройства (РПУ)

Назначение, структурные схемы и технические характеристики РПУ

Назначение, виды структура и принцип действия радиоприемных устройств. Технические и качественные показатели РПУ. Коэффициент шума, чувствительность и шумовая температура РПУ.

Входные цепи РПУ

Назначение и характеристики входных цепей (ВЦ). Эквиваленты приемных антенн. Способы перекрытия диапазона частот. Электронная настройка. Входные цепи при работе с настроенной антенной. Входные цепи при работе с ненастроенной антенной.

Усилители радиосигналов

Усилители радиочастоты (УРЧ) и их характеристики. Схемотехника УРЧ. Условие устойчивой работы УРЧ. Полосовые усилители промежуточной частоты, их классификация и характеристики. Фильтры сосредоточенной селекции для трактов усилителя промежуточной частоты. Выбор промежуточной частоты.

Преобразователи частоты

Общие сведения о преобразователях частоты (ПЧ), принцип работы ПЧ и их характеристики. Спектральная и временная трактовка преобразования частоты. Побочные каналы преобразования частоты. Транзисторные ПЧ.

Детекторы радиосигналов

Общий принцип детектирования сигналов. Классификация и характеристики детекторов. Разновидности амплитудных детекторов. Последовательный диодный амплитудный детектор и анализ установившегося режима в нем. Параллельный амплитудный детектор. Назначение, структурная схема и виды фазовых детекторов. Принцип действия, структурные схемы и виды частотных детекторов.

Список литературы

1. Зырянов, Ю. Т. Радиоприемные устройства в системах радиосвязи : учеб. пособие для вузов / Ю. Т. Зырянов [и др.]. – 4-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2022. – 320 с.
2. Пушкарёв, В. П. Аналоговые и цифровые радиоприемные устройства : учеб. пособие / В. П. Пушкарёв. – Томск : РТФ, ТУСУР, 2018. – 237 с.
3. Теория информационных процессов и систем : учеб. для студентов вузов / Б. Я. Советов [и др.]; под ред. Б. Я. Советова. – М. : Академия, 2010. – 432 с.
4. Фомин, Н. Н. Радиоприемные устройства / Н. Н. Фомин. – М. : Радио и связь, 2015. 607 с.
5. Богданович, Б. М.. Радиоприемные устройства : учеб. пособие для радиотехнических спец. вузов / Б. М. Богданович, Н. И. Окулич; под общ. ред. Б. М. Богдановича. – Минск : Вышэйшая школа, 1991. – 427 с.
6. Головин, О. В. Радиоприемные устройства : учеб. для радиотехнических специальностей / О. В. Головин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 383 с
7. Онищук, А. Г. Радиоприемные устройства : учеб. пособие для специальностей радиотехн. и телекоммуникац. профиля учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. – Минск : Новое знание, 2006. – 240 с.

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства

Особенности распространения радиоволн в земных условиях

Механизмы распространения радиоволн; распространение радиоволн в земной атмосфере: преломление радиоволн, траектория волны, радиус кривизны траектории, траектории радиоволн в тропосфере, эквивалентный радиус Земли, траектория радиоволн в ионосфере; рассеяние радиоволн в атмосфере; ослабление радиоволн в атмосфере: ослабление в газах, в осадках, в ионосфере. Помехи радиоприему: классификация источников внешних помех, полная мощность шума на входе приемника, характеристики источников внешних помех (шумов).

Особенности распространения радиоволн в различных диапазонах

Распространение УКВ на наземных радиолиниях: области применения, расчет поля в освещенной зоне с учетом рефракции радиоволн в тропосфере, расчет поля с учетом рельефа местности, распространение УКВ в городе, факторы, влияющие на устойчивость работы линий связи. Распространение УКВ на космических радиолиниях: особенности спутниковой связи, потери в тракте распространения (потери передачи, ослабление и деполяризация волн в тропосфере, тепловые и поляризационные потери в ионосфере, влияние рефракции, флуктуации уровня сигнала). Распространение коротких волн: механизм распространения и области применения, рабочие частоты, замирания и разнесенный прием, время запаздывания и ограничение скорости передачи информации, основы расчета КВ радиолиний, влияние ионосферных возмущений. Особенности распространения средних волн: механизмы распространения, области применения, случайные флуктуации напряженности поля, перекрестная модуляция в ионосфере.

Особенности распространения длинных волн: механизм распространения и области применения, расчет напряженности поля.

Параметры антенно-фидерных устройств

Антенно-фидерные устройства: параметры, характеризующие направленные и поляризационные свойства передающих антенн, амплитудная диаграмма направленности, виды диаграмм направленности, способы представления сечений диаграммы направленности (в прямоугольной и полярной системах координат, картографическое представление), ширина главного лепестка, уровень боковых и задних лепестков. Теория симметричных вибраторов: закон распределения тока в симметричном вибраторе, диаграмма направленности, коэффициент направленного действия и действующая длина, входное сопротивление и сопротивление излучения. Основы теории приемных антенн: физические основы процесса приема, принцип взаимности для анализа приемных антенн, согласование приемной и передающей антennы по поляризации, условие выделения максимальной мощности в нагрузке приемной антенны.

Антенны дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов

Антенны для телевидения, радиорелейных линий (РРЛ) и космической радиосвязи: передающие телевизионные антенны, приемные телевизионные антенны, антенны радиорелейных линий прямой видимости, пассивные ретрансляторы, антенны тропосферных РРЛ, питание антенн РРЛ, спутниковой и космической радиосвязи.

Антенны базовых станций и абонентских терминалов систем подвижной радиосвязи: коллинеарная антenna, кольцевые решетки, одновходовые приемо-передающие антенны, антenna в виде шлейфового симметричного вибратора, спиральные антенны, антенны базовых станций, антенны подвижных объектов.

Антенные решетки с управляемой диаграммой направленности: понятие цифровой антенной решетки (ЦАР), сравнение с фазированной антенной решеткой (ФАР), методы пространственной селекции радиосигналов и подавления помех в ЦАР.

Антенны коротких, средних и длинных волн

Антенны декаметрового (коротковолнового) диапазона: особенности коротковолновых антенн, учет влияния земли на диаграмму направленности, простые КВ антенны, синфазные горизонтальные диапазонные антенны, ромбические антенны, антенны бегущей волны, логопериодические антенны.

Особенности антенн, передающих средние волны, антенны, передающие ДВ и СДВ диапазонов, питание передающих антенн СВ, ДВ и СДВ диапазонов, приемные антенны СВ, ДВ и СДВ диапазонов.

Активная передающая антenna: формирование и анализ; активные приемо-передающие антенны. Фрактальные антенны, фрактал Коха. Вопросы электромагнитной совместимости: параметры, определяющие электромагнитную совместимость, методы снижения бокового излучения апертурных антенн.

Список литературы

1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : учеб. для вузов / Г. А. Ерохин [и др.]; под ред. Г. А. Ерохина. – 2-е изд., испр. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 491 с. : ил.
2. Вишневский, В. М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишневский [и др.]. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.
3. Активные передающие антенны / В. В. Должиков [и др.]; под ред. В. В. Должикова и Б. Г. Цыбаева. – М. : Радио и связь, 1984. – 144 с. : ил.
4. Антенно-фидерные устройства систем сухопутной подвижной связи / А. Л. Бузов [и др.]; под ред. А. Л. Бузова. – М. : Радио и связь, 1997. – 150 с. : ил.
5. Сazonov, D. M. Antennы и устройства СВЧ : учеб. для радиотехнич. спец. вузов / D. M. Сazonov. – M. : Высшая школа, 1988. – 432 с. : ил.

6. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : учеб. для вузов / Г. А. Ерохин [и др.]; под ред. Г. А. Ерохина. – 2-е изд., испр. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 491 с. : ил.
7. Григоров, И. Н. Антенны : практика коротковолновика / И. Н. Григоров. – 2-е изд., стер. – М. : РадиоСофт, 2011. – 348 с. – ISBN 978-5-93037-189-5.
8. Антенны : учеб. пособие для вузов / Ю. Т. Зырянов [и др.]. – 7-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2025. – 412 с. : ил.

Современные инфокоммуникационные технологии и системы связи

Основные подходы в разработке систем радиосвязи

Классификация систем радиосвязи. Учет помех и шумов при разработке приемо-передающей аппаратуры. Сложные помехи и их обнаружение. Виды модуляции, применяемой в системах радиосвязи.

Принципы построения РРЛ связи прямой видимости

Приемо-передающая аппаратура РРЛ связи. Схема организации цифрового ствола РРЛ прямой видимости. Принципы организации многосторонних РРЛ. Необходимость применения резервирования. Планы частот многосторонних РРЛ.

Особенности построения спутниковых систем связи (ССС)

Принципы построения спутниковых систем связи (ССС). Классификация ССС. Состав земных и космических станций спутниковых систем связи. Орбиты ССС. Низкоорбитальные спутниковые системы подвижной связи.

Системы сотовой связи

Стандарты сотовой связи. Особенности построения цифровых систем сотовой связи. Частотно-территориальное планирование систем сотовой связи. Микросотовая структура систем подвижной связи.

Технологии множественного доступа

Антенны в системах радиодоступа. Методы разнесения сигналов. Методы модуляции в системах радиодоступа. Защита от ошибок в системах радиодоступа.

Список литературы

1. Галкин, В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учеб. пособие по направлению подготовки бакалавров и магистров 550400 «Телекоммуникации» и по направлению подготовки дипломированных специалистов 654400 «Телекоммуникации» / В. А. Галкин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 432 с.
2. Берлин, А. Н. Телекоммуникационные сети и устройства [Электронный ресурс] / А. Н. Берлин. – 2-е изд. – М. : ИНТУИТ, 2016. – 395 с.
3. Берлин, А. Н. Сотовые системы связи [Электронный ресурс] / А. Н. Берлин. – 2-е изд. – М. : ИНТУИТ, 2016. – 430 с.
4. Орешкин, В. И. Основы цифровой радиосвязи : учеб. пособие по специальности «Радиотехника» / В. И. Орешкин, Ж. В. Чиркунова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский ун-т «МИЭТ». – М. : МИЭТ, 2014. – 120 с.
5. Кутузов, О. И. Инфокоммуникационные системы и сети [Электронный ресурс] / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова, В. В. Цехановский. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2022.
6. Пескова, С. А. Сети и телекоммуникации : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника» / С. А. Пескова, А. В. Кузин, А. Н. Волков. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 349 с.

Статистическая теория и помехоустойчивость систем связи

Сигналы и помехи в радиотехнических системах

Основное радиоизлучение. Внеполосное радиоизлучение. Излучения на гармониках и субгармониках. Комбинационное излучение. Интермодуляционное излучение. Паразитное излучение. Шумовое излучение. Методы снижения внеполосных, комбинационных, интермодуляционных излучений. Стабильность частоты.

Статистические модели сигналов

Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех. Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала. Аналоговый генератор шума. Учет потерь на трассе распространения.

Характеристики элементов радиоэлектронных средств, влияющих на электромагнитную совместимость

Мешающие сигналы и помехоустойчивость аналоговых систем с частотной модуляцией. Электромагнитная совместимость аналоговых систем связи с частотной модуляцией. Корреляционные характеристики псевдослучайных сигналов. Эффекты воздействия помех.

Помехоустойчивость и электромагнитная совместимость цифровых систем связи

Организационные меры обеспечения электромагнитной совместимости комплексов систем связи. Технические меры обеспечения помехоустойчивости комплексов систем связи. Цифровой генератор шума. Оценка электромагнитной совместимости.

Принципы использования радиочастотного спектра

Особенности радиочастотного спектра. Регламент радиосвязи. Таблицы распределения частот. Планы распределения частот. Система радиослужб. Первичная, разрешенная, вторичная основы распределения полос частот. Выделение полос частот, присвоение радиочастот, регистрация. Принципы использования и распределения радиочастотного спектра.

Список литературы

1. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем : учеб. пособие для вузов по специальностям 201100 (210405) «Радиосвязь, радиовещание и телевидение», 201000 (210404) «Многоканальные телекоммуникационные системы», 201200 (210402) «Средства связи с подвижными объектами» и др. / А. Л. Бузов [и др.]; под ред. М. А. Быховского. – 3-е изд. – М. : Эко-Трендз, 2006. – 372 с.
2. Электромагнитная совместимость систем спутниковой связи : научное издание / В. В. Тимофеев [и др.]; под ред. Л. Я. Кантора, В. В. Ноздрина. – М. : ФГУП НИИР, 2009. – 279 с.
3. Электромагнитная совместимость : учеб. пособие / сост. Д. М. Валиуллина, В. К. Козлов. – 2-е изд., доп. – Казань : Казан. Государственный энергетический ун-т, 2018 – 95 с.
4. Мощенский, Ю. В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Мощенский, А. С. Нечаев. – 6-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2024. – 216 с.
5. Валиуллина, Д. М. Электромагнитная совместимость : учеб. пособие / Д. М. Валиуллина, М. Ш. Гарифуллин, В. К. Козлов. – Казань : Казанский государственный энергетический ун-т, 2006 – 109 с.
6. Хабигер, Э. Электромагнитная совместимость / Э. Хабигер. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 253 с.

Цифровая обработка сигналов

Основы дискретизации и квантования

Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы, их классификация и базовые отличия. Теорема Котельникова – Шеннона: условия дискретизации, частота Найквиста и возможность восстановления сигнала. Понятие квантования, уровни квантования, шум квантования и его влияние на качество сигнала. Типы АЦП/ЦАП, их характеристики, точность и линейность.

Дискретное преобразование Фурье и FFT

Определение ДПФ, математический формализм и связь с периодикой дискретных сигналов. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT), структура «бабочки» и асимптотическая сложность. Основные свойства ДПФ: линейность, сдвиг, периодичность, симметрия, теорема Парсеваля. Особенности расчета обратного ДПФ и артефакты спектра.

Оконные функции, свертка и корреляция

Назначение весовых (оконных) функций: прямоугольное, Хеминга, Блэкмана и их влияние на боковые лепестки спектра. Линейная и циклическая свертка, их связь с ДПФ, секционированная и быстрая свертка. Корреляционные функции, методы оценки спектральной плотности мощности, коррелограммный анализ.

KИХ-фильтры (FIR)

Классификация FIR-фильтров по окнам: прямоугольное, Хеминга, Блэкмана и их влияние на характеристики фильтра. Частотно-селективные и полосно-пропускающие конструкции, их параметры. Методы проектирования: оконный, метод частотной выборки, оптимальные FIR-фильтры (Паркс – Макклелан, равнобоковая характеристика). Импульсная характеристика фильтра: длина, симметрия, линейная фазовая характеристика. Эффекты апсемблинга и фильтрации: перекрытие спектра, критические требования к полосе пропускания.

БИХ-фильтры (IIR)

Классификация IIR-фильтров: фильтры Баттервортса, Чебышева I и II, эллиптические фильтры, их передаточные функции и характеристики. Проектирование на основе аналоговых прототипов с последующим преобразованием: билинейное смещение, метод импульсного инварианта. Сравнение FIR и IIR: сложность, устойчивость, фазовая линейность, ресурсы реализации.

Список литературы

1. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов : практический подход / Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис; пер. с англ. И. Ю. Дорошенко, А. В. Назаренко. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2004. – 989 с. : ил. – ISBN 5-8459-0710-1
2. Коберниченко, В. Г. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / В. Г. Коберниченко. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2018. – 150 с. : ил. – ISBN 978-5-7996-2464-4
3. Оппенгейм, А. В. Цифровая обработка сигналов / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер; пер. с англ. под ред. И. Ю. Дорошенко. – 2-е изд., испр. – М. : Техносфера, 2007. – 856 с.
4. Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений / В. Н. Васюков. – Новосибирск : НГТУ, 2018. – 76 с. – ISBN 978-5-7782-3572-4.
5. Оппенгейм, А. В. Дискретная обработка сигналов / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер. – 3-е изд. – М. : Техносфера, 2007. – 856 с.
6. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практический подход / С. Смит; пер. с англ. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 672 с.
7. Куприянов, Н. С. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства

- проектирования / Н. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Политехника, 2002. – 592 с. : ил.
8. Солонина, А. И. Цифровые процессоры обработки сигналов фирмы «Motorola» / А. И. Солонина, Д. А. Улохович, Д. А. Яковлев. – СПб. : БХВ, 2003.

Электромагнитные поля и волны

Описание электромагнитных полей

Скалярные и векторные поля: их описание, силовые линии. Дифференциальные и интегральные операции со скалярными и векторными величинами: градиент, дивергенция и ротор. Электрическое и магнитное поля в вакууме. Заряды и токи.

Основные уравнения электромагнетизма

Уравнения Максвелла для вакуума и вещества в интегральной и дифференциальной формах: закон Гаусса (первое уравнение Максвелла), уравнение непрерывности силовых магнитных линий (второе уравнение Максвелла), закон полного тока (третье уравнение Максвелла), закон электромагнитной индукции (четвертое уравнение Максвелла). Принцип перестановочной двойственности и электродинамического подобия. Комплексная форма уравнений Максвелла. Уравнение Гельмгольца. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды. Баланс энергии электромагнитного поля, мощность излучения, вектор Пойнтинга.

Плоские электромагнитные волны

Плоские волны. Параметры плоской волны. Расчет электрического и магнитного поля в волне. Волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Комплексная амплитуда векторов в плоской электромагнитной волне и амплитуда, как функция времени. Взаимное преобразование. Фазовая и групповая скорости плоской волны. Период плоской волны по времени и координате.

Плоские однородные волны в однородной изотропной среде. Поляризация волн. Граничные условия для векторов \bar{E} и \bar{H} на границе раздела двух сред. Граничные условия на границе идеального и реального металла. Рефракция электромагнитных волн с вертикальной поляризацией. Коэффициенты отражения и преломления. Расчет коэффициентов отражения.

Полное преломление на поверхности раздела двух сред для волн с различной поляризацией. Угол Брюстера. Полное отражение от поверхности раздела двух сред для волн с различной поляризацией. Угол полного внутреннего отражения.

Электромагнитные поля в направляющих системах

Общие свойства направляющих систем. Параметры волн в направляющей системе. Волны Е- и Н-типа в прямоугольном волноводе. Свойства электромагнитных волн в прямоугольном волноводе. Структура поля. Потери в прямоугольном волноводе. H10 – волна основного типа в прямоугольном волноводе.

Круглый волновод. Продольные и поперечные составляющие электромагнитного поля в волноводе. Волны Е- и Н-типа в круглом волноводе. Структура поля. Волна основного типа. Потери в круглом волноводе.

Электромагнитное поле в направляющих системах с волнами Т-типа, общие свойства. Коаксиальный волновод. Структура поля. Потери в коаксиальном волноводе. Полосковые линии передачи. Двухпроводная симметричная линия передачи.

Электромагнитные поля в резонаторах

Объемные резонаторы, образованные из отрезков линий передачи короткозамкнутых или нагруженных на конце. Структура поля в резонаторе в продольном направлении. Параметры резонаторов: резонансная частота и добротность объемного резонатора. Условия существования волн заданного типа. Эквивалентные параметры объемного резонатора.

Список литературы

1. Бабенко, А. Н. Электромагнитные поля и волны : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400 «Радиотехника» / А. Н. Бабенко; Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет». – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2012. – 460 с.
2. Бабенко, А. Н. Электромагнитные поля и волны : учеб. пособие. – 2-е изд., испр., доп. / А. Н. Бабенко, А. Н. Громыко. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. – 370 с.
3. Федоров, Н. Н. Основы электродинамики : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Федоров. – М. : Высшая школа, 1980. – 399 с.
4. Пименов, Ю. В. Техническая электродинамика : учеб. пособие для вузов. / Ю. В. Пименов, В. И. Вольман, А. Д. Муравцев; под ред. Ю. В. Пименова. – М. : Радио и связь, 2000. – 536 с. : ил.
5. Аветисян, В. Г. Электромагнитные поля и волны : учеб. пособие / В. Г. Аветисян. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 444 с.
6. Седов, В. М. Электромагнитные поля и волны : учеб. пособие / В. М. Седов, Т. А. Гайнутдинов; под ред. В. В. Чебышева. – М. : Горячая линия – Телеком, 2020. – 282 с.
7. Петров, Н. Б. Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. – М. : Высшая школа, 2002. – 497 с.

Часть 2 ПИМ

Студенту предлагаются междисциплинарные кейс-задания, которые соответствуют типам задач профессиональной деятельности, определенным в Федеральном государственном стандарте по данному направлению подготовки бакалавра, актуализированным в соответствии с профессиональными стандартами¹. При формировании заданий части 2 ПИМ *не учитывается перечень дисциплин (предметных полей)*, которые студент выбрал для полидисциплинарного тестирования в части 1 ПИМ.

Студент должен выбрать **3 типа задач профессиональной деятельности ФГОС** в соответствии с программой экзамена по направлению подготовки, ориентируясь на конкретную ОПОП, по которой он завершает обучение.

Типы задач профессиональной деятельности, определенные Федеральным государственным образовательным стандартом по данному направлению подготовки бакалавриата¹:

«1.12. В рамках освоения программы бакалавриата выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- технологический;
- организационно-управленческий;
- проектный».

Междисциплинарные кейс-задания, соответствующие типам задач, разработаны с учетом перечня основных задач профессиональной деятельности, представленного в проекте *примерной основной образовательной программы по направлению подготовки*.

«2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам):

Таблица 2.1

Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности
научно-исследовательский	<ul style="list-style-type: none">• проведение экспериментов по заданной методике;• анализ результатов и составление рекомендаций по улучшению технико-экономических показателей инфокоммуникационного оборудования;• проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;• математическое моделирование инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и

	<p>исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ; составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок.</p>
технологический	<ul style="list-style-type: none"> • внедрение и эксплуатация инфокоммуникационных систем; • обеспечение защиты информации и объектов информатизации; • разработка норм, правил и требований к технологическим процессам обмена информацией на расстоянии; • организация мероприятий по охране труда и технике безопасности в процессе ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта инфокоммуникационного оборудования; • доведение инфокоммуникационных услуг до пользователей; • настройка, регулировка, испытания и тестирование оборудования; • настройка и обслуживание аппаратно-программных средств; • проведение всех видов измерений параметров оборудования сквозных каналов и трактов (настроек, приемо-сдаточных, эксплуатационных); • проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования.
организационно - управленийческий	<ul style="list-style-type: none"> • выполнение работ в области технического регулирования, сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; • подготовка документации для создания системы менеджмента качества предприятия; • организация и выполнение мероприятий по метрологическому обеспечению эксплуатации инфокоммуникационного оборудования
проектный	<ul style="list-style-type: none"> • изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта; сбор и анализ исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; разработка технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования; • контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, национальным стандартам, стандартам связи, техническим условиям и другим нормативным документам;

	<ul style="list-style-type: none"> • проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов; • оценка инновационных рисков коммерциализации проектов; контроль соблюдения и обеспечение экологической безопасности.
--	--

¹ Приказ Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. N 930 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (с изменениями и дополнениями) Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/110302_B_3_15062021.pdf

*** https://www.fgosvo.ru/uploadfiles/Projects_POOP/BAK/110302_POOP_B.pdf