

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аппаратура сетей мобильной связи»

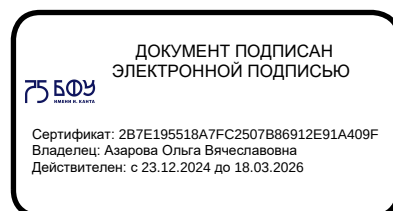
Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025



Лист согласования

Составитель: старший научный сотрудник, кандидат технических наук Пониматкин Виктор Ефимович, доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом»

Целью дисциплины «Аппаратура сетей мобильной связи» является: изучение студентами принципов функционирования основных аппаратных средств радиоподсистемы сетей мобильной радиосвязи.

Задачами освоение и понимание студентами принципов функционирования аппаратных средств сетей сотовой связи; знакомство с перспективными структурами и программным обеспечением абонентских терминалов, базовых станций и контроллеров стандартов GSM, UMTS, LTE и 5G.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Готовность осуществлять эксплуатацию радиоэлектронных устройств инфокоммуникационных систем и сетей	ПК-1.1. Имеет представление о способах настройки, монтажа, ремонта составных частей радиоэлектронных систем., принципами работы, устройством, техническими возможностями радиоизмерительного оборудования. Знаком с методами технического обеспечения эксплуатации радиоэлектронных систем, методами мониторинга и диагностики технического состояния радиоэлектронных систем, методами обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники ПК-1.2. Диагностирует и оценивает техническое состояние радиоэлектронных систем, использует измерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем, работает со средствами измерения и контроля технического состояния радиоэлектронных систем, производит замену узлов и элементов инфокоммуникационных систем ПК-1.3. Выполняет мониторинг технического состояния, проводит тестирование работы радиоэлектронных систем при вводе их в эксплуатацию, настройку инфокоммуникационных систем при проведении их технического обслуживания. Локализует и устраняет неисправности, возникающие в процессе эксплуатации. Анализирует информацию о качестве	Знать требования к аппаратуре базовых станций, контроллеров базовых станций, коммутационных центров действующих стандартов сотовой связи и беспроводного радиодоступа; типовые структуры и принципы функционирования радиочастотного оборудования систем мобильной связи; системы коммутации сетей мобильной связи; оборудование базовой станции, центра коммутации, транспортных сетей мобильных систем, абонентское оборудование; типы, характеристики и параметры радиочастотного оборудования мобильных систем Уметь на основании полученных в результате изучения дисциплины теоретических знаний, самостоятельно изучать конкретную аппаратуру сетей сотовой связи; формулировать задачи, связанные с освоением оборудования мобильной связи; обеспечивать сетевое сопровождение и поддержку инфокоммуникационных услуг сетей мобильных систем; организовать работы по монтажу, наладке и регулировке оборудования мобильных систем; провести опытную проверку работоспособности оборудования мобильных систем Владеть навыками в выборе наиболее оптимальных аппаратных средств,

	функционирования инфокоммуникационных систем по результатам их эксплуатации. Подготавливает предложения по улучшению конструкции, эксплуатации, повышению надежности функционирования радиоэлектронных систем инфокоммуникационных сетей	исходя из решаемых задач; умением использовать нормативную документацию при решении практических задач освоения вводимого оборудования систем мобильной связи; готовностью к эксплуатации оборудования мобильных систем в соответствии с техническими регламентами
ПК-4. Способность к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	ПК-4.1. Имеет представление о методах и технологиях проектирования и строительства систем радиосвязи, линейно-кабельных сооружений связи. Знаком с правилами выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию, номенклатура современных изделий, оборудования и материалов, технологии производства работ ПК-4.2. Оценивает соблюдение утвержденных проектных решений, формирует необходимую документацию о ходе и результатах осуществления строительного надзора ПК-4.3. Применяет современные информационно-коммуникационных технологий, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов. Контролирует соблюдения утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации. Выполняет обследование объектов, систем связи (телекоммуникационных систем) в случае возникновения в ходе строительства (монтажа) непредвиденных ситуаций, контролирует соблюдение утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации	Знать принципы построения и функционирования аппаратуры радиоподсистемы сотового оператора; правила размещения средств и оборудования мобильной связи; частотный и энергетический планы приемопередатчиков мобильных систем; виды технической документации на оборудование мобильной связи Уметь принимать решение о целесообразности использования аппаратных средств того или иного вендора исходя из поставленных руководством задач; выбирать перспективное оборудование систем мобильной связи; планировать размещение средств и оборудования мобильной связи; Владеть навыками оценки пропускную способность и качественные характеристики аппаратных средств мобильной связи; навыками подбора оборудования систем мобильной связи; умением планировать размещение средств и оборудования мобильных систем
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства	Знать типы, характеристики и параметры радиочастотного оборудования мобильных систем; архитектуру приемопередатчиков мобильных систем; методы обслуживания систем коммутации и радиооборудования сетей мобильных систем Уметь проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; выбор методик и средств решения задачи; выбирать перспективное оборудование систем мобильной связи; планировать размещение средств и оборудования мобильной связи

	разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	Владеть навыками моделирования физических процессов в приемопередающем оборудовании мобильных систем связи, навыками планирования сетей мобильной радиосвязи, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Аппаратура сетей мобильной связи*» представляет собой дисциплину части блока дисциплин (модулей). формируемой участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах

ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Принципы построения и структуры радиотехнических узлов.	Технические требования к аппаратным средствам подсистемы радиодоступа; усилители мощности; синтезаторы радиочастот; схемотехника типовых радиотехнических узлов.
2	Аппаратные средства мобильных сетей второго поколения.	Типовая базовая станция мобильных сетей второго поколения, контроллер базовых станций (BSC), назначение, функциональное исполнение, мобильная станция GSM (MS), назначение, схемные реализации, базовая станция M900/M1800, назначение, структурная и функциональная схемы, схемотехническая реализация, особенности антенно-фидерной системы базовой станции M900/M1800.
3	Аппаратные средства мобильных сетей третьего поколения.	Особенности аппаратных средств мобильных сетей третьего поколения, подсистема сети радиосвязи, управляющий RNC, обслуживающий RNC, дрейфующий RNC, узел B, оборудование пользователя (UE), элементы базовой сети, элементы базовой сети - домен коммутации каналов (CS), центр коммутации подвижной связи/шлюзовый центр коммутации подвижной

		связи (MSC/GMSC), базовая станция BTS3812A: основные платы и модули, логическая структура модуля базовой станции BTS3812A, непрозрачная передача данных, прозрачная передача данных, комбинированные услуги, типы жесткого хэндовера.
4	Аппаратные средства мобильных сетей четвертого и пятого поколений	Технологии, радиотехнические и конструктивные особенности оборудования современных базовых станций. Активные антенные решетки Huawei AAU3920 и HAAU 5222, базовый блок Huawei BBU5900.
5	Перспективы развития аппаратных средств мобильных телекоммуникационных сетей. Обзор производителей аппаратных, аппаратно-программных средств. Проблемы импортозамещения.	Перспективы и тенденции развития аппаратуры мобильных сетей. Оборудование Nokia, Ericsson, Huawei, ZTE. Импортозамещение оборудования сотовых сетей связи. Решения отечественных производителей.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Принципы построения и структуры радиотехнических узлов.	Схемотехника современных средств мобильной радиосвязи
2	Аппаратные средства мобильных сетей второго поколения.	Типовая базовая станция мобильных сетей второго поколения. Базовая станция M900/M1800, назначение, структурная и функциональная схемы, схемотехническая реализация. Особенности антенно-фидерной системы базовой станции M900/M1800
3	Аппаратные средства мобильных сетей третьего поколения.	Особенности аппаратных средств мобильных сетей третьего поколения. Базовая станция BTS3812A: основные платы и модули, логическая структура модуля базовой станции BTS3812A, непрозрачная передача данных, прозрачная передача данных, комбинированные услуги, типы жесткого хэндовера
4	Аппаратные средства мобильных сетей четвертого и пятого поколений	Особенности конструкции современных базовых станций 4 и 5 поколений. Приемопередающее оборудование Huawei AAU3920 Приемопередающее оборудование Huawei HAAU 5222. Базовая станция Huawei BBU5900
5	Перспективы развития аппаратных средств мобильных телекоммуникационных сетей. Обзор производителей аппаратных, аппаратно-программных средств. Проблемы импортозамещения.	Перспективы и тенденции развития аппаратуры мобильных сетей. Решения отечественных производителей

Рекомендуемая тематика *практических* занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Принципы построения и структуры радиотехнических узлов.	Расчет электропитания базовой станции.
2	Принципы построения и структуры радиотехнических узлов.	Расчет параметров надежности аппаратуры сети мобильной связи
3	Аппаратные средства мобильных сетей второго поколения.	Изучение структурной схемы мобильной станции
4	Аппаратные средства мобильных сетей второго поколения.	Проектирование подсистемы базовых станций сотовой радиотелефонной сети стандарта GSM
5	Аппаратные средства мобильных сетей третьего поколения.	Исследование характеристик фемтосоты стандарта UMTS.
6	Аппаратные средства мобильных сетей третьего поколения.	Система эксплуатации и техобслуживания аппаратуры мобильных сетей третьего поколения.
7	Аппаратные средства мобильных сетей четвертого и пятого поколений	Исследование направленных свойств антенн мобильных сетей связи.
8	Аппаратные средства мобильных сетей четвертого и пятого поколений	Исследование диапазоновых свойств антенн мобильных сетей связи.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы.

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, повторить рекомендации, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень литературы, ознакомиться с эксплуатационными данными, продумать методику проведения теоретической и экспериментальной части, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм,

средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения,

контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Принципы построения и структуры радиотехнических узлов.	ПК-1 ПК-4 ПК-5	Тестирование. Выполнение практического задания
Аппаратные средства мобильных сетей второго поколения.	ПК-1 ПК-4 ПК-5	Тестирование. Выполнение практического задания
Аппаратные средства мобильных сетей третьего поколения.	ПК-1 ПК-4 ПК-5	Тестирование. Выполнение практического задания
Аппаратные средства мобильных сетей четвертого и пятого поколений	ПК-1 ПК-4 ПК-5	Тестирование. Выполнение практического задания
Перспективы развития аппаратных средств мобильных телекоммуникационных сетей. Обзор производителей аппаратных, аппаратно-программных средств. Проблемы импортозамещения.	ПК-1 ПК-4 ПК-5	Тестирование. Выполнение практического задания

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1. Основными отличительными особенностями коммуникатора от смартфона являются следующие показатели:

- А) У коммуникатора больше функций, больший объем памяти и более производительный процессор
- Б) Коммуникаторы всегда работают под управлением мощной Windows Mobile, а только Windows является полноценной ОС
- В) Принципиальных отличий нет, деление на «смартфоны» и «коммуникаторы» условное

2. USIM карта - это ...

- А) обычная SIM карта для сетей 3G, названная по другому: «U» означает UMTS
- Б) усовершенствованная SIM карта с расширенными возможностями по безопасности и большим объемом памяти

3. HSDPA - это технология высокоскоростной передачи данных в направлении...

- А) к абоненту от базовой станции
- Б) от абонента к базовой станции
- В) от базовой станции к контроллеру

4. Для чего нужен шлюз VPN?

- А) Для организации защищённого доступа в корпоративную сеть и предотвращения несанкционированных попыток проникновения в нее
- Б) Для шифрования информации и увеличения скорости обмена по VPN-туннелю
- В) Для аутентификации пользователя по имени и паролю

5. Что случится с Интернет-соединением, если абонент начал работу в Интернет в сети UMTS, а потом переместился в зону покрытия GSM?

- А) Останется активным и в сети GSM
- Б) Будет прервано
- В) Это зависит от параметров карты радиодоступа

6. От каких условий не зависит реальная скорость передачи данных в сети UMTS?

- А) Качество радиосигнала
- Б) Частотный диапазон мобильного терминала
- В) Количество терминалов, работающих в той же соте
- Г) Характеристики мобильного терминала

7. Какое из определений относится к Wi-Fi?

- А) Wireless LAN
- Б) Wireless MAN

8. Какие частотные диапазоны поддерживают терминалы UMTS для российского рынка?

- А) Любой из трех – 850 МГц, 1900 МГц или 2100 МГц. Плюс дополнительные по выбору производителя терминала
- Б) Как минимум два из трех – 850 МГц, 1900 МГц или 2100 МГц - в любой комбинации
- В) Обязательно 2100 МГц, дополнительно 850 МГц и/или 1900 МГц

9. Какой набор голосовых услуг предлагают сети UMTS?

- А) Базовый, как в GSM, плюс новые дополнительные голосовые услуги
- Б) Такой же, как в GSM
- В) Чуть меньший, ряд устаревших голосовых услуг отсутствует в UMTS

10. Универсальные службы мобильной связи (UMTS) - это проект, разработанный как ___ WCDMA.

- А) европейский
- Б) американский
- В) азиатский
- Г) китайский

11. EDGE (UWCC-136), созданный на основе стандартов GSM, обеспечивает:

- А) новые сервисные услуги
- Б) плавный переход к системам радиосвязи 3-го поколения
- В) устойчивый радиотракт
- Г) простой интерфейс с базовой сетью

12. В системе UMTS оборудование, которое управляет несколькими узлами В, называется:

- А) контроллером базовой станции (BSC)
- Б) контроллером управления радиосетью (RNC)
- В) географическим узлом
- Г) зоновым узлом

13. В системе UMTS оборудование, передающее и принимающее сигналы от мобильных станций, называется:

- А) базовой приемопередающей станцией (BTS)
- Б) регистром
- В) узлом В
- Г) приемопередатчиком

14. Этапы частотно-территориального планирования

- А) анализ исходных данных, картографическое обеспечение
- Б) обеспечение требуемого уровня сигнала
- В) формирование частотного плана и его оценка
- Г) количественная оценка качества частотно-территориального планирования
- Д) практическая реализация и коррекция

15. Возможные особые требования к частотно-территориальному планированию сетей профессиональной мобильной радиосвязи

- А) повышенные требования к точности прогноза радиопокрытия
- Б) обеспечение беспомехового функционирования на ограниченном частотном ресурсе при плотном размещении базовых станций
- В) обеспечение канальной емкости при ограниченном частотном ресурсе
- Г) ограничения по размещению базовых станций (проблема землеотвода, необходимость привязки к инфраструктуре)
- Д) ограничения по высотам антенных опор

16. Какое условие необходимо выполнить для самовозбуждения автогенератора:

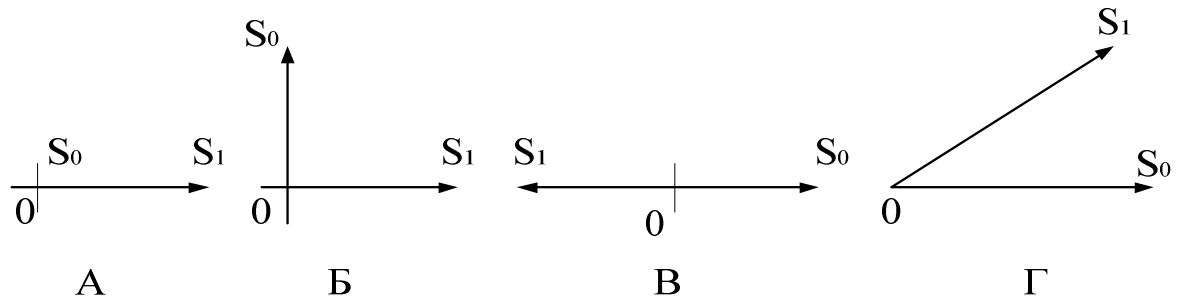
- А) баланса фаз
- Б) баланса амплитуд
- В) баланса фаз и баланса амплитуд

Г) нет правильного варианта

17. Какой вид цифровой модуляции обладает большей помехоустойчивостью:

- А) ЦФМ
- Б) ЦАМ
- В) ЦЧМ

18. На каком рисунке изображены векторы сигналов полученные при цифровой амплитудной модуляции (ЦАМ):



19. Аппаратура Wi-Fi сети может использоваться для:

- А) для передачи телевизионных сигналов на большие расстояния
- Б) для объединения пространственно разнесенных подсетей в одну общую сеть там, где кабельное соединение подсетей невозможно или нежелательно
- В) для беспроводного подключения пользователей к сети
- Г) для обнаружения помех в проводных сетях и как аналог таких сетей

20. Зоной обслуживания мобильной сети в общем случае называют:

- А) физически удаленные и не сгруппированные устройства
- Б) все устройства, в которых активирован Wi-Fi, независимо от их физического месторасположения
- В) логически сгруппированные устройства, обеспечивающие подключение к беспроводной сети

21. В аппаратуре мобильных сетей используют следующие основные технологии модуляции:

- А) скоростная модуляция
 - Б) аналоговая модуляция
 - В) фазовая модуляция
 - Г) амплитудная модуляция
- частотная модуляция

22. QAM определяет для сети мобильной связи:

- А) квадратурную амплитудную модуляцию
- Б) уплотнение с частотным разделением
- В) уплотнение с временным разделением

23. TDM определяет для сети мобильной связи:

- А) уплотнение с временным разделением
- Б) уплотнение с частотным разделением
- В) квадратурную амплитудную модуляцию

24. Стек протоколов стандарта IEEE 802.11 состоит из:

- А) физического уровня
- Б) канального уровня

- В) логического уровня
- Г) уровня безопасности
- Д) уровня поддержки пользователя

25. Виртуальный метод контроля активности в канале заключается в:

- А) определении уровня сигнала в антенне и сравнении его с пороговой величиной
- Б) том, что в передаваемых кадрах данных, а также в управляющих кадрах ACK и RTS/CTS содержится информация о времени, необходимом для передачи пакета (или группы пакетов) и получения подтверждения
- В) установлении требуемого уровня сигнала в антенне, большего пороговой величины

26. Максимальная длина кадра данных в сетях мобильной связи протокола 802.11 равна:

- А) 2546 байт
- Б) 2046 байт
- В) 2346 байт

27. Контрольные кадры:

- А) способствуют надежной доставке информационных кадров
- Б) способствуют быстрой передаче исполнительных кадров
- В) способствуют надежной доставке кадров управления

28. Какие один или несколько из нижеприведенных кодов номера задействованной подсистемы в SCCP относятся к подсистеме MAP?

- А) 0000 0110
- Б) 0000 0111
- В) 0000 0101
- Г) 0000 0011

29. Минимальная манипуляция - это:

- А) амплитудная
- Б) квадратурно-фазовая
- В) фазовая
- Г) частотная

30. Гауссовская минимальная манипуляция отличается от простой минимальной манипуляции:

- А) формой выходного импульса
- Б) значением сдвига
- В) временем сдвига
- Г) мощностью сдвига

31. Многостанционный доступ с кодовым разделением использует для разделения каналов:

- А) амплитуду
- Б) псевдослучайные последовательности
- В) время
- Г) частоту

32. Пилотный канал предназначен для:

- А) вызова подвижной станции
- Б) поддержки уровня фазы псевдослучайной последовательности
- В) контроля уровня сигнала базовой станции
- Г) кадровой сигнализации и восстановления несущей

33. Перемежение - это:

- А) вставка в информационные блоки информации заполнения
- Б) вставка в информационные блоки дополнительной информации
- В) введение разделительных символов между блоками данных
- Г) изменение порядка следования данных перед передачей

34. Система CDMA не требует плана частотного разделения из-за того, что:

- А) каждая сота имеет свою кодовую последовательность
- Б) псевдопоследовательности каждой соты по-разному сдвинуты относительно нулевой последовательности
- В) для передачи информации во всей сети используется одна и та же несущая частота
- Г) коды Уолша ортогональны

35. Проект ITU-2000 ставил целью достичь скорости ____ Кбит/с.

- А) 2000
- Б) 384
- В) 450
- Г) 144

36. Для мультимедиа (высокой скорости) в системах третьего поколения предлагается скорость услуг ____ Кбит.

- А) 2048
- Б) 144
- В) 384
- Г) 32

37. Функциональное предназначение дуплексора входного сигнала:

- А) подавления мощного сигнала собственного передатчика на входе радиоприемного устройства
- Б) помехозащищенность радиоприема
- В) фазовое и поляризационное разделение сигналов
- Г) распределение энергию сигнала с выхода приемной антенны на входы нескольких радиоприемников.

38. Функциональное предназначение дивайдера входного сигнала:

- А) подавления мощного сигнала собственного передатчика на входе радиоприемного устройства
- Б) помехозащищенность радиоприема
- В) фазовое и поляризационное разделение сигналов
- Г) распределение энергию сигнала с выхода приемной антенны на входы нескольких радиоприемников.

39. Функциональное предназначение комбайнера сигналов:

- А) подавления мощного сигнала собственного передатчика на входе радиоприемного устройства
- Б) объединение сигналов разных частот для работы на одну антенну
- В) фазовое и поляризационное разделение сигналов
- Г) распределение энергию сигнала с выхода приемной антенны на входы нескольких радиоприемников.

40. Из каких конструктивных элементов состоит антенно-фидерная система базовой станции мобильной сети второго поколения:

- А) антенна

- Б) блок комбайнера
- В) блок мачтового усилителя (Tower Amplification unit, TA),
- Г) система кабелей с низким потреблением мощности
- Д) аккумуляторные батареи

41. Базовая станция M900/M1800 состоит следующих основных конструктивных элементов/частей:

- А) основного блока
- Б) блока приемопередатчиков
- В) антенно-фидерного блока
- Г) радиорелейного блока
- Д) антенно-фидерной системы.

42. Что включает в себя сеть UTRAN в сети мобильной связи третьего поколения:

- А) контроллеры RNC каждого RNS
- Б) одну или более RNS, подключаемых к CN через интерфейсы Iu
- В) управляющий RNC
- Г) обслуживающий RNC

43. Функциональное предназначение Node B (Узел B) в сети мобильной связи третьего поколения:

- А) предоставляет ресурсы контроллеру SRNC для конкретного UE
- Б) является окончанием Iu в направлении к CN
- В) отвечает за управление радио ресурсами набора ячеек передачу и прием сигналов в одной или более ячеек наподобие BTS в сети GSM
- Г) выполняет коммутацию абонентов.

44. Чем является по сути оборудование пользователя (UE) в сетях 3G

- А) центром коммутации
- Б) контроллером базовых станций
- В) эквивалентом мобильной станции (MS) в GSM

45. Компания производитель базовой станции BTS3812A:

- А) NEC Corporation
- Б) Nokia
- В) Huawei
- Г) Cisco Systems

46. Блоком мониторинга окружающей среды и питания в базовой станции BTS3812A является:

- А) PMU
- Б) NUTI
- В) NMON
- Г) NFAN

47. Блоком вентилятора NodeB в базовой станции BTS3812A является:

- А) PMU
- Б) NUTI
- В) NMON
- Г) NFAN

48. Электроника e-PASOLINK состоит из трех модулей:

- А) Модуль линейного выхода (BBM)
- Б) Блок вентилятора (NFAN)

В) Модуль IFPS (IFPS)

Г) Внешний интерфейс (FEN)

49. Блоком интерфейсов и обработки базовых частот HSDPA NodeB является:

А) HBBI

Б) HDLP

В) HULP

Г) MAFU

50. Реализованная в e-PASOLINK функция адаптивной модуляции скорости (ARM) позволяет:

А) изменение несущей частоты сигнала в соответствии с условиями распространения радиоволн

Б) постепенную адаптацию скорости передачи данных и изменения модуляции для передачи

В) изменение типа модуляции информационного сигнала

Г) изменения параметров качества обслуживания сервиса

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Приведите логическую схему типового Node B для сетей сотовой связи третьего поколения.
2. Какие услуги поддерживает базовая станция 3G BTS3812A.
3. Какие типы жесткого хэндовера поддерживает BTS3812A.
4. Какие беспроводные среды передачи данных вы знаете? Дайте им краткую характеристику.
5. Какую беспроводную среду данных на ваш взгляд наилучше использовать для построения беспроводных компьютерных сетей и почему?
6. Почему в промышленных условиях целесообразно использовать инфракрасные среды передачи данных и почему?
7. В каких случаях целесообразно использовать беспроводные компьютерные сети и почему?
8. В каких случаях нецелесообразно использовать беспроводные компьютерные сети и почему?
9. Приведите структурную схему типовой дуплексной цифровой радиостанции.
Объясните функциональное предназначение каждого элемента в составе схемы.
10. Дивайдер входного сигнала, назначение, область применения в сетях мобильной связи.

11. Приведите структурную схему дивайдера входного сигнала. Объясните работу схемы.
12. Особенности взаимного расположения антенны и приемо-передающего оборудования базовой станции.
13. Усилители радиочастоты назначение, область применения в сетях мобильной связи.
14. Приведите структурную схему типового усилителя радиочастоты. Объясните работу схемы.
15. Из каких элементов состоит базовая станция M900/M1800.
16. Приведите блок схему типовой базовой станции мобильной сети второго поколения. Объясните назначение каждого из элементов схемы.
17. Из каких элементов состоит антенно-фидерная система базовая станция M900/M1800.
18. Подсистема базовых станций – BSS. Оборудование.
19. Функциональное назначение мобильной станции GSM.
20. Особенности аппаратных средств мобильных сетей третьего поколения.
21. Базовая станция BTS3812A: основные платы и модули, логическая структура модуля базовой станции.
22. Особенности конструкции современных базовых станций 4 и 5 поколений.
23. Приемопередающее оборудование Huawei AAU3920
24. Приемопередающее оборудование Huawei HAAU 5222.
25. Базовая станция Huawei BBU5900
26. Каковы дальнейшие перспективы развития аппаратных средств мобильных сетей.
27. Охарактеризуйте имеющиеся на данный момент времени решения отечественных производителей.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Включает <i>нижестоящий уровень</i> . Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. - Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2

5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Лекционная аудитория на 80 человек со средствами мультимедиа в составе: экран, проектор EPSON EB-450W, моноблок MSI AE 222 G.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: старший научный сотрудник, кандидат технических наук Пониматкин Виктор Ефимович, доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом»

Целью дисциплины «Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом» является: получение студентами широкого круга сведений из различных областей о современных РЭС, работающих в заданных радиочастотных спектрах, необходимых инженерам данного профиля в работе по квалифицированной эксплуатации изделий электронной техники; ознакомление студентов с особенностями построения и конструирования радиоэлектронных средств; обоснования их частотного, пространственного и экономического решения проблем; осознания проблем, возникающих в период жизненного цикла РЭС, на основе обработки сигналов; использовать в базовом объеме методы компьютерного моделирования проблем РЭС связанных с их радиочастотным ресурсом и поиска решений.

Задачами дисциплин являются достижение понимания студентами взаимосвязи между физическими закономерностями процессов связанных с излучением, приемом ЭМП, эксплуатационными характеристиками РЭС и умением осуществлять грамотную эксплуатацию радиоэлектронных устройств на основе мониторинга и управления радиочастотным ресурсом.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях неопределенности, избыточности и недостаточности	Знать: - принципы работы изучаемых электронных устройств и понимать физические процессы, происходящих в них; - принципы действия и особенностях излучений антенн и устройств многоканальных систем связи; - специфику применения элементов и устройств телекоммуникационных систем; - разновидности современных антенных устройств, их характеристики направленности, уровни бокового и обратного излучения используемых в технике телекоммуникации. Уметь: - оценивать и производить расчет затухания полей излучаемых приемными и излучающими устройствами;

	исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	- обосновать методы работы устройств обеспечивающие ЭМС РЭС. Владеть: - методами расчета затухания полей от излучающих устройств; - методами проведения оценочных работ по ЭМС РЭС.
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих	Знать: основные характеристики антенно-фидерных устройств; - способы формирования распределений полей излучения; - основы антенных измерений и параметрах антенн. Уметь: - обосновать диапазонные свойства РЭС к выбору частот для совместной беспомеховой работе в заданной электромагнитной обстановке; - обоснованию направленных свойств антенных устройств и выбору антенны для работы в заданной системе связи. Владеть: - методами работы с измерительной аппаратурой по измерению внутрисистемных и межсистемных взаимных влияний РЭС; - методами поиска и использования литературных данных и компьютерными технологиями при анализе ЭМС РЭС.

	технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина *«Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом»* представляет собой дисциплину части блока дисциплин (модулей), формируемой участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в

контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основы управления использованием радиочастотного спектра.	Управление использованием радиочастотного спектра на международном и национальном уровнях. Экономические методы управления РЧС. Принципы и особенности приграничной координации.
2	Тема 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС.	Излучение на выходе радиопередающих устройств и их нормирование. Характеристики радиоприемных устройств и их нормирование. Характеристики антенн и их нормирование. Особенности распространения радиоволн разных диапазонов частот.
3	Тема 3. Методы обеспечения ЭМС РЭС.	Методы определения защитных отношений. Критерии ЭМС для различных служб и условия их выполнения. Расчет норм частотно-территориального разнеса и назначение частотных каналов для РЭС. Автоматизация управления использованием РЧС.
4	Тема 4. Методы частотного планирования сетей радиосвязи и вещания.	Принцип и методы частотного планирования сетей. Методы частотного планирования сетей звукового и телевизионного вещания. Методы частотного планирования сетей подвижной связи
5	Тема 5. Технические средства обеспечения ЭМС РЭС при воздействии различных помех в системах связи.	Обеспечение ЭМС при помощи одноканальных компенсаторов помех. Обеспечение ЭМС РЭС при помощи двухканальных компенсаторов помех в системах связи с ЧМ. Обеспечение ЭМС РЭС при помощи устройств подавления импульсных помех. Подавление импульсных помех в системах с частотным разнесением
6	Тема 6. Организация службы радиоконтроля.	Роль и место радиоконтроля в системе управления РЧС. Цели и задачи контроля РЧС. Объекты радиоконтроля. Обзор систем управления использованием РЧС. Отечественная система контроля. Компоненты станций радиоконтроля. Методы измерения характеристик сигналов контроля. Пеленгация источников излучения. Опознавание источников излучения. Специфика радиоконтроля спутниковых линий.
7	Тема 7. Методы анализа и обеспечение ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте.	Общая характеристика проблем обеспечения внутриобъектовой ЭМС РЭС. Технические параметры влияющие на ЭМС. Методы анализа РЭС одного объекта. Методы обеспечения внутриобъектовой ЭМС

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Основы управления использованием радиочастотного спектра.	Управление использованием радиочастотного спектра на международном и национальном уровнях.
2	Тема 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС.	Характеристики антенн и их нормирование. Особенности распространения радиоволн разных диапазонов частот.
3	Тема 3. Методы обеспечения ЭМС РЭС.	Методы определения защитных отношений. Критерии ЭМС для различных служб и условия их выполнения.
4	Тема 4. Методы частотного планирования сетей радиосвязи и вещания.	Принцип и методы частотного планирования сетей.
5	Тема 5. Технические средства обеспечения ЭМС РЭС при воздействии различных помех в системах связи.	Обеспечение ЭМС РЭС
6	Тема 6. Организация службы радиоконтроля.	Роль и место радиоконтроля в системе управления РЧС.
7	Тема 7. Методы анализа и обеспечение ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте.	Методы обеспечения внутриобъектовой ЭМС

Рекомендуемая тематика *практических* занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС.	Радиоизлучение и радиоприем. Расчет параметров антенных устройств: - антенна типа «волновой канал»; - спиральные антенны; - рупорные антенны; - зеркальные антенны. Особенности распространения диапазонов волн
2	Тема 7. Методы анализа и обеспечение ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте.	Реферат на тему: «Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом ... (объекта)»

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Управление использованием радиочастотного спектра на международном и национальном уровнях. Характеристики антенн и их нормирование. Особенности распространения радиоволн разных диапазонов частот. Методы определения защитных отношений. Критерии ЭМС для различных служб и условия их выполнения. Принцип и методы частотного планирования сетей. Обеспечение ЭМС РЭС. Методы обеспечения внутриобъектовой ЭМС

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, повторить рекомендации, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень литературы, ознакомиться с эксплуатационными данными, продумать методику проведения теоретической и экспериментальной части, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным

результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основы управления использованием радиочастотного спектра.	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС.	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практической работ
Тема 3 Методы обеспечения ЭМС РЭС.	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 4 Методы частотного планирования сетей радиосвязи и вещания.	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 5 Технические средства обеспечения ЭМС РЭС при воздействии различных помех в системах связи.	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 6 Организация службы радиоконтроля.	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 7. Методы анализа и обеспечение ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте.	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практической работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

К теме 1. Основы управления использованием радиочастотного ресурса

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильный ответ	описание
Single selection	1.Что такое радиочастотный ресурс?	1.Все частоты известного спектра	2	1
		2.Выделенные частоты для их использования		
		3. Частотный спектр		
Single selection	2.Что такое разрешенная частота?	1.Способ связи	3	1
		2. Частоты, которые можно использовать		
		3.Частотный ресурс канала.		

		4.Область значений частот, которыми нельзя пользоваться.		
Single selection	3.Что такое мониторинг?	1.Область любых значений, которые целесообразно использовать в заданных условиях 2.Область значений энергий, которые разделены некоторыми промежутками 3.Область значений энергий, которыми можно обладать 4. Область значений энергий, которыми не можем обладать.	1	1
Single selection	4. Частотный спектр...	1.От 0 до 10^{15} Гц 2. От 0 до 10^5 Гц 3.От 0 до 10^8 Гц 4. От 10 Гц до 10^{10} Гц	1	1
Single selection	5.Распределение полос частот между различными службами осуществляется на основании...	1. Договора 2.Самостоятельного решения применительно к РЭС 3. Исходя из целесообразности 4. Таблицы распределения полос частот между радиослужбами	4	1
Single selection	6.Служба радиосвязи между фиксированными пунктами называется...	1.Подвижная служба 2. Фиксированная служба 3. Ионосферная служба 4. Воздушная служба	2	1
Single selection	7. Служба радиоопределения, используемая для целей радионавигации ...	1. Служба в прямой видимости 2. Свободная служба 3. Радионавигационная служба 4. Местная служба	3	1
Single selection	8. Государственная техническая политика использования РЧС?	1. В интересах населения. 2. Свободное 3. В интересах населения, правительских служб и силовых ведомств 4. По договору	3	1
Single selection	9.Правительства стран, которые	1. В интересах населения		

	ратифицированы Устав и Конвенцию Международного союза электросвязи (МСЭ) обязаны...	использовать весь спектр.		
		2. Применять положения Устава и Конвенции МСЭ		
		3. В интересах силовых ведомств весь спектр		
		4. По договору о независимости		
Single selection	10. Управлять использованием спектра на международном уровне необходимо так как это ...	1. Ограниченный природный ресурс в виду равноправия доступа к нему. 2. Свободное, независимое 3. В интересах населения не придерживаться международного уровня 4. По преимуществу	1	1

К теме 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС

Тип задания	Текст задания	Ответ	Описание
Short answer	1. Нежелательные излучения?	Частоты излучения вне основной, полезной полосы канала	2
Short answer	2. Любое техническое средство, использующее электромагнитные процессы диапазонов радиочастотного характеризуется областью	локализации их в пространстве V-F-T с координатами «частота», «время» и «пространственные координаты»	2
Short answer	3. Любое техническое средство, потенциально подверженное действию внешних по отношению к нему электромагнитных процессов, рассматривается	как своеобразный n-мерный фильтр с определенной избирательностью по указанным координатам	2
Short answer	4. Побочное излучение	излучение внеполосы радиоприема.	2
Short answer	5. «Размеры» необходимых областей определяются:	- в частотной области - шириной необходимой полосы частот радиопередатчика; - по временной	2

		координате - минимальной продолжительностью сеанса; - в пространственной области - минимальным объемом про- странства, где создаются электромагнитные поля с интенсивностью не ниже заданной	
Short answer	6. Если «размеры» необходимых областей соответствуют, а нарушение ЭМС возникло	вследствие технического несовершенства либо устройства-источника, либо устройства- рецептора	2
Short answer	7. Если имеет место пересечение необходимых областей, это означает,	что только при улучшении технических параметров устройств- источников и рецепторов ЭМС не может быть обеспечена.	2
Short answer	8. Назвать три зоны излучения антенны.	Ближняя, промежуточная и дальняя	2
Short answer	9. Параметры антенн	Электрические и параметры качества	2
Short answer	10. В чем причина дифракции ЭМВ?	Сложение прямой волны с отраженной ЭМВ	

К теме 3. Методы обеспечения ЭМС РЭС

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Ответ	Описание
Single Selection	1. Дать определение ЭМО	1. Суммарное поле излучения и поле сторонних источников в которой находится РЭС	1	3
		2. ЭМВ излучателя		
		3. Учитывать при включении РЭС.		
		4. Учитывать при работе всех РЭС.		
Single Selection	2. В чем разница между понятиями ЭМО и ЭМС?	1. ЭМО это обстановка в которой работает РЭС, ЭМС как реагирует РЭС на ЭМО.	1	3

		2.Учет пространственного только разноса.			
		3. Учет частотного только разноса.			
		4.Разработка защиты.			
Single Selection	3. Что такое территориальный разнос?	1. Разнос по территории	2	3	
		2. Разнос на расстояние, обеспечивающий работать по уровню ЭМВ без помех на входе радиоприемника			
		3.Электрический параметр			
		4. Электромагнитных полей разнос			
Single Selection	4. Что такое частотный разнос?	1. Разнос по частоте обеспечивающий беспомеховую работу РЭС	1	3	
		2.Распределение частот			
		3.Самостоятельный выбор частот			
		4. Независимость			
Single Selection	5. Основополагающим документом, определяющим общие принципы использования радиочастотного ресурса является...	1.Договор	2	3	
		2.Регламент радиосвязи			
		3. Расписание			
		4. Разработка			
Single Selection	6. Радиослужба – понятие, относящееся к использованию ...	1. РЭС	3	3	
		2. частот			
		3. РЭС по определенному для каждого вида служб целевому назначению.			
		4. мощности			
Single Selection	7.Что такое управление ресурсом и как он влияет на значение частотно-территориального разноса.	1. На базе Регламента радиосвязи и ряда других документов	1	3	
		2. Из собственных интересов			
		3. Попытка использовать весь спектр			
		4. Независимый			
Single Selection	8. Частотное планирование является...	1. Местным, региональным	3	3	
		2. Государственным			

		уровнем		
		3. Широко применяемым в национальном и международном масштабах.		
		4. Независимым		

К теме 4. Методы частотного планирования сетей радиосвязи и вещания

Тип задания	Текст задания	Варианты ответов	ответ	описание
single selection	1. Что такое идеализированная сеть радиосвязи?	1. энергия активации 2. выбор, обеспечение по необходимости, изменения принципа работы системы и планирование, распределение и перераспределение доступной части радиочастотного ресурса между элементами. 3. механическая энергия 4. энергия перехода	2	4
single selection	1. Что такое идеализированная сеть радиосвязи?	1. энергия активации 2. выбор, обеспечение по необходимости, изменения принципа работы системы и планирование, распределение и перераспределение доступной части радиочастотного ресурса между элементами. 3. механическая энергия 4. энергия перехода	2	4
single selection	2. Что такое эквивалентная изотропно излучаемая мощность?	1. Исключение по мощности 2. Максимально возможная мощность. 3. Запрет излучения по пространству 4. Запрет по чувствительности	2	4
single selection	3. Поясните последовательность расчета зоны покрытия базовой станции	1. Индивидуальный подход 2. Преоритетный подход 3. На основе решения задачи по определению зоны уверенного радиоприема из теории о дифракции ЭМВ	3	4

		4. Независимый подход		
single selection	4. Методика определения кластера	1. По мощности	4	4
		2. Уменьшение чувствительности РПУ		
		3. На основе взаимных связей между антеннами		
		4. Учет дифракции волн		
single selection	5. Выбор способа передачи информации - вида и параметров модуляции с целью ...	1. Сокращения по возможности необходимой ширины полосы частот	1	4
		2. Увеличения мощности		
		3. Увеличения направленных свойств антенн		
		4. Увеличения скорости передачи		
single selection	6. Что такое защищенность приемных антенн?	1. Экран	2	4
		2. Направленные свойства		
		3. Усиление		
		4. Фильтр		
single selection	7. Принцип территориально-распределенных радиопередающих устройств.	1. Уменьшается полоса частот	4	4
		2. Уменьшается зона		
		3. Увеличивается мощность		
		4. Требуемая зона обслуживания обеспечивается разбиением ее на ряд зон меньшей протяженности		
single selection	8. Сокращение использования радиотехнических средств частичной заменой	1. Оптическими каналами	1	4
		2. Слуховыми каналами		
		3. Зрительными каналами		
		4. Почтовой		
single selection	9. Влияние индивидуальных показателей отдельных средств	1. Чувствительность и полоса пропускания РПУ, внеполосное излучение РПДУ, направленность антенн	1	4
		2. Защищенность цепей питания		
		3. Экранирование		
		4. Заземление		
single selection	10. Индивидуальные и совокупные показатели качества РЭС	1. На заземление	3	4
		2. На экранирование		
		3. На излучение и радиоприем		
		4. На распространение ЭМВ		

К теме 5. Технические средства обеспечения ЭМС РЭС при воздействии различных помех в системах связи.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Описание
Single Selection	1. Какие виды радиопомех могут возникать в системах радиосвязи.	1. световой поток 2. Гармонические, субгармонические, интермодуляционные и шумы входных цепей 3. Мощность РПДУ 4. плотность потока ЭМВ	2	5
Single Selection	2. В каком месте приемного тракта следует включать блок обнаружения импульсных помех	1. На входе приемника 2. На входе УНЧ 3. На входе УПЧ 4. На выходе приемника	1	5
Single Selection	3. Какие технические средства могут применяться для подавления помех в системах связи ЧМ?	1. Частотные фильтры 2. Особая элементная база 3. Амплитудные фильтры 4. Выбор оптимальных частот	1	5
Single Selection	4. Какие технические средства могут применяться для подавления помех в системах связи АМ?	1. Большие к аппаратуре 2. Ограничитель по амплитуде на входе приемника. 3. Равные с всеми РЭС 4. Намного меньше	2	5
Single Selection	5. Улучшение фильтрации будет сопровождаться	1. Повышением стоимости 2. Повышением объема РЭС 3. Повышением физического труда 4. Повышением времени на разработку	1	5
Single Selection	6. Устройство компенсации в простейшем случае содержит	1. Ответвитель, отводящий часть мощности передатчика 2. Фильтр 3. Поглотитель энергии 4. Компенсатор	1	5

Single Selection	7. Частотная фильтрация...	1. Ослабление помех в месте возникновения 2. Ослабление помех в месте возникновения и на приеме 3. Только на приеме 4. В цепи питания РЭС	2	5
Single Selection	8. Образование паразитных полос пропускания трактов может быть связано	1. Не возможно 2. Случайно 3. Как частный случай 4. С эффектом «паразитного» согласования: фидеров и радиопередатчиков или радиоприемников с соответствующими антеннами.	4	5
Single Selection	9. Трансформация сопротивления нагрузки линией передачи с неравным ему волновым сопротивлением антенны приводит...	1. К появлению помех 2. К просачиванию нежелательных частот к излучению 3. К частотной зависимости 4. К повышению сопротивления	2	5
Single Selection	10. Ферритовые кольца в фильтрах	1. Повышают сопротивление для излучения нежелательных частот. 2. Не оказывают влияние. 3. Фильтруют низкие частоты 4. Фильтруют все частоты	1	5

К теме 6. Организация службы радиоконтроля

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Описание
Single Selection	1. Непрерывный мониторинг радиочастотного ресурса РЭС для...	1. Оценки качества канала 2. Для решения проблемы ЭМС РЭС. 3. Определения мощности РПДУ 4. Определения плотности потока ЭМВ	2	6

Single Selection	2. Что такое радиоконтроль и какова его главная цель?	1. В сокращении стоимостных затрат 2. В беспомеховой работе РЭС 3. В изменении мощности 4. В оценке развития РЭС	2	6
Single Selection	3. Мониторинг технологии означают...	1. Оценка собственных параметров РЭС 2. Оценка элементной базы 3. Оценка фильтрации помех 4. Выбор оптимальной технологии	4	6
Single Selection	4. Мониторинг конструктивных особенностей означает...	1. Проблемы к аппаратуре 2. Предмет профессиональной деятельности специалистов: по радиопередатчикам, радиоприемникам, антеннам 3. Проблемы к РЭС 4. Возможности РЭС	2	6
Single Selection	5. Взаимодействие элементов локальной сети и радиоконтроля?	1. Независимая работа 2. Повышению объема РЭС 3. Повышению физического труда 4. Повышению времени на разработку	1	6
Single Selection	6. Какие параметры характеризуют цифровой сигнал?	1. Отводу части мощности передатчика 2. Фильтрации помех 3. Поглотитель энергии 4. Компенсатор	2	6
Single Selection	7. Какими основными параметрами принято оценивать передатчик?	1. Направление излучения пеленгуемого излучателя 2. Ослабление помех РЭС 3. Заземлению РЭС 4. Питанию РЭС	1	6
Single Selection	8. Перечислите признаки при приеме сигнала, по которым можно опознать передатчик?	1. Частота 2. Случайно определить помехи 3. Как частный случай	1	6

		изменения ЭМП 4. Борются с эффектом «паразитного» излучения		
Single Selection	9. Мониторинг РЭС?	1.К контролю частот и направления излучения 2.К просачиванию нежелательных частот к излучению 3.К частотной зависимости 4. К повышению сопротивления	1	6
Single Selection	10. Что такое апертура антенны?	1.Повышают качества РЭС. 2. Поверхность антенны, образующая диаграмму направленности 3. Фильтруют низкие частоты 4. Фильтруют все частоты	2	6

1. Распространение радиоволн в условиях атмосферы Земли в виде волн:

А) земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;.....

Б) свободного распространения;

В) только земных;

Г) ионосферных и земных.

2. Особенность распространения СДВ, ДВ и СВ волн в виде:

А) земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;

Б) свободного распространения;

В) только земных;

Г) волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера.....

3. Особенность распространения КВ волн в виде:

А) земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;

Б) свободного распространения;

В) только земных;

Г) ионосферных и земных.....

4. Особенность распространения УКВ волн в виде:

А) земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;

- Б) земных и волн свободного распространения;,,,,,,
- В) ионосферных и земных;
- Г) волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера.

5. Режимы работы несимметричного вибратора:

- А) стоячих волн и бегущих волн;
- Б) смешанных волн;
- В) удлинения, укорочения и собственной длины волны;....
- Г) только собственной длины волны.

6. Режимы работы СДВ антенн:

- А) стоячих волн и бегущих волн;
- Б) смешанных волн;
- В) удлинения, укорочения и собственной длины волны;
- Г) в режиме сильного удлинения.....

7. Режимы работы КВ антенн:

- А) стоячих волн и бегущих волн;
- Б) смешанных волн;
- В) удлинения, укорочения и собственной длины волны;
- Г) в режиме собственной длины волны.....

8. Слабонаправленные антенны УКВ:

- А) СГДРА и БС;
- Б) ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;.....
- В) ОБ, РГ и РГД;
- Г) Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические.....

9. Антенны УКВ линейной поляризации:

- А) СГДРА и БС;
- Б) Волновой канал;.....
- В) ОБ, РГ и РГД;
- Г) Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические.

10. Антенны УКВ круговой поляризации:

- А) спиральные, зеркальные и линзовые;.....
- Б) ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В) ОБ, РГ и РГД;
- Г) Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические.

11. Антенны УКВ острой направленности:

- А) многовибраторные спиральные, зеркальные, линзовые и ФАР;.....
- Б) ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В) ОБ, РГ и РГД;
- Г) Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические.

12. Адаптивные ФАР:

- А) самофокусирующиеся ФАР;.....
- Б) многовибраторные спиральные, зеркальные, линзовые;
- В) ОБ, РГ и РГД;
- Г) Г- и Т-образные и зонтичные.

13. Комбинационное радиоизлучение:

- А) побочное радиоизлучение, возникающее при воздействии на нелинейные элементы;.....
- Б) радиоизлучение за счет совместной работы передающих и приемных антенн;
- В) шум входных цепей приемника;
- Г) шум выходных цепей передатчика.

14. Паразитное радиоизлучение:

- А) гармонические колебания на выходе передатчика;
- Б) гармонические колебания на входе приемника;
- В) вид побочного излучения, возникающего в результате самовозбуждения радиопередатчика из-за паразитных связей в его генераторных или усилительных каскадах....
- Г) возбуждается всегда.

15. Радиоизлучение на субгармониках:

- А) активное излучение ионосферы;
- Б) активное излучение антенн;
- В) основное излучение с шумовой составляющей;

Г) побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения

16. Интермодуляционное радиоизлучение:

- А) выходная характеристика передатчика;
- Б) входная характеристика приемника;
- В) побочное радиоизлучение, возникающее в результате воздействия на нелинейные элементы высокочастотного тракта радиопередающего устройства генерируемых колебаний и внешнего электромагнитного поля....
- Г) амплитудно-частотная характеристика выходной передающей лампы.

17. Радиоизлучение на гармониках:

- А) побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз больших частоты основного радиоизлучения...
- Б) основное излучение;
- В) шум усилителя передатчика;
- Г) шум генератора приемного устройства.

18. МОЩНОСТЬ ШУМОВОЙ ПОМЕХИ:

- А) мощность помех промышленных;
- Б) мощности помех, принимаемых ненаправленной антенной радиоприемника...
- В) мощность помех на выходе усилителя низкой частоты;
- Г) мощность атмосферных помех.

Разработка реферата по теме: «Мониторинг и управление радиочастотным ресурсом».

ПРИМЕР

Курсовая работа по теме: «Радиочастотный спектр для авиационной радиосвязи»

1. ВВЕДЕНИЕ

Воздушный транспорт играет важную роль в социальноэкономическом развитии сообществ, регионов и всего мира. Ввиду увеличения рынка и роста численности населения спрос на пассажирские и грузовые перевозки расширяется в географическом охвате и увеличивается в объеме. Согласно результатам исследований, проведенных в

Северной Америке, Европе и в регионе Тихого океана, аналогичные тенденции сохранятся и в предстоящие годы, при этом ожидается, что объем воздушных перевозок будет ежегодно увеличиваться в среднем на 4,6 % в период до 2025 года. Наличие надлежащего и отвечающего потребностям спектра имеет ключевое значение для безопасности и эффективного обеспечения полетов воздушных судов.

2. РАДИОЧАСТОТНЫЙ РЕСУРС

Радиочастотный ресурс (РЧР) - это радиочастотные электромагнитные сигналы (в виде электромагнитных волн, ЭМВ), создаваемые с целью передачи (приема) информации энергией ЭМВ. Основные признаки РЧР - частота электромагнитных полей (полоса частот), время T их существования и трехмерное пространство V , в пределах которого поля распространяются с энергией, достаточной для регистрации соответствующими приборами. Второстепенные признаки этих полей - поляризация поля, модуляция, направленность распространения поля и др.

Использование РЧР рассматривают по отношению к некоторой части какого-либо диапазона, выделенной радиослужбе конкретного назначения, например радиовещательной, радионавигационной.

Степень использования такой части РЧР характеризуется степенью использования части РЧР в i -м по счету радиоканале Y_i

$$Y_i = df_i * dV_i * dT_i,$$

где df_i - полоса частот i -го радиоканала, определяемая полосой частот i -го излучателя; dV_i - трехмерная область пространства, в которой распространяются излучаемые i -м излучателем электромагнитные волны («радиопространство» i -го радиоканала); Протяженность, площадь или объем области пространства определяется мощностью i -го излучателя и чувствительностью i -го приемника с учетом направленности передающей и приемной антенн; dT_i - время работы i -го излучателя по отношению к одним суткам.

Критерием степени использования РЧР является «эффективность использования РЧР» при условии обеспечения ЭМС применяемых технических средств и является числовым показателем. Эффективность использования РЧР определяется совокупностью мероприятий, направленных на наилучшие условия пользования этим ресурсом возможно большего числа потребителей;

Вследствие ограниченности РЧР его распределение по видам радиослужб в пределах регионов мира осуществляется в соответствии с международными соглашениями по различным странам. В пределах каждой страны распределение РЧР осуществляют национальные организации.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСА

Комплекс задач, возникающих в международном масштабе в связи с использованием РЧР, находится в ведении Международного союза-электросвязи (МСЭ), который имеет в своем составе Международный комитет по регистрации частот (МКРЧ), Международный консультативный комитет по радио (МККР) и Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии (МККТТ). Согласованные международные решения оформляются Генеральным секретариатом МСЭ (Женева) в виде сборника документов «Регламент радиосвязи», созданного впервые в 1959 г. и дополняемого последующими международными соглашениями в связи с распределением и перераспределением полос частот.

Первое международное соглашение относилось к распределению радиоканалов в диапазонах СВ и ДВ и было принято в 1906 г. (Берлин) с участием 29 стран. Был согласован вид сигнала бедствия 505 и впервые выделен для него радиоканал. Процесс дальнейшего распределения РЧР продолжался на последующих международных конференциях. В 1927 г. было согласовано использование диапазона 10 кГц ... 60 МГц ($\lambda=5$ м), в 1947 г. диапазона 10 кГц ... 40 ГГц (7,5 мм) и в 1971 г. - 10 кГц ... 275 ГГц (1,1 мм). Условной верхней границей радиочастот принята частота 3000 ГГц.

Под системой «управления радиочастотным ресурсом» следует понимать комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на совместное пользование радиочастотным ресурсом все возрастающим числом потребителей при обеспечении ЭМС применяемых РЭС. Задача управления РЧР решается в трех направлениях - организационном, техническом и экономическом.

4. РАДИОЧАСТОТНЫЙ СПЕКТР

Ввиду того что при использовании авиацией радиочастотного спектра необходимо учитывать аспекты безопасности полетов, требуется, чтобы частотный спектр был доступен авиации на исключительной основе, а в случае совместного использования с неавиационными службами радиосвязи он должен предоставляться при определенных нормативных и технических условиях, которые соответствуют авиационным требованиям к обеспечению безопасности полетов.

Емкость радиочастотного спектра для авиации должна быть достаточной для удовлетворения растущих потребностей в системах авиационной связи, навигации и наблюдения, включая любые новые системы, которые рассматриваются для удовлетворения будущих потребностей CNS/ATM. Это необходимо для обеспечения должного соответствия меняющимся тенденциям в области организации воздушного движения. Частотный спектр для авиационной радиосвязи и радионавигации (включая

наблюдение) распределяется Международным союзом электросвязи (МСЭ) с учетом аспектов безопасности полетов.

Полоса частот	назначение
2 850–22 000 кГц	ВЧ-связь "воздух – земля" (речевая связь и передача данных)
108–117,975 МГц	Системы дифференциальной коррекции Дополнения глобальных навигационных спутниковых систем И Авиационная ОБЧ ЛПД Режим 4 (VDL Mode 4)
117,975 –137 МГц	ОБЧ-связь "воздух – земля"; речевая связь, VDL режима 2 и VDL режима 4
960–1 164 МГц	"Воздух – земля" UAT L-band Digital Aeronautical Communications System 1 090 ЗК
1 545–1 555 МГц и 1 646,5–1 656,5 МГц	Спутниковая связь "воздух – земля" (Inmarsat, Multifunctional Transport Satellites)
1 610–1 626,5 МГц	Спутниковая связь "воздух – земля" (ИРИДИУМ)
3 400–4 200 МГц	VSAT для авиационных сетей и фидерных линий AMS(R)S
5 000–5 030 МГц 5 091–5 150 МГц 5 030–5 091 МГц	AeroMACS Наземная и спутниковая связь C2/C3 БАС
130–535 кГц	NDB
74,8–75,2 МГц	Маркерный маяк
108–112 МГц	Курсовые радиомаяки ILS
328,6–335,4 МГц	Глиссадный радиомаяк
108–117,975 МГц	VOR
960–1 215 МГц	DME
1 559–1 610 МГц	Данная частота в основном используется для систем GNSS. Эта полоса также распределена воздушной радионавигационной службе
5 030–5 091 МГц	для использования микроволновой системой посадки (MLS)
1 164–1 215 МГц	GNSS
1 030 МГц и 1 090 МГц	ВОРЛ
1 215–1 350 МГц	Первичный обзорный радиолокатор
2 700–2 900 МГц	
9 000–9 200 МГц	
9 300–9 500 МГц	
15,4–15,7 ГГц	
31,8–33,4 ГГц	
4 200–4 400 МГц	Радиовысотомер
5 350–5 470 МГц	Бортовой метеорологический радиолокатор
8 750–8 850 МГц	Бортовой доплеровский радиолокатор и радиолокатор для картографирования земной поверхности
9 300–9 500 МГц	Бортовой метеорологический радиолокатор
13,25–13,4 ГГц	Бортовой доплеровский радиолокатор и радиолокатор для картографирования земной поверхности

Рост воздушного движения требует новых способов планирования и более совершенного наземного, бортового и спутникового оборудования с целью снизить затраты, обеспечить надлежащий уровень безопасности полетов, смягчить экологические последствия каждого полета и повысить уровень комфорта для пассажиров. Процесс обсуждения и согласования на международном уровне, который обычно включает в себя эксплуатационную и техническую доработку системных параметров, занимающую по крайней мере пять лет, затем – процедуру принятия, которая занимает еще несколько лет (в соответствии с Конвенцией ИКАО), необходим для того, чтобы обеспечить

надлежащий характер и соответствие требованиям вводимых в рамках эволюции инфраструктуры новых систем. Другие авиационные системы, которые не требуют такого масштабного согласования на международном уровне, часто разрабатываются и внедряются за более короткий промежуток времени, но в любом случае процесс доработки и принятия занимает минимум несколько лет. Во всех этих случаях реальное внедрение этих систем требует дополнительного времени для внедрения (например, региональное соглашение) на воздушных судах и наземных объектах и наличия положительного экономического обоснования, оправдывающего обязательство выделять нужное количество финансовых ресурсов.

При установлении устройств, работающих с определенным спектром частот необходимо учитывать несколько правил, а именно:

- a) авиационные системы, которые могут быть реализованы в рамках имеющихся распределений с внесением изменений в соответствующем примечании, или реже, с изменением статуса или описания распределения;
- b) авиационные системы, для которых требуются дополнительные распределения спектра по причинам совместимости или доступности частоты;
- c) другие системы, которые могут работать с несколькими службами и авиационные потребности которых можно совместить с требованиями других видов применения, что влечет за собой изменения в распределении, изменения ограничений полосы или примечаний и, в более редких случаях, полностью новое распределение.

В любом случае распределение спектра для новых служб и систем в полосах частот, которые уже распределены для авиационного использования, должно будет соответствовать стратегии действий ИКАО высокого уровня в области частотного спектра и осуществляться в рамках соответствующих Стандартов и Рекомендуемой практики (SARPS) для систем связи, навигации и наблюдения, а также других (отраслевых) стандартов, применяемых к имеющимся эксплуатационным системам.

5. РЕГУЛИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОМЕХ

Помехи всех видов являются характерной особенностью всех радиочастотных полос, обусловленной передачами множества различных радиослужб, количество и мощность передач которых практически ежедневно возрастают. Службы повышенной мощности, например, радиовещательная, радиолокационная и некоторые специальные военные системы, могут создавать серьезные помехи и должны тщательно контролироваться. Помимо радиослужб, имеется много других источников радиопомех, например, промышленное и медицинское оборудование, транспортные средства, линии электропередач и многое другое электрическое и электронное оборудование.

В частности, над городами и промышленными районами внешний радиошум может достигать достаточно высоких уровней, затрудняя, а иногда делая невозможным обнаружение слабых сигналов и оказывая влияние на прием радиосигналов на борту воздушного судна. Регулирование и контроль помех, присутствующих в радиосреде, представляют собой чрезвычайно важную деятельность в дополнение к управлению использованием самого радиочастотного спектра. Как и в случае организации спектра, данный процесс осуществляется на нескольких уровнях, при этом на верхнем уровне принимаются международные соглашения по фундаментальным аспектам, которые дополняются национальными законодательствами и механизмами их исполнения. Надлежащее регулирование и сведение к минимуму вредных излучений позволяют также повысить эффективность использования частот.

6. УМЕНЬШЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ

Для сведения к минимуму влияния помех предпринимаются усилия по следующим четырем направлениям:

Источник помех. Контроль источника помех часто является единственным практическим способом защиты авиационных радиослужб. Он может осуществляться в различной форме в зависимости от характера потенциальной помехи. Применительно к радиопередатчикам важное значение имеет тщательный контроль нежелательных излучений, при этом использование только необходимой мощности передатчика, отвечающей требованиям, является обязанностью эксплуатантов станций. Контроль помех, создаваемых непосредственно источником, зависит от эффективных мер, принимаемых на уровне национального лицензирования, а сами эти меры должны быть увязаны со стандартами, согласованными на международном уровне либо на глобальной или региональной основе. Частным примером является промышленное, научное и медицинское (ПНМ) оборудование, которое использует тепловой эффект радиоволновой энергии и является потенциальным источником помех и которое должно работать только в установленных полосах частот и подвергаться контролю. В качестве другого примера можно привести подвижные спутниковые терминалы, которые работают в полосах частот, близких к полосам частот служб GNSS, и для которых были разработаны стандарты МСЭ-R и ETSI.

Разнесение частот. В том случае, когда источник помех работает на дискретной частоте, для обеспечения требуемой защиты может использоваться разнесение частот источника и приемника или защитная полоса между их частотами. При использовании данного метода могут учитываться характеристики подавления в приемнике для снижения общего влияния.

Разделяющее расстояние между источником помехи и авиационным приемником. Во многих практических случаях стандартным методом обеспечения необходимой защиты является введение разделяющего расстояния для снижения энергии потенциальной помехи до некоторого приемлемого уровня. Этот метод обычно используется при планировании присвоений, когда при расчетах применяются согласованные критерии защиты и траектории распространения сигнала. По согласованию между двумя службами часто используется значение разделяющего расстояния, которое основано на оценке наихудшего случая и при превышении которого не требуется координация использования служб. Другим ярким примером является анализ ситуации на конечном участке захода на посадку, когда может устанавливаться минимальное разделяющее расстояние между источником и приемником, которое используется в расчетах по определению приемлемости максимальных уровней побочных излучений. (Применительно к заходу на посадку и посадке разработана стандартная модель МСЭ-Р).

Авиационный приемник. В настоящее время в условиях постоянно возрастающей загруженности спектра важное значение имеют приемники с хорошими характеристиками подавления помех. Никакой пользователь службы не может требовать обеспечения защиты, пока используемое данной службой приемное оборудование не будет спроектировано и изготовлено в полном соответствии с данным требованием к приемникам. Необходимо принимать все экономически и технически оправданные меры для сведения к минимуму влияния передач, особенно в смежных полосах частот, радиоприемники должны обладать адекватными характеристиками, обеспечивающими сведение к минимуму влияние сигналов за пределами занимаемой ширины полосы. Применяемый принцип основан на совместном обязательстве как подвергающейся влиянию помехи службы, так и потенциально создающей помеху службы в равной степени разделять ответственность за обеспечение совместимости. В том случае, когда испытывающая влияние помехи служба является службой безопасности, например воздушной радионавигационной службой или службой авиационной связи, применяются аналогичные общие условия, и предполагается, что приемники будут устойчивы по отношению к ожидаемым помехам. Примером этого являются приемники VOR и ILS, работающие в полосе частот, смежной с полосой частот службы ЧМ-радиовещания.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение многих лет осуществлялись попытки использовать авиационный радиочастотный спектр службами, не связанными с авиацией, в особенности для удовлетворения потребностей подвижной (наземной) и подвижной спутниковой связи. Такая практика привела, например, к потере спектра, который раньше был распределен

только авиационной подвижной спутниковой связи (1,5/1,6 ГГц), и к тому, что не связанные с авиацией службы стали использовать полосы, которые раньше были выделены только для авиации (например, фиксированная спутниковая служба в полосе частот 5091–5250 МГц, воздушная подвижная служба, не связанная с обеспечением безопасности полетов, которая используется для телеметрии в полосе частот 5091–5150 МГц, и радионавигационная спутниковая служба в полосе частот 5000–5030 МГц). Это может привести к помехам и/или потери емкости спектра, который необходим для удовлетворения текущих и будущих потребностей авиации в рамках систем CNS. На данный момент наблюдаются попытки выделить существенную часть спектра на поддержку перспективного роста коммерческой подвижной связи и использования широкополосной беспроводной связи. Интерес представляет полоса между 500 и 1200 МГц, в основном в диапазоне от 300 МГц до 6 ГГц. Этот диапазон включает в себя полосы частот, используемые многими авиационными системами, имеющими критическую важность для обеспечения безопасности полетов, в том числе глиссадными радиомаяками систем посадки по приборам (ILS), дальномерным оборудованием (DME), первичными и вторичными радиолокаторами, бортовыми системами предупреждения столкновений (БСПС), AMS(R)S, авиационными сетями VSAT и радиовысотомерами. Другой новый фактор, который может повлиять на доступность радиочастотного спектра для авиации в будущем, представляет собой возможное введение "определения цены спектра", что может иметь существенные экономические последствия

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Примеры.

1. К теме 1. Основы управления использованием радиочастотного спектра.

1.1. Управление радиочастотным спектром

1. Управлять использованием спектра необходимо в связи с тем, РЧС – это ограниченный природный ресурс и его следует использовать рационально, эффективно и экономно. Учитывая, что радиоволны распространяются в пространстве, пересекая политические границы, поэтому Правительства стран, которые ратифицировали Устав и Конвенцию международного союза электросвязи (МСЭ) обязаны:

- применять в своих странах положения Устава и Конвенции МСЭ;
- принять национальные законодательные акты об этих международных договорах.

1.2. Обязательная регистрация и координация частотных присвоений РЭС РФ:

- космическая служба;
- радионавигационная и любительская спутниковой службы;

- морская подвижная служба;
- радиовещательная и сухопутная подвижная служба в пограничных зонах РФ;
- служба радиосвязи для управления воздушным движением;
- береговая радиолокационная, радиопеленгаторная и радиомачных служб;
- служба стандартных частот и сигналов времени;
- метеорологическая служба;
- другие службы.

2. К теме 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС.

2.1. Радиоизлучение.

К параметрам основного излучения радиостанции в необходимой полосе частот относится:

- несущая частота и ее отклонение, Гц;
- необходимая полоса частот, Гц;
- выходная мощность, Вт, дБВт;
- поверхностная плотность потока мощности, Вт/м², дБВт/м², для бортовых передатчиков спутниковых РЭС;
- вид и параметры модуляции;
- ослабление несущего колебания и подавление нерабочей боковой полосы, дБ, для однополосных РПДУ.

Присвоенная частота – частота, соответствующая середине полосы частот радиостанции. Например, при однополосной передаче верхней боковой АМ радиосигнала средняя частота радиоспектра

– $f_{CP} = f_H + F_B/2$, где f_H – несущая частота, F_B – верхняя граничная частота модулирующего сигнала.

С учетом нестабильности частоты радиопередатчика ширина полосы $B_{П}$ должна превышать ширину необходимой полосы B_H на величину *абсолютного допустимого отклонения частоты* $\Delta f_{доп}$ в соответствии с выражением: $B_{П} = B_H + 2\Delta f_{доп}$. Допустимое отклонение частоты $\Delta f_{доп}$, это максимально допустимая величина отклонения $\Delta f_{доп} = \Delta f_{макс}$ фактической средней частоты радиоизлучения станции от номинального значения, присвоенной ей частоты.

Внеполосное излучение – нежелательное радиоизлучение, являющееся результатом модуляции несущей частоты f_0 передаваемым сообщением. Причины: - недостаточное подавление на входе модулятора;

- наличие нелинейности амплитудной и фазовой характеристик тракта передатчика;

- применение модулирующих сигналов излишне большого уровня.

Контроль и нормирование внеполосного излучения с помощью *контрольной ширины полосы частот* излучения V_k , за нижним и верхним пределами любая спектральная составляющая ослаблена на 30 дБ (в 1000 раз).

А) Нормируемые уровни излучений:

<u>Полоса частот.</u>	<u>Средняя мощность.</u>	<u>Уровни излучений</u> <u>нежелательных.</u>
9кГц.....30МГц	25 Вт и менее	-40дБ; 50мВт.
30.....235МГц	Более 25 Вт	-60дБ; 1мВт.
235.....960 МГц	25 Вт и менее	-40 дБ; 25мкВт
	Более 25Вт	-60дБ; 20мВт
960МГц..17.7ГГц	10Вт и менее	100мкВт
	Более 10 Вт	-50дБ; 100мкВт.

В) Пример норм на ширину полос частот и внеполосные излучения.

Класс излучения	Требуемая полоса V_k , Гц	Контроль полосы V_k , Гц	Внеполосное излучение на уровне -X дБ	ширина V_x , Гц
Телеф., одна боковая, пода- влена несущ.	$V_H = (F_B - F_H)$	$V_k = 1,15 V_H$	30 40	$1,15 V_H = V_k$ $1,6 V_H = V_k$

Пример 1. Требуется построить модель огибающей спектра мощности основного и внеполосного излучения для сигнала – телефония, одна боковая полоса частот, подавленная несущая – Координаты ограничения линий спектра приведены выше «Пример норм на ширину ...» и ограничения даны в «Нормируемые уровни излучений».

2.2. Радиоприем.

Идеальный с точки зрения ЭМС радиоприемник должен иметь один *основной канал приема*. В реальных условиях приемник имеет нежелательные неосновные каналы приема. В результате появляются помехи ухудшающие ЭМС РЭС. *Восприимчивость приемника к радиопомехам* оценивается по отношению к помехам воздействующим через антенну и корпус приемника. Неосновные каналы приема подразделяются на побочные и внеполосные. К побочным относятся частоты, которые имеют

фиксированные значения для приемника и фиксированной частоте приема f_0 . Избирательные свойства приемной антенны и приемника позволяют отличать и выделять полезный сигнал на фоне мешающих излучений. Различают односигнальную и многосигнальную частотные избирательности приемника. При слабых уровнях помех приемник работает в линейном режиме и его избирательные свойства характеризует *односигнальная частотная избирательность*. В реальных условиях на РПУ поступают интенсивные помехи, что приводит к появлению нелинейных эффектов, вызывая *многосигнальную частотную избирательность приемника*.

2.3. Расчет параметров антенных устройств.

2.3.1. АНТЕННА ТИПА «ВОЛНОВОЙ КАНАЛ»

1. Описать схему директорной антенны (типа “волновой канал”) и принцип получения в ней однонаправленного излучения. Почему в антенну “волновой канал” вводят несколько директоров ($D_1 D_2 D_3$) и только один рефлектор (**P**)?
2. Рассмотреть антенну типа “волновой канал” как линейную решетку бегущей волны с замедленной фазовой скоростью и осевым излучением. С помощью ДН и векторных диаграмм показать, что рефлектор должен обладать реактивным сопротивлением индуктивного характера, а директор - емкостного.
3. Написать и обосновать формулы КНД и ширины ДН директорной антенны. Отметить ее достоинства, недостатки и области применения.
4. Антенна типа “волновой канал” состоит из активного вибратора, рефлектора и трех директоров и имеет общую длину $l_A = 6$ м. Длина волны $\lambda = 6$ м. Определить КНД антенны D .

Решение. КНД антенны типа «волновой канал» с оптимальной длиной l_A рассчитывается по формуле

$$D \approx k_1 \frac{l_A}{\lambda} \approx \frac{7 \cdot 6}{6} = 7,$$

где $k_1 = 5-10$, коэффициент, зависящий от числа вибраторов.

5. Рассчитать ДН в Е- и Н-плоскостях линейной системы излучателей, состоящей из двух параллельных симметричных вибраторов длиной $2l = \lambda/2$, расположенных на расстоянии $d = \lambda/4$ друг от друга и питаемых токами одинаковой амплитуды, но со сдвигом по фазе $\gamma = \pi/2$ (система антенна-рефлектор).

Решение. ДН линейной системы излучателей по теореме перемножения определяется произведением функции направленности одного излучателя $|f(\theta)|$ на множитель

решетки/ $\sqrt{0}$) из n излучателей. Используя данные задачи, получим выражения для множителя решетки

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Классификация радиоволн по диапазонам
2. Особенность распространения СДВ, ДВ И СВ радиоволн.
3. Особенность распространения КВ радиоволн.
4. Особенность распространения УКВ радиоволн.
5. Характеристика среды распространения радиоволн.
6. Модель Земля-ионосфера и радиоволны.
7. Радиочастотный ресурс и его характеристика.
8. Радиочастотный ресурс и ЭМС РЭС.
9. Что означает термин «Управление использованием РЧС».
10. Основные руководящие документы по управлению РЧС.
11. Какие категории радиослужб территориально разнесенных частот (ТРЧ)?
12. Структура национальной ТРЧ.
13. Порядок выделения полос радиочастот.
14. Способ финансирования управления использованием РЧС?
15. Достоинства и недостатки различных методов финансирования управления использованием РЧС?
16. Рыночные способы распределения РЧС между пользователями? Достоинства и недостатки?
17. Суть процедуры координации частотных присвоений?
18. Каковы особенности обеспечения приграничной процедуры координации частотных присвоений РЭС?
19. Виды нежелательных излучений РПДУ и роль каждого излучения в формировании ЭМО и ЭМС
20. Причины возникновения внеполосных излучений?
21. Способы уменьшения побочных излучений?
22. Чувствительность приемника?
23. Пути уменьшения влияния побочных излучений на радиоприем?
24. Что такое односигнальная и многосигнальная избирательность приемника?
25. Основные типы антенн и РЭС, в которых они находят применение.
26. Диаграмма направленности реальной антенны и изотропной.
27. Перечислите основные механизмы распространения полезных радиосигналов.
28. Перечислите основные механизмы распространения мешающих радиосигналов.

29. Причины интерференции и ее влияние на радиотрассу.
30. Причины тропосферного распространения?
31. Что такое ДТР?
32. Зона обслуживания как критерий ЭМС систем радиосвязи.
33. Причины возникновения энергетических потерь в системах связи.
34. Что такое территориальный разнос и чем он отличается от частотного территориального разноса?
35. Что такое критический разнос и чем он отличается от территориального разноса?
36. Какова роль автоматизации управления исследованиями спектра (УИС) в процессе использования РЧС?
37. Что такое идеализированная сеть радиосвязи?
38. Поясните параметры элементарного треугольника идеализированной сети.
39. Поясните взаимосвязь между параметрами идеализированной сети и числом необходимых частотных каналов.
40. Поясните связь номеров сетей и ромбов совмещенных каналов в универсальной модели однородной сети.
41. Поясните причины не оптимальности частотного планирования при использовании координационного расстояния.
42. Поясните смысл формулы для определения затухания в модели Окамуры-Хата.
43. Что такое эквивалентная изотропно излучаемая мощность?
44. Поясните процедуру определения основных параметров частотного плана для сотовой сети подвижной связи.
45. Какие виды помех могут возникнуть в системах радиосвязи?
46. Какие технические средства могут применяться для подавления непрерывных помех в системах связи с ЧМ?
47. Какие технические средства могут применяться для подавления непрерывных помех в системах связи с АМ?
48. Каковы особенности следящих контрольных приборов для систем связи с ЧМ?
49. Каковы особенности итерационных контрольных приборов для систем связи с ЧМ?
50. В чем особенность метода подавления импульсных помех «широкая полоса - ограничитель – узкая полоса»?
51. В чем особенность метода подавления импульсных помех, основанном на преобразовании спектра сигнала?
52. В чем особенность метода подавления импульсных помех, основанного на экстраполяции участков сигнала, пораженного импульсной помехой?
53. В чем особенность метода подавления импульсных помех, основанного на интерполяции участков сигнала, пораженного импульсной помехой?

54. В чем особенность метода подавления импульсных помех, основанного на экстрополяции участков сигнала, имеющего наравномерный спектр?
55. В каком месте приемного тракта целесообразно включать блок обнаружения импульсной помехи?
56. Что такое радиоконтроль и какова его главная задача?
57. Какие подсистемы составляют систему радиоконтроля?
58. Какую роль играет радиоконтроль для управления использованием радиочастотным ресурсом?
59. Какие цели преследуются при осуществлении радиоконтроля?
60. Перечислите основные задачи радиоконтроля?
61. Какие РЭС подконтрольны службе радиоконтроля, а какие нет?
62. По каким схемам строятся системы управления радиоконтроля?
63. Перечислите требования к отечественной системе радиоконтроля.
64. Типовое оборудование станции радиоконтроля разного назначения.
65. В чем состоит оптимизация станций радиоконтроля?
66. По каким траекториям возможен приход пеленгуемого сигнала разных диапазонов?
67. Оценка возможной ошибки перенгования?
68. В чем заключается действие эффекта «береговой рефракции»?
69. Что такое апертура антенны?
70. Ошибка пеленга будет больше – в движении или на стоянке?
71. Работа интерферометрического пеленгатора.
72. Какие параметры являются главными при выборе оборудования станции радиоконтроля для космических служб радиосвязи?
73. Используется ли многоэлементная директорная антенна в мобильных пеленгаторах?
74. Перечислите признаки при приеме сигнала, по которым можно опознать передатчик.
75. В чем состоит особенность системы радиоконтроля для космических служб по сравнению с наземными?
76. Отличие антенн систем радиоконтроля для космических служб по сравнению с наземными?
77. Принцип действия пеленгатора основанного на эффекте Доплера.
78. Назовите основные причины усложнения ЭМО на объектах размещения РЭС радиосвязи и телерадиовещания в современных условиях.
79. Каковы специфические особенности обеспечения внутриобъектовой ЭМС по сравнению с межобъектовой?
80. Опишите порядок парной, групповой и комплексной оценки ЭМС РЭС объекта.

81. Что такое основной, соседний и побочный каналы приема?
82. Что такое потенциально несовместимые пары РЭС?
83. Описать принцип определения частот интермодуляции.
84. Как определяется мощность помехи на входе радиоприемного устройства?
85. Что такое внеполосный коэффициент усиления антенны? Как определить этот параметр для анализа антенн с точки зрения ЭМС?
86. Опишите принцип работы и основные типы фильтров кондуктивных помех.
87. Опишите основные методы повышения развязки между расположенными на объекте антеннами.
88. В каких случаях для обеспечения ЭМС применяют дополнительные экраны?
89. Опишите принцип работы и основные типы фильтров подавления побочных колебаний в трактах передачи.
90. Задачи обеспечения ЭМС
91. Средства обеспечения ЭМС
92. Организация использования частотного ресурса.
93. Сертификация и стандартизация показателей РЭС.
94. Пространственные факторы использования частотного ресурса.
95. Временные факторы использования частотного ресурса.
96. Выбор мощности передающего устройства, как фактор использования частотного ресурса.
97. Выбор чувствительности приемного устройства, как фактор использования частотного ресурса.
98. Схемотехника существо и особенности использования.
99. Компенсаторы помех.
100. Фильтрация помех.
101. Конструкторско-технологические меры РЭС.
102. Экранирование РЭС.
103. Заземление РЭС.
104. Компановка РЭС.
105. Параметры электрические антенн РЭС.
106. Параметры качества антенн РЭС.
107. Направленные свойства УКВ антенн.
108. Направленные свойства КВ антенн.
109. Остронаправленные антенны.
110. Параметры антенны «волновой канал»
111. Параметры спиральной антенны.
112. Параметры рупорной антенны.
113. Параметры зеркальной антенны.

114. Коэффициент усиления антенны.
115. Коэффициент направленного действия антенны.
116. КНД зеркальной антенны.
117. КНД рупорной антенны.
118. КНД рамочной антенны.
119. Параметры внеполосного излучения
120. Формирование внеполосного излучения.
121. Частотные свойства передающих устройств.
122. Излучение на гармониках.
123. Частотные свойства приемных устройств.
124. Условие получения излучения на гармониках.
125. Условие получения излучения на субгармониках.
126. Комбинационное радиоизлучение.
127. Паразитное радиоизлучение.
128. Интермодуляционное радиоизлучение.
129. Шум на входе приемника.
130. Коэффициент передачи по мощности.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85

Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Закарюкин, В. П. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебное пособие / В. П. Закарюкин, М. Л. Дмитриева, А. В. Крюкова ; под. ред. В. П. Закарюкина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 247 с. - ISBN 978-5-4499-1579-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870634>

б) дополнительная литература:

1.Пониматкин В.Е. Шпилевой А.А.Теория антенн. Учебное пособие – Калининград. РГУ. 2017. С. 160

2.Шпилевой А.А. Пониматкин В.Е. Техника антенн Учебное пособие. – Калининград. РГУ. 2017. С. 180

3. Марков, Г. Т. Возбуждение электромагнитных волн / Г. Т. Марков, А. Ф. Чаплин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Радио и связь, 1983. - 296 с.: ил. - 3.20 р. - Текст: непосредственный. Экземпляров всего : 1

4. Сазонов, Д. М.

Антенны и устройства СВЧ : учеб.для вузов по спец."Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М. : Высш. шк., 1988. - 432 с. : ил. - Библиогр.:с.426(19 назв.). - ISBN 5-06-001149-6 : 1.40= р. - Текст : непосредственный.

Экземпляров всего : 1

5. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : учеб. пособие / В. А. Каплун [и др.]. - М. : Высш. шк., 2002. - 294 с. ; 294 с. : ил. - Библиогр.: с. 291. - ISBN 5-06-004043-7 : 58.41 р. - Текст : непосредственный.

Экземпляров всего : 2

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

– ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>

- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта. обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Лекционная аудитория на 80 человек со средствами мультимедиа в составе: экран, проектор EPSON EB-450W, моноблок MSI AE 222 G.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
**Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Модуляция и помехоустойчивое кодирование в сетях мобильной связи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Молчанов Сергей Васильевич, доцент образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Модуляция и помехоустойчивое кодирование в сетях мобильной связи».

Цель дисциплины «Модуляция и помехоустойчивое кодирование в сетях мобильной связи» - является изучения методов моделирования, проектирования, анализа и построения беспроводных инфокоммуникационных сетей и систем, изучения принципов работы, технических характеристик, конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых технических средств модуляции и кодирования.

Задачами дисциплины являются:

- умение использовать теоретические знания для решения задач при исследованиях и проектировании беспроводных инфокоммуникационных систем;
- изучение методов и компьютерных систем моделирования и проектирования при проведении исследований в области построения беспроводных инфокоммуникационных систем.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-5: Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1: Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний ПК-5.2: Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется	Знать: современные тенденции развития в области применения беспроводных радиотехнологий инфокоммуникационных систем, способы их использования при решении конкретных телекоммуникационных задач; новые тенденции и методы исследований в области техники и технологий основ инфокоммуникационных систем Уметь: применять стратегии и сценарии построения и моделирования беспроводных инфокоммуникационных систем; оценивать и моделировать основные характеристики беспроводных сетей связи Владеть: навыками проведения исследований при различных способах

	методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ ПКС-5.3: Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат	построения инфокоммуникационных систем; навыками оптимизации беспроводных сетей связи при разработке инфокоммуникационных систем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модуляция и помехоустойчивое кодирование в сетях мобильной связи» представляет собой дисциплину *вариативной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или)

групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Структура системы цифровой беспроводной связи	Введение. Задачи анализа и синтеза структуры сетей связи. Обобщенная структура системы мобильной связи. Кодер источника. Кодер канала. Модулятор. Полосовой-фильтр.
2	Тема 2. Цифровые виды модуляции и кодирования в беспроводных системах связи	Амплитудные виды модуляции (OOK, ASK, M-ASK). Многопозиционная амплитудная модуляция (M-ASK). Фазовые виды модуляции (BPSK, QPSK, M-PSK). Двоичная фазовая модуляция (BPSK – Binary Phase Shift Keying). Квадратурная фазовая модуляция (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying). Многопозиционная фазовая модуляция (M-PSK). Амплитудно-фазовые виды модуляции (QAM). Частотные виды модуляции (FSK, MSK, M-FSK, GFSK, GMSK). Многопозиционная частотная модуляция (M-FSK). Частотная модуляция с минимальным сдвигом (MSK). Виды частотной модуляции с ограниченным спектром (GFSK, GMSK). Применение кодов Хемминга, БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хоквенгема), Рида-Соломона. Циклические избыточные коды CRC (Cyclic redundancy check). Сверточные коды. Турбокодирование. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов.
3	Тема 3. Выбор оптимальных методов модуляции и кодирования в мобильных системах связи.	Сравнение различных видов модуляции. Выбор оптимального метода модуляции. Усовершенствованные виды модуляции. Помехоустойчивое кодирование - эффективный способ оптимизации инфоммуникационных систем.
4	Тема 4. Анализ современных методов и средств повышения производительности и помехоустойчивости мобильных систем связи.	Оценка пропускной способности системы связи на основе классических теорем Найквиста и Шеннона. Зависимости пропускной способности мобильных систем связи от спектральной эффективности. Применение технологии ортогонального частотного мультиплексирования. Оптимизация сочетания кодирования и модуляции.
5	Тема 5. Повышения спектральной и энергетической эффективности в мобильных сетях новых поколений.	Потенциальная оценка возможностей мобильных системы связи. Повышение спектральной эффективности системы за счет: использования N-OFDM, фильтрованное OFDM (FOFDM), модуляция с множеством несущих с

		использованием банка фильтров (FBMC), многостанционный доступ с разделением по шаблону (PDMA), многостанционный доступ на основе разреженных кодов (SCMA), многостанционный доступ с разделением на основе перемежения (IDMA) и распределение по несущим с низкой плотностью (LDS).

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Структура системы цифровой беспроводной связи	Введение. Обобщенная структура системы мобильной связи. Кодер источника. Кодер канала. Модулятор. Полосовой-фильтр
2	Тема 2. Цифровые виды модуляции и кодирования в беспроводных системах связи	Амплитудные, фазовые и частотные виды модуляции Многопозиционные виды модуляции (M-ASK, (BPSK, QPSK, M-PSK, M- M-FSK).. Виды частотной модуляции с ограниченным спектром (GFSK, GMSK). Применение кодов Хемминга, БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хоквенгема), Рида-Соломона. Циклические избыточные коды CRC (Cyclic redundancy check). Сверточные коды. Турбокодирование. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов.
3	Тема 3. Выбор оптимальных методов модуляции и кодирования в мобильных системах связи.	Сравнение различных видов модуляции. Выбор оптимального метода модуляции. Усовершенствованные виды модуляции. Помехоустойчивое кодирование - эффективный способ оптимизации инфоммуникационных систем.
4	Тема 4. Анализ современных методов и средств повышения производительности и помехоустойчивости мобильных систем связи.	Оценка пропускной способности системы связи на основе классических теорем Найквиста и Шеннона. Зависимости пропускной способности мобильных систем связи от спектральной эффективности. Применение технологии ортогонального частотного мультиплексирования. Оптимизация сочетания кодирования и модуляции.
5	Тема 5. Повышения спектральной и энергетической эффективности в мобильных сетях новых поколений.	Потенциальная оценка возможностей

		мобильных системы связи. Повышение спектральной эффективности системы за счет: использования N-OFDM, фильтрованное OFDM (FOFDM) многостанционный доступ с разделением по шаблону (PDMA), многостанционный доступ на основе разреженных кодов (SCMA), многостанционный доступ с разделением на основе перемежения (IDMA) и распределение по несущим с низкой плотностью (LDS).

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 1. Структура системы цифровой беспроводной связи	Моделирование методов "манипуляция - кодирование" для повышения производительности канала связи базовой станции в стандарте мобильной связи LTE
2	Тема 2. Цифровые виды модуляции и кодирования в беспроводных системах связи	Цифровая модуляция BPSK и помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи при наличии помех и замираний в канале связи.
3	Тема 3. Выбор оптимальных методов модуляции и кодирования в мобильных системах связи.	Цифровая модуляция QPSK и помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи.
4	Тема 4. Анализ современных методов и средств повышения производительности и помехоустойчивости мобильных систем связи.	Цифровая модуляция GMSK и помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи.
5	Тема 5. Повышения спектральной и энергетической эффективности в мобильных сетях новых поколений.	Исследование характеристик спектральной эффективности системы радиосвязи с OFDM

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Обобщенная структура системы мобильной связи. Многопозиционные амплитудная, частотная и фазовая модуляция. Выбор оптимального метода модуляции. Усовершенствованные виды модуляции. Оценка пропускной способности системы связи на основе классических теорем Найквиста и Шеннона. Применение кодов Хемминга, БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хоквенгема), Рида-Соломона. Циклические избыточные CRC (Cyclic redundancy check). Сверточные коды. Турбокодирование. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов. Потенциальная оценка возможностей мобильных системы связи. Повышение спектральной эффективности системы за счет: использования N-OFDM, фильтрованное OFDM (FOFDM),

модуляция с множеством несущих с использованием банка фильтров (FBMC) и LDPC-кодов

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю

уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Структура системы цифровой беспроводной связи	ПК-5	Тестирование
Тема 2. Цифровые виды модуляции и кодирования в беспроводных системах связи	ПК-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 3. Выбор оптимальных методов модуляции и кодирования в мобильных системах связи.	ПК-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Анализ современных методов и средств повышения производительности и помехоустойчивости мобильных систем связи.	ПК-5	Тестирование
Тема 5. Повышения спектральной и энергетической эффективности в мобильных сетях новых поколений.	ПК-5	Тестирование
Тема 1. Структура системы цифровой беспроводной связи	ПК-5	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Примерные тестовые задания:

Типовые тестовые задания:

ПК-5: Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем

Тема 1. Структура системы цифровой беспроводной связи

Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
Какому значению E_b/N_0 равна эта величина называемая пределом Шеннона.	$\log_2 D_6$	1
	3 Дб	
	$\log_{10} D_6$	
Какая скорость требуется для передачи данных со скоростью R_s символов в секунду без влияния межсимвольной интерференции по теореме Найквиста о МСИ?	$R_s/2$	1
	$R_s/4$	
	$R_s/3$	

Целью процедуры канального кодирования заключается в	обнаружении и коррекции ошибок при приеме	1
	повышении помехоустойчивости канала	
	устранении МСИ	
Какой выигрыш в отношении сигнал/шум (Дб) обеспечивает поворот сигнального созвездия.	Более 5 Дб	1
	Менее 5 Дб	
	3 Дб	
Назовите вид модуляции выполняющей задачу сжатия данных и выполняющей функцию кодера источника аналогового сигнала.	дифференциальная импульсно-кодовая модуляция	1
	импульсно-кодовая модуляция	
	квадратурная амплитудная манипуляция	
Каким главным преимуществом обладают фазовая и частотная манипуляции различных порядков при передаче по разным физическим каналам?	Постоянство амплитуды сигнала	1
	Постоянство фазы сигнала	
	Непостоянство амплитуды сигнала	
Какая из предложенных манипуляций обладает лучшей спектральной эффективностью?	фазовая манипуляция	2
	квадратурная амплитудная манипуляция	
	частотная манипуляция	
Что ограничивает возможности передающей части цифровой системы связи с цифровой квадратурной обработкой сигнала при построении сверхширокополосных систем связи?	Быстродействие ЦАП	1
	Быстродействие АЦП	
	Быстродействие сигнального процессора	
При отсутствии какого элемента приемного устройства демодуляция сигнала становится невозможной.	петли автоматической регулировки уровня сигнала	1
	полосового фильтра	
	сигнального процессора	

Что позволяет исключить влияние фазовой неоднозначности восстановленной несущей на достоверность приема.	дифференциальная (относительная) манипуляция фазовая манипуляция амплитудная манипуляция	1
Что необходимо сделать чтобы уменьшить ширину спектра DBPSK- радиосигнала в два раза?	полосовой фильтр ФНЧ с АЧХ в виде функции «приподнятый косинус» высокочастотный фильтр	2
Для когерентной демодуляции сигнала в DPSK- демодуляторе необходимо.....	монохроматическое опорное колебание ФНЧ АРУ	1
С какой целью при реализации устройств связи на передающей и приемной сторонах используют фильтры с характеристикой корень из приподнятого косинуса, которые вместе имеют частотную характеристику фильтра Найквиста? что позволяет устранять МСИ при приеме информации.	устранять МСИ при приеме устранять помехи при приеме устранять шумы и помехи при передаче	1
Утверждение, что ширина спектра MSK-радиосигнала в раза больше, чем радиосигналов с QPSK, OQPSK и DQPSK	1,5 2 3	1
Какова максимальная эффективность использования радио спектра OFDM?	1,5 2 3	2

Объясните преимущество некогерентного корреляционного демодулятора по сравнению с некогерентным автокорреляционным демодулятором.	отсутствие влияния случайной начальной фазы опорных сигналов	1
	независимость от параметров приемных сигналов	
	зависимость от параметров приемных сигналов	
Использование технологии OFDM обеспечивает высокую устойчивость систем мобильной связи к помехам из-за	многолучевого распространения радиоволн	1
	атмосферных помех	
	флуктуационных процессов	
OFDM-радиосимволы с пилотными поднесущими при приеме используют для оценки.....	состояния канала связи	1
	состояния приемного оборудования	
	состояния передающего оборудования	
QPSK-модуляция по сравнению с BPSK-модуляцией позволяет уменьшить необходимую полосу радиоканала в раза.	2	1
	3	
	1,5	
Некогерентная демодуляция применяется, когда	невозможно формирование когерентного опорного колебания	1
	невозможно устранять помехи при приеме	
	невозможно устранять шумы и помехи при передаче	
Влияние неоднозначности фазы опорного колебания на достоверность приема устраняется использованием	DQPSK	1
	QPSK	
	BPSK	
Какое значение индекса модуляции для MSK обеспечивает максимальное значение спектральной эффективности.	0,5	1
	0,1	
	0,8	

Как правило, при увеличении спектральной эффективности энергетическая эффективность.....	уменьшается увеличивается не изменяется	1
Для ограничения спектра сигналов FSK и MSK чаще всего применяется....	Гауссов baseband-фильтр Режекторный фильтр Высокочастотный фильтр	1
Задача выбора оптимального вида модуляции и скорости передачи в многолучевом канале ничем не отличается от канала.....	с отсутствием многолучевости с присутствием многолучевости с белым шумом	1
Применение N-OFDM-сигналов позволяет получить выигрыш в ширине спектральной полосы по сравнению с OFDM в процентах....	20% 16% 10%	1
Под символьной синхронизацией понимают процесс оценивания принимаемых символов.	частоты фазы амплитуды мощности	1,2
Приемная часть цифровой системы связи содержит:	систему синхронизации цифровой демодулятор систему канального декодирования интерфейс передачи данных модулятор усилитель мощности	1,2,3,4
Каким воздействиям подвергается передаваемый по беспроводному каналу связи сигнал?	аддитивный шум межсимвольная интерференция затухание промышленных помехи атмосферные помехи дифракция радиация	1,2,3,4,5
Какие критерии используют для сравнения	спектральная эффективность энергетическая эффективность	1,2

различных видов модуляции?	количество уровней		
	уровни мощности		
	спектр		
	пик -фактор		
Какие основные факторы, влияют на сигнал при его распространении в канале связи?	воздействие аддитивного белого гауссова шума		1,2,3,4
	частотный и фазовый сдвиг сигнала		
	задержка сигнала в канале связи		
	замирания		
	промышленные помехи		
Перечислите недостатки амплитудных видов модуляции:	невысокая энергетическая эффективность		1,2,3
	низкая помехоустойчивость		
	высокий пик-фактор		
	низкий пик-фактор		
	высокая помехоустойчивость		
Почему приемная часть цифровой системы связи является более сложной в сравнении с передающей частью?			Это вызвано в первую очередь необходимостью синхронизации с принимаемым сигналом по частоте и фазе несущего колебания, по частоте следования импульсов (символьной частоте), по словной и кадровой частоте. Реализация блоков канального декодирования сигнала более затратна с точки зрения вычислительных ресурсов, чем кодирования сигнала в передатчике. Зачастую приемная часть системы связи вынуждена работать при очень низких отношениях сигнал/шум (ОСШ), что требует от разработчика реализации наиболее эффективных методов цифровой обработки сигналов.
Что характеризует понятие спектральная эффективность			Спектральная эффективность характеризует полосу частот, необходимую для передачи информации с определенной скоростью.
Что характеризует понятие энергетическая эффективность			Энергетическая эффективность описывает мощность, необходимую для передачи информации с заданной достоверностью (вероятностью ошибки).
Сопоставьте виды модуляций и критерии их оценки	QPSK	высокая энергетическая эффективность	1-3,2-1,3-3
	OQPSK	невысокая энергетическая эффективность	

	M-ASK	невысокая энергетическая эффективность		

Типовые тестовые задания:

ПК-5: Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем

Тема 5. Повышения спектральной и энергетической эффективности в мобильных сетях новых поколений.

Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
Цифровая схема модуляции OFDM использует:	Ограниченное количество разнесенных ортогональных поднесущих, каждая из которых модулируется по обычной схеме модуляции	4
	Большое количество разнесенных ортогональных поднесущих, каждая из которых модулируется по обычной схеме модуляции	
	Большое количество разнесенных ортогональных поднесущих, которые модулируются одним и тем же методом	
	Большое количество близко расположенных ортогональных поднесущих, каждая из которых модулируется по обычной схеме модуляции	
Практическим путем сигналы OFDM получают:	Путем использования оконного преобразования Фурье	2
	Путем использования быстрого преобразования Фурье	
	Путем использования многомерного преобразования Фурье	
	Путем использования дискретного во времени преобразования Фурье	
Эффект Доплера представляет собой:	Возникновение многолучевости при работе в городских условиях с плотной застройкой и наличием радиозатененных зон	3
	Эффект расширения спектра сигнала из-за многолучевости	
	Изменение частоты и длины волн, регистрируемых приёмником, вызванное движением их источника и/или движением приёмника	

	Возникновения фазового шума из-за не идеальности современных приёмников и передатчиков	
$\Delta f = f_i - f_{i-1} = 1/T_{\text{и}}$ Данная формула выражает:	Величину защитного интервала OFDM сигнала	2
	Условие ортогональности поднесущих OFDM сигнала	
	Спектр OFDM сигнала	
	Частотный диапазон при многолучевости	
К минусам систем с OFDM относят:	Необходимость высокой синхронизации частоты и времени	1,3
	Базовые операции реализуются методами цифровой обработки	
	Снижение спектральной эффективности сигнала из-за защитного интервала	
	Возникновение взаимных помех, ухудшающих условия приема при возрастании числа активных абонентов	
Длительность циклического префикса выбирается таким образом, чтобы:	Быть больше, чем длительность импульсного отклика канала связи	1
	Быть равным половине длительности импульсного отклика канала связи	
	Быть меньше, чем длительность импульсного отклика канала связи	
	Быть равным длительности импульсного отклика канала связи	
Циклический префикс добавляется:	После кодовой последовательности нечетного количества символов	2
	В начало каждого символа	
	После кодовой последовательности четного количества символов	
	В конец каждого символа	

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К Теме 1. Структура системы цифровой беспроводной связи

Работа №1. Моделирование методов "манипуляция - кодирование" для повышения производительности канала связи базовой станции в стандарте мобильной связи LTE

1. Цель работы

Изучение применения вариаций манипуляция-кодирование MIMO для повышения производительности беспроводного канала связи

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. С какой целью в структуру сигналов с OFDM вводится циклический префикс?
2. Чем различаются нормальный и расширенный циклические префиксы в сетях LTE?
3. Что такое точка переключения в структуре сигналов сетей LTE? С какой целью она вводится?
4. Что такое ресурсный блок, каковы его параметры во временной и спектральной областях?
5. Перечислите основные процедуры формирования сигналов восходящих физических каналов.
6. Какие схемы помехоустойчивого кодирования используются в восходящих и нисходящих физических каналах?
7. Опишите схему кодирования данных канала PUSCH. Какими параметрами она определяется?
8. Каковы основные свойства последовательностей Задва — Чу? С какой целью такие последовательности используются в физических каналах сетей LTE?
9. Укажите вид скремблирующей последовательности, используемой в восходящих и нисходящих физических каналах. Чем определяются её инициализирующие параметры?
10. Какие технологии многоантенной обработки используются в сетях LTE? Каковы их основные характеристики и отличия?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Временные характеристики обработки пакетов в WiMax и LTE.
2. Основные характеристики мобильных сетей связи 3,4,5 G.
3. Эффективность использования пилот-несущих в LTE и WiMax.
4. Основные принципы построения беспроводных сетей, работающих по технологии WiMax.
5. Основные принципы построения беспроводных сетей, работающих по технологии LTE.
6. Принцип гибридной процедуры повторной передачи по запросу.
7. Организации канальных ресурсов, предусмотренных в технологиях LTE и WiMax (поднесущие одного канала=данные+пилоты).
8. Основные различия между системами HSPA+ (CDMA) и LTE.

9. Преимущества технологии LTE по сравнению с другими беспроводными технологиями.
10. Принцип адаптации радиосистемы к характеристикам канала в WiMax и LTE
11. Какие поддерживаются процедуры управления мощностью передатчиков абонентских станций для борьбы с замираниями и компенсации потерь на линии в LTE и WiMax.
12. Реализуется ли схема MIMO с обратной связью в системах LTE и WiMax?
13. Какой стандарт мобильной связи имеет возможность разделять каналные ресурсы соседних сот, как по времени, так и по частоте, как это организовано?
14. Базовые принципы модуляции QPSK.
15. В чем различие между фазовой и относительной фазовой модуляциями?
16. В чем основные преимущества и недостатки многопозиционных систем передачи дискретных сообщений?
17. Как связаны предельные показатели энергетической и спектральной эффективности цифровых систем передачи? Что такое «граница Шеннона»?
18. Как можно достичь границы Шеннона при многопозиционной передаче?
19. Перечислить достоинства и недостатки QPSK, OQPSK, PI/4 DQPSK видов модуляции.
20. Из каких узлов состоит QPSK-манипулятор стандарта CDMA?
21. Как формируется GMSK-сигнал и основные параметры GMSK-манипулятора?
22. Что означает ортогональность сигналов и принципы организации таких сигналов мобильных системах связи?
23. Что способствует сужению главного лепестка спектра модулированного сигнала?
24. Что такое глазковая диаграмма, ее роль в оценке помехоустойчивости системы передачи?
25. Как зависит межсимвольная интерференция от параметра BT?
26. Обеспечение повышения энергетической эффективности в системах мобильной связи.
27. Основные принципы сверхширокополосной мобильной связи (enhanced Mobile Broadband, eMBB).
28. Технология - сверхнадежная межмашинная связь с низкими задержками (Ultra-Reliable Low Latency Communication, URLLC).
29. Технология - массовая межмашинная связь (Massive Machine-Type Communications, mMTC).
30. Структура OFDM сигнала.

31. Сравнение OFDM модуляции с другими видами модуляции.
32. Временные характеристики сигнала OFDM и оценка эффективной длительности сигнала.
33. Проблема оценки пик-фактора сигнала OFDM.
34. Технология неортогонального мультиплексирования с разделением частот) N-OFDM (Non-Orthogonal Frequency Division Multiplexing).
35. Способы демодуляции сигналов N-OFDM.
36. Модуляция OFDM и преобразование Фурье.
37. Работа системы MIMO без и с обратной связью.
38. Объясните преимущества применения цифровой модуляция BPSK в системах мобильной связи.
39. Применение кодов Хемминга, БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хоквенгема), Рида-Соломона.
40. Циклические избыточные коды CRC (Cyclic redundancy check).
41. Сверточные коды. Декодирование сверточных кодов..
42. Турбокодирование. Обобщенная схема турбокодера с параллельным каскадированием.
43. Сверточные турбокоды. Декодирование турбокодов.
44. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов.
45. Каскадные коды.
46. Сигнально-кодовые конструкции на основе Треллис кодовой модуляции (TCM).

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает</i> <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах	<i>Включает</i> <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература.

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>
2. Голиков, А. М. Кодирование и шифрование информации в системах связи Часть 1. Кодирование : курс лекций, компьютерный практикум, задание на самостоятельную работу : учебное пособие пособие для специалитета: 210601.65 Радиоэлектронные системы и комплексы / А. М. Голиков. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 327 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845869>
3. Голиков, А. М. Кодирование и шифрование информации в системах связи Часть 2. Шифрование : курс лекций, компьютерный практикум, задание на самостоятельную работу : учебное пособие для специалитета: 210601.65 Радиоэлектронные системы и комплексы / А. М. Голиков. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 490 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845870> .

Дополнительная литература.

1. Голиков, А. М. Кодирование в телекоммуникационных системах : курс лекций, компьютерный практикум, задание на самостоятельную работу : учебное пособие для специалитета: 090302.65 Информационная безопасность телекоммуникационных систем / А. М. Голиков. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 338 с. - (Учебная

- литература для вузов). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845868>.
2. Верещагин, Н. К. Информация, кодирование и предсказание.: Монография / Верещагин Н.К., Щепин Е.В. - Москва :МЦНМО, 2012. - 236 с.: ISBN 978-5-94057-920-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/958645>
 3. Рихтер, С. Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи / Рихтер С.Г. - Москва :Гор. линия-Телеком, 2009. - 302 с.: ISBN 978-5-9912-0066-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561182>.
 4. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
 5. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
 6. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. -Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
 7. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2
 8. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>

- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Учебная лаборатория №417

Телевизор LG 50LN540V

Рабочие станции DEPO Race G540S (7 шт.);

Мониторы 27" ViewSonic VX2739WM (7 шт.);

Цветной лазерный принтер формата A3 Hewlett-Packard Color LaserJet Enterprise CP5525dn;

Источники бесперебойного питания Mustek PowerMust 1590 (7 шт.);

Цветной плоттер формата A1 Hewlett-Packard HP Designjet T790;

Перечень используемого программного обеспечения:

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010

индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
**Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы и средства измерений в сетях мобильной связи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Карпинская Т. А., старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий»

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»
Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины:

«Методы и средства измерений в сетях мобильной связи»

Целью освоения дисциплины «Методы и средства измерений в сетях мобильной связи» является получение знаний и формирование компетенций в области проектирования, построения, эксплуатации и обслуживания сетей мобильной радиосвязи, используемых в современных телекоммуникационных системах, ознакомление с методами и средствами измерений параметров современных систем мобильной связи, а также выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области проведения измерений в мобильной связи.

Задачами освоения дисциплины является:

- Иметь представления о современной метрологии и стандартизации.
- Усвоение терминов в системах измерений подвижной связи.
- Изучение основных принципов и методов аппаратных измерений.
- Научиться проводить мониторинг и эксплуатационные измерения.
- Проводить анализ результатов полученных измерений.

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

В результате освоения ООП магистрата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Готовность осуществлять эксплуатацию радиоэлектронных устройств инфокоммуникационных систем и сетей	ПК-1.1. Имеет представление о способах настройки, монтажа, ремонта составных частей радиоэлектронных систем., принципами работы, устройством, техническими возможностями радиоизмерительного оборудования. Знаком с методами технического обеспечения эксплуатации радиоэлектронных систем, методами мониторинга и диагностики технического состояния радиоэлектронных систем, методами обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники ПК-1.2. Диагностирует и оценивает техническое состояние радиоэлектронных систем, использует измерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем, работает со средствами измерения и контроля технического состояния радиоэлектронных систем, производит замену узлов и элементов инфокоммуникационных систем ПК-1.3. Выполняет мониторинг технического состояния, проводит тестирование работы радиоэлектронных систем при вводе их в эксплуатацию, настройку инфокоммуникационных систем при проведении их технического обслуживания. Локализует и устраняет неисправности, возникающие в процессе эксплуатации. Анализирует информацию о качестве функционирования инфокоммуникационных систем по результатам их эксплуатации. Подготавливает предложения по улучшению конструкции, эксплуатации, повышению надежности функционирования радиоэлектронных систем инфокоммуникационных сетей	Знать: - способы и приёмы и наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств Уметь:- организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования; применять современные методы их обслуживания и ремонта Владеть: методиками измерений различных параметров с помощью измерительной техники на сетях связи; основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения аппаратуры мобильных сетей связи

ПК-2. Способен к выполнению работ по обеспечению функционирования инфокоммуникационного оборудования с учетом требований информационной безопасности	ПК-2.1. Знаком с архитектурой и общими принципами функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств инфокоммуникационной сети ПК-2.2. Анализирует сообщения об ошибках в сетевых устройствах и операционных системах, локализует отказы и инициирует корректирующие действия, производить мониторинг администрируемой сети, пользуется контрольно-измерительными приборами и аппаратурой ПК-2.3. Выявляет и определяет сбои и отказы сетевых устройств и операционных систем, устраняет их последствия, проводит работы по исправлению ошибок конфигурации, замене сетевых устройств или их компонентов для устранения ошибок работы	Знать: принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации телекоммуникаций. Уметь: организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования; Владеть: основными приемами проектирования и разработки аппаратуры для телекоммуникаций и оформления документации для новых проектов
ПК-4. Способность к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	ПК-4.1. Имеет представление о Методах и технологиях проектирования и строительства систем радиосвязи, линейно-кабельных сооружений связи. Знаком с правилами выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию, номенклатура современных изделий, оборудования и материалов, технологии производства работ ПК-4.2. Оценивает соблюдение утвержденных проектных решений, формирует необходимую документацию о ходе и результатах осуществления строительного надзора ПК-4.3. Применяет современные информационно-коммуникационных технологий, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов. Контролирует соблюдения утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации. Выполняет обследование объектов, систем связи (телекоммуникационных систем) в случае возникновения в ходе строительства (монтажа) непредвиденных ситуаций, контролирует соблюдение утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации	Знать: принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации телекоммуникаций. Уметь: организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования; Владеть: основными приемами проектирования и разработки аппаратуры для телекоммуникаций и оформления документации для новых проектов

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы и средства измерений в сетях мобильной связи» представляет собой дисциплину, формируемую участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы	Введение. История GSM. Услуги, обеспечиваемые GSM. Архитектура сети GSM. Оборудование эксплуатации и технического обслуживания Основные принципы организации сети GSM
2	Протоколы сети GSM и преобразование речи	Протоколы сети GSM. Общая структура. Подсистемы сигнальных протоколов. Сигнальные протоколы 3-го уровня. Частотный план в стандарте GSM. Структура кадров в стандарте GSM. Структура управления. Организация физических каналов. Преобразование речи. Методы улучшения качества сигнала.
3	Проблемы мониторинга в системах сотовой связи	Измерения радиоэфира. Измерения характеристик компонентов радиочастотного тракта. Анализ работы усилителей и фильтров. Измерения антенных систем. Комплексные измерения радиочастотных трактов. Методы измерения зависимости параметра ошибки от отношения сигнал/шум. Измерения параметров устойчивости к линейному затуханию и затуханию, связанному с многолучевым прохождением сигнала. Тестирование систем резервирования в трактах переключателей и систем DADE
4	Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS/EDGE/UMTS.	Показатели качества основных услуг. Рекомендации к разработке норм на показатели качества услуг. Требования к программе проведения контрольных испытаний услуг СПС для оценки показателей качества. Требования к оценке результатов испытаний. Требования к метрологическому обеспечению испытаний. Методика проведения испытаний услуг СПС для оценки показателей качества. Нормы показателей качества.
5	Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи	Общие положения по технической эксплуатации сетей сотовой подвижной связи. Эксплуатация и техническое обслуживание сетей и сооружений СПС. Профилактический метод технического обслуживания. Техническое обслуживание и контроль состояния базовых станций. Техническая эксплуатация антенных опор и антенно-фидерных устройств. Ремонтные работы
6	Управление сетями связи в стандарте GSM	Задачи системы сетевого управления. Принципы построения системы сетевого управления. Распределение функций сетевого управления в GSM. Стандартные интерфейсы в системе сетевого управления GSM
7	Оптимизация сети GSM и классификация измерений	Проведение натурных измерений. Классификации измерений в сетях сотовой связи. Классификации измерительных систем. Описание измерительного комплекса TEMSInvestigation. Анализ статистики и распределения трафика. Выбор пути развития.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы	Введение. История GSM. Услуги, обеспечиваемые GSM. Архитектура сети GSM.
2	Тема 2. Протоколы сети GSM и преобразование речи	Протоколы сети GSM. Общая структура. Подсистемы сигнальных протоколов.
3	Тема 3 Проблемы мониторинга в системах сотовой связи	Измерения радиозфира. Измерения характеристик компонентов радиочастотного тракта. Анализ работы усилителей и фильтров. Измерения антенных систем. Комплексные измерения радиочастотных трактов.
4	Тема 4 Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS/EDGE/UMTS.	Показатели качества основных услуг. Рекомендации к разработке норм на показатели качества услуг. Требования к программе проведения контрольных испытаний услуг СПС для оценки показателей качества.
5	Тема 5. Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи	Общие положения по технической эксплуатации сетей сотовой подвижной связи. Эксплуатация и техническое обслуживание сетей и сооружений СПС.
6	Тема 6. Управление сетями связи в стандарте GSM	Задачи системы сетевого управления. Принципы построения системы сетевого управления.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 1. Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы	Измерение помех мобильных телефонов методом вычитания шума
2	Тема 1. Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы	Измерение помех мобильных телефонов методом усреднения спектра перекрытия мощности
3	Тема 2. Протоколы сети GSM и преобразование речи	Ускорение измерений помех мобильных телефонов путем замедления скорости свипирования
4	Тема 3. Проблемы мониторинга в системах сотовой связи	Изучение М-последовательностей
5	Тема 4. Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS/EDGE/UMTS.	Изучение широкополосных систем связи с кодовым разделением каналов
6	Тема 6. Управление сетями связи в стандарте GSM	Исследование принципов построения и характеристик антенн базовых станций мобильной связи
7	Тема 7. Оптимизация сети GSM и классификация измерений	Система мониторинга качества услуг сети подвижной связи (GSM)

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Сотовые системы связи.

Услуги и внутренние интерфейсы. Протоколы сети GSM и преобразование речи. Проблемы мониторинга в системах сотовой связи. Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS/EDGE/UMTS. Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи. Управление сетями связи в стандарте GSM. Оптимизация сети GSM и классификация измерений

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование
Протоколы сети GSM и преобразование речи	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Проблемы мониторинга в системах сотовой связи	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS/EDGE/UMTS.	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование
Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Управление сетями связи в стандарте GSM	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование
Оптимизация сети GSM и классификация измерений	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

К ТЕМЕ 1: Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы.

1. Какая система сотовой связи обладает наилучшей помехоустойчивостью:

- а) CDMA

- б) GSM-1800
- в) NMT-900

2. Какая система сотовой связи зависит от уровня взаимных помех в наибольшей степени:

- а) CDMA
- б) GSM
- в) NMT

3. Как сказывается ориентация улиц в городе на уровень принимаемого сигнала

- а) уровень сигнала не зависит от ориентации улиц
- б) при ориентации улиц вдоль распространения сигнала, затухание меньше
- в) при ориентации улиц поперек распространения сигнала, затухание меньше

К ТЕМЕ 2: Протоколы сети GSM и преобразование речи

1. В стандарте NMT – 450 (900) служебные сигналы формируются при помощи:

- а) Частотной модуляции.
- б) Быстрой частотной манипуляции.
- в) Гауссовской частотной модуляции.

2. Какой вид модуляции сигнала используется в стандарте GSM:

- а) Частотная манипуляция с минимальным сдвигом.
- б) Быстрая частотная манипуляция.
- в) Гауссовская частотная модуляция с минимальным сдвигом.

3. В системе GSM управление скачками по частоте выполняет:

- а) базовая станция
- б) контроллер базовых станций
- в) центр коммутации

К ТЕМЕ 3: Проблемы мониторинга в системах сотовой связи

1. Как зависит уровень сигнала от местоположения препятствия на закрытой трассе:

- а) Уровень сигнала больше, если препятствие находится ближе к приемной стороне
- б) Уровень сигнала больше, если препятствие находится ближе к передающей стороне
- в) Уровень сигнала не зависит от местоположения препятствия

2. Наличие водной поверхности между базовой станцией и абонентом

- а) Увеличивает уровень принимаемого сигнала
- б) Уменьшает уровень принимаемого сигнала
- в) Никак не сказывается на уровне принимаемого сигнала

3. *Уровень дифракционных потерь на закрытой трассе*

- а) Не зависит от частоты сигнала
- б) Увеличивается с ростом частоты сигнал
- в) Уменьшается с ростом частоты сигнал

К ТЕМЕ 4: Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS /EDGE/UMTS

1. *Какое обозначение имеет алгоритм аутентификации в системе GSM:*

- а) A3
- б) A5
- в) A8

2. *Функции Уолша в стандарте CDMA используются для:*

- а) разделения каналов и расширения спектра
- б) разделения каналов и помехоустойчивого кодирования
- в) помехоустойчивого кодирования и шифрация

3. *Разделение сигналов базовых станций в стандарте CDMA выполняется при помощи:*

- а) кодов Уолша
- б) коротких кодов
- в) длинных кодов

К ТЕМЕ 5: Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи

1. *Принцип повторного использования частот позволяет:*

- а) Повысить скорость обслуживания абонентов
- б) Повысить надежность установления связи
- в) Повысить абонентскую емкость сети связи

2. *Быстрые замирания сигнала в сотовых сетях связи определяются:*

- а) Попаданием абонентов в зону радиотени
- б) Интерференцией отраженных радиосигналов
- в) Взаимными помехами со стороны других радиоустройств

3. *Медленные замирания сигнала в сотовых сетях связи определяются:*

- а) Попаданием абонентов в зону радиотени.
- б) Интерференцией отраженных радиосигналов
- в) Взаимными помехами со стороны других радиоустройств

К ТЕМЕ 6: Управление сетями связи в стандарте GSM

1. Для расширения спектра в системах с кодовым разделением каналов используется:

- а) скачки по частоте.
- б) перемножение сигнала на псевдослучайную последовательность.
- в) перемножение сигнала на другой широкополосный сигнал.

2. Какой способ кодирования речи используется в сотовых системах связи

- а) дифференциальная импульсно-кодовая модуляция
- б) адаптивная импульсно-кодовая модуляция
- в) вокодерная система кодирования

3. Какая из моделей распространения радиоволн наиболее пригодна для расчета сот малого радиуса (менее 1км)

- а) Модель Окамуры
- б) Модель ЛИ
- в) Модель Уолфиша – Икегами

К ТЕМЕ 7: Оптимизация сети GSM и классификация измерений

1. Как влияет высота антенны абонентской станции на потери распространения в городских условиях:

- а) высота антенны абонентской станции не влияет на потери распространения
- б) с увеличением высоты антенны абонентской станции потери уменьшаются.
- в) с увеличением высоты антенны абонентской станции потери увеличиваются.

2. Влияние какого параметра сильнее сказывается на уровне принимаемого абонентом сигнала:

- а) высота антенны базовой станции.
- б) высота антенны абонентской станции.
- в) влияние высоты антенн абонентской и базовой станций одинаково.

3. Какими соображениями руководствуются при выборе размера соты?

- а) обеспечением требуемого уровня мощности на границе соты.
- б) обеспечением требуемого отношения сигнал/интерференция.
- в) обеспечением требуемого телефонного трафика.
- г) обеспечением требуемого отношения сигнал/шум.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К ТЕМЕ 1: Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы.

Лабораторная работа №1. Измерение помех мобильных телефонов методом вычитания шума

1.Цель работы: Ознакомление с методом вычитания шума для измерения помех МТ

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1.Какие источники помех существуют в мобильных телефонах?
- 2.Какие методы применяются для измерения помех?
- 3.От какого параметра приемника в мобильном телефоне зависит максимальный приемлемый уровень помех?
- 4.Какая схема используется для измерения помех методом вычитания шума?

К ТЕМЕ 2: Протоколы сети GSM и преобразование речи

Лабораторная работа №2. Измерение помех мобильных телефонов методом усреднения спектра перекрытия мощности

1.Цель работы: Ознакомление с методом усреднения спектра перекрытия мощности для измерения помех МТ

2.Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1.Сравнить методы вычитания шума и усреднения спектра перекрытия мощности для измерения помех МТ.
2. Структурная схема установки для измерения помех МТ методом усреднения спектра перекрытия мощности.
- 3.За счет чего возможно дальнейшее улучшение результатов измерений этим методом?

К ТЕМЕ 3: Проблемы мониторинга в системах сотовой связи

Лабораторная работа №3. Ускорение времени измерений помех МТ путем замедления скорости свипирования

1. Цель работы: Ознакомление с методом измерения помех МТ путем уменьшения скорости свипирования анализатора спектра

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Структурная схема установки для измерения помех МТ путем уменьшения скорости свипирования анализатора спектра
2. За счет чего возможно дальнейшее улучшение результатов измерений этим методом?
3. Какие причины лежат в основе снижения дисперсии шума анализатора?
4. Влияние какого параметра отражается на собственных шумах анализатора?

К ТЕМЕ 4: Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS /EDGE/UMTS

Лабораторная работа №4. Изучение М-последовательностей

1. Цель работы: Изучить особенности получения М-последовательностей, их возможности и корреляционные характеристики.

Задачи:

1. В соответствии с вариантом задания составить программу в среде программирования MATLAB для формирования нескольких М-последовательностей заданной длительности;
2. Построить корреляционные характеристики полученных последовательностей.

Средства для выполнения работы:

1. Для реализации программы формирования последовательности рекомендуется использовать стандартные средства программного пакета MATLAB.
2. В качестве среды моделирования необходимо использовать универсальный пакет инструментов MATLAB/Simulink. Рекомендуемые наборы инструментов: Simulink,

Communications blockset, Signal processing blockset, а также любые другие наборы инструментов по усмотрению студента.

К ТЕМЕ 5: Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи

Лабораторная работа № 5. Изучение широкополосных систем связи с кодовым разделением каналов

1.Цель работы:

Изучить принципы кодового разделения каналов в системах связи с кодовым разделением каналов

2.Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Построить систему связи на основе двух источников сигналов, параметры которых идентичны тем, что использовались в первой лабораторной работе.
2. Создать генераторы М-последовательностей для каждого из источников в соответствии с номером варианта.
3. На приемной стороне обеспечить прием и разделение каналов.
4. Пронаблюдать результаты работы системы при отсутствии помех.
5. Сделать соответствующие выводы.

Средства для выполнения работы:

В работе используются наработки, полученные студентами во время выполнения первой лабораторной работы. Основная среда выполнения работы – MATLAB/Simulink.

К ТЕМЕ 6: Управление сетями связи в стандарте GSM

Лабораторная работа №6. Исследование принципов построения и характеристик антенн базовых станций мобильной связи

1. Цель работы:

Целью лабораторной работы является углубление теоретических знаний по теме «*Антенные устройства базовых и абонентских станций систем мобильной связи*» и овладение расчетными методиками анализа характеристик излучения антенн базовых станций мобильной связи в виде панельных антенн.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Кратко поясните схему антенно-фидерного тракта базовой станции мобильной связи, включая входящие в ее состав элементы.
2. Поясните конструктивные отличия и особенности характеристик направленности коллинеарных и панельных антенн, применяемых в составе базовых станций мобильной связи.
3. Поясните назначение и особенности делителей (сумматоров) мощности.
4. Поясните назначение и особенности грозозащитников и заземлителей кабеля.
5. Поясните назначение и особенности радиочастотных коаксиальных кабелей (кабелей общего назначения и особо гибких кабелей).
6. Поясните назначение и особенности кабельных вставок и коаксиальных разъемов.

3. Вопросы к защите лабораторной работы:

1. Запишите инженерную формулу для вычисления ДН панельной антенны в вертикальной плоскости (Е-плоскость). Поясните каждый из множителей.
2. Запишите инженерную формулу для вычисления ДН панельной антенны в горизонтальной плоскости (Н-плоскость). Поясните каждый из множителей.
3. Поясните зависимость ширины главного лепестка ДН от относительных размеров антенны, количества элементов и относительного расстояния между ними.
4. Поясните зависимость направления максимального излучения антенны от линейного фазового сдвига источников возбуждения и от относительного расстояния между элементами.
6. Поясните взаимосвязь КУ панельной антенны с ее относительными размерами, шириной главного лепестка ДН.

К ТЕМЕ 7: Оптимизация сети GSM и классификация измерений

Лабораторная работа №7. Система мониторинга качества услуг сети подвижной связи (GSM)

1. Цель работы: Провести различные виды тестирования параметров сети по заданию преподавателя.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

В процессе мониторинга обеспечивается:

- измерение основных параметров сети (уровень сигнала, качество приема (RxQual) и др.) в режиме ожидания и соединения;
- определение местоположения точки измерения;
- определение границ соты, верификация Handover;
- поиск неисправностей в сети;
- сохранение результатов измерений в базе данных (Microsoft SQL Server);
- статистическая пост-обработка результатов измерений;
- генерация статистических отчетов в табличной и графической формах по задаваемым пользователем параметрам.

3. Контрольные вопросы:

1. Какие основные виды работ реализует система мониторинга сети?
2. Какие параметры и режимы тестирования определяются при конфигурации мобильных измерительных терминалов (МИТ)?
3. Какие виды тестирования сети возможны в режиме дистанционного обмена с центральным терминалом (ЦТ)?
4. Перечень контролируемых параметров сети в режиме работы совместно с ноутбуком?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (экзамена):

1. Основные принципы построения систем подвижной радиосвязи. Условия функционирования систем подвижной связи.
2. Классификация систем подвижной связи (по местонахождению, по виду используемого сигнала, по предоставляемым услугам).
3. Классификация систем подвижной связи (по степени автономности, по категориям пользователей, по назначению).
4. Пояснить способы построения сетей связи общего пользования: радиальный, территориальный и линейный. Назвать достоинства и недостатки сотовых систем.
5. По каким признакам классифицируется аппаратура систем подвижной связи? Какие существуют особенности распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи?
6. Организация системы сотовой связи. Что такое частотный план? Привести пример организации 9-частотного плана.
7. Принципы распределения частотных каналов связи между сотами (фиксированный, динамический и смешанный).
8. Объяснить зависимость размера зоны обслуживания от мощности базовой станции. Каким образом осуществляется учёт мощности от соседних базовых станций? Как происходит передача обслуживания при движении абонента через несколько сот?
9. Каким образом вероятность отказа зависит от количества абонентов и от количества каналов? Что такое трафик? Каким образом можно увеличить ёмкость сотовых систем связи?
10. Пояснить неравномерность нагрузки в разные промежутки времени. Что такое час наибольшей нагрузки? Классификация нагрузки.
11. В чём состоит задача ограничения нагрузки? Как ограничение нагрузки влияет на качество связи?
12. Что такое замирание? Причины возникновения замираний. Привести графические примеры. Пояснить, почему вероятность отказа зависит от дисперсии мощности сигнала на входе приёмника.
13. Географическая структура системы сотовой связи. Пояснить, почему отказов в обслуживании больше на границах сот.
14. Что такое соканальная помеха? Пояснить, каким образом уровень соканальных помех зависит от расстояния между базовыми станциями, от расстояния между базовой станцией и абонентом.

15. Что такое кластер? Что такое сота? Пояснить, каким образом уровень соканальных помех зависит от размера кластера, от высоты подъёма антенн базовых станций.
16. Назовите основные отличия сетей сотовой и транкинговой связи
17. В чем заключается основная идея увеличения пропускной способности в сотовых системах связи?
18. Перечислите основные преимущества сотовых сетей связи второго поколения в сравнении с сетями первого поколения.
19. Какое назначение несут кодер и декодер канала в аппаратуре подвижной и базовой станций?
20. Назначение домашнего регистра (HLR) в системе GSM.
21. Назначение гостевого регистра (VLR) в системе GSM.
22. Назовите основные пути повышения абонентской емкости систем связи.
23. Назовите основные способы борьбы с многолучевым распространением сигнала.
24. Кратко опишите принцип разделения каналов в системе GSM.
25. Кратко опишите принцип разделения каналов в системе CDMA.
26. Какое назначение имеет эквалайзер в аппаратуре сотовых сетей стандарта GSM?
27. Кратко опишите открытый цикл регулирования мощности сигнала в системе CDMA
28. Сколько временных каналов имеет один физический канал в стандарте GSM: 2, 4, 8.
29. Какие преимущества имеет стандарт NMT-900 по сравнению со стандартом NMT - 450?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии

Оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)	
Повышенный	Творческая деятельность	Включает низестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100	

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85	
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70	
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55	

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

Основная литература

1. Аминев, А. В. Измерения в телекоммуникационных системах: Учебное пособие / Аминев А.В., Блохин А.В., - 2-е изд., стер. - Москва :Флинта, 2018. - 224 с.: ISBN 978-5-9765-3620-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/966441>
2. Инфокоммуникационные системы специального назначения : учебное пособие / сост. А. В. Паринов, Л. В. Степанов, О. В. Исаев. - Воронеж : Научная книга, 2021. - 144 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1996335>

Дополнительная литература

1. Мандель, А. Е. Методы и средства измерения в оптических телекоммуникационных системах : учебное пособие / А. Е. Мандель. - Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. - 130 с. - ISBN 978-5-86889-902-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850087>
2. Субботин, Е. А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем: учеб. пособие для техн. вузов/ Е. А. Субботин. - М.: Горячая линия-Телеком, 2013. - 224 с.: табл.. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 210-211 (24 назв.). -

ISBN 978-5-9912-0304-3: 375.22, 375.22, р.Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)

3. Субботин, Е. А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем: Учебное пособие для вузов / Е.А. Субботин. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2013. - 224 с.: ил.; . - (Специальность). ISBN 978-5-9912-0304-3, 500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/411560>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

1. Учебная аудитория на 25 человек. Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.
2. Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"
3. Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010. Договор № 812/11 от 30.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"Лаборатория «Измерения в мобильной связи»
4. Лаборатория 312 «Измерения в мобильной связи»

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Кодирование речи в сетях мобильной связи»

Шифр: 11.04.02
Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: старший научный сотрудник, кандидат технических наук Пониматкин Виктор Ефимович, доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Кодирование речи в сетях мобильной связи»

Целью освоения дисциплины «Кодирование речи в сетях мобильной связи» является формирование у студентов системы знаний по теории и практике повышения помехоустойчивости каналов связи на основе кодирования речи для передачи по каналам связи.

Задачами дисциплины являются изучение методов и технических средств, обеспечивающих умение использовать теоретические знания для оценки параметров кодирования; умение выбрать необходимые методы кодирования и определить эффективность их использования; умение пользоваться технической документацией по кодированию речи.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях неопределенности, избыточности и недостаточности исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	Знать: - основные параметры кодирующих устройств; - методы построения логики кодирования и различных систем. Уметь: - анализировать коды по их применению; - выполнить расчет параметров устройств по заданным данным. Владеть: - практикой работы с современными элементами устройств; - практикой работы с современной измерительной аппаратурой, используемых для исследования параметров.
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств	Знать: - методы исследования элементов и параметров кодирования; - общие свойства кодирующих устройств, и методику их использования. Уметь: - проводить исследования параметров;

инфокоммуникационных систем	и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	- проводить оценку производительности радиосредств. Владеть: - современными знаниями по дисциплине; - способностью работать с литературными данными по тематике дисциплины.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кодирование речи в сетях мобильной связи» представляет собой дисциплину обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основы теории кодирования речи	Понятия и определения о кодировании речи. Амплитудно-импульсная модуляция. Основы теории кодирования речи ИКМ. Основы теории кодирования речи ДИКМ Искажения из-за наложения спектров. Дельта-модуляция. Методы кодирования.
2	Тема 2. Оптимальное кодирование речи	Энтропия источника. Абсолютная недогруженность источника, информационная избыточность, относительная недогруженность на символ алфавита, избыточность кода, оптимальные коды, поблочное кодирование, Методика Шеннона-Фано – Хаффмена. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
3	Тема 3 Обнаружение исправление ошибок в сообщении	Коды с постоянным весом, кодовое расстояние, запрещенные и разрешенные кодовые комбинации. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
4	Тема 4 Линейные групповые коды	Линейные коды, кодовый вектор, свойства линейных кодов, свойства группового кода, вес кодового вектора, расстояние между двумя кодовыми векторами, матрицы порождающие, производящие и образующие, плотно упакованные и совершенные коды, проверочный вектор и синдром. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.

5	Тема 5 Систематические коды	Систематические коды. Код Хэмминга, информационные и корректирующие коды. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
6	Тема 6 Циклические коды	Циклические коды, определения и понятия, многочлены, шифраторы, транспортная матрица, дополнительная матрица, образующая матрица, комбинации искомого кода, обнаружение и исправление ошибок с однократными и трехкратными ошибками. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Основы теории кодирования речи	Понятия и определения о кодировании речи. Основы теории кодирования речи
2	Тема 2. Оптимальное кодирование речи.	Энтропия источника. Абсолютная недогруженность источника, информационная избыточность, относительная недогруженность на символ алфавита, избыточность кода, оптимальные коды, поблочное кодирование.
3	Тема 3. Обнаружение исправление ошибок в сообщении.	Коды с постоянным весом, кодовое расстояние, запрещенные и разрешенные кодовые комбинации.
7	Тема 4 Линейные групповые коды.	Линейные коды, кодовый вектор, свойства линейных кодов, свойства группового кода
8	Тема 5 Систематические коды	Систематические коды. Код Хэмминга, информационные и корректирующие коды.
9	Тема 6 Циклические коды	Циклические коды, определения и понятия

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 2. Оптимальное кодирование речи	Оптимальное кодирование речи. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
2	Тема 3. Обнаружение исправление ошибок в сообщении	Обнаружение исправление ошибок в сообщении. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
3	Тема 4. Линейные групповые коды	Линейные групповые коды. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
4	Тема 5. Систематические коды	Систематические коды. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки
5	Тема 6. Циклические коды	Циклические коды. Примеры и решения по тематике. Задачи для самостоятельной проработки.
6	Практическая работа по всему циклу дисциплины	Построение и расчет цифрового канала

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и определения о кодировании речи. Основы теории кодирования речи. Энтропия источника. Абсолютная недогруженность источника, информационная избыточность, относительная недогруженность на символ алфавита, избыточность кода, оптимальные коды, поблочное кодирование. Коды с постоянным весом, кодовое расстояние, запрещенные и разрешенные кодовые комбинации. Линейные коды, кодовый вектор, свойства линейных кодов, свойства группового кода. Систематические коды. Код Хэмминга, информационные и корректирующие коды. Циклические коды, определения и понятия.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень элементов построения радиолинии, продумать методику проведения расчетной части практической работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практической работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику

занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основы теории кодирования речи	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 2. Оптимальное кодирование речи	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 3 Обнаружение и исправление ошибок в сообщении.	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 4 Линейные групповые коды	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 5 Систематические коды	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 6 Циклические коды	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение и защита практических работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Типовые тестовые задания:

К теме 1. Основы теории кодирования речи

1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) являются устройствами, которые

Есть преобразователь напряжения
принимают входные аналоговые сигналы и генерируют соответствующие им цифровые сигналы
есть токовый преобразователь
усилитель мощности

2. Способ преобразования речи в код

прямое преобразование
принимают входные и генерируют соответствующие им цифровые сигналы
сначала в функционально речь преобразуется в электрические сигналы, а затем уже с помощью преобразователей напряжение-код - в цифровые.
через усилитель токовый

3. Процедура аналого-цифрового преобразования непрерывных сигналов, которую реализуют с помощью АЦП, представляет собой преобразование ...

токовых посылок в напряжение
входных соответствующих им цифровые сигналы
есть токовый
непрерывной функции времени $U(t)$, описывающей исходный сигнал, в последовательность чисел $\{U'(t_j)\}$, $j=0,1,2,\dots$, отнесенных к некоторым фиксированным моментам времени.

4. Процедуру АЦП можно разделить на две самостоятельные операции, первой является

прямое преобразование в токовые посылки
устранением шумов
из них называется дискретизацией
усилением по напряжению

5. Процедуру АЦП можно разделить на две самостоятельные операции, второй является

прямое преобразование в цифровые посылки
квантованием и состоит в преобразовании непрерывной последовательности в дискретную $\{U'(t_j)\}$.

из них называется дискретизацией
усилением по напряжению

6. В основе дискретизации непрерывных сигналов лежит принципиальная возможность представления

прямое преобразование в цифровые посылки
непрерывной последовательности в дискретную $\{U'(t_j)\}$ в виде взвешенных сумм $U(t) = \sum_j a_j f_j(t)$, где a_j - некоторые коэффициенты или отсчеты, характеризующие исходный сигнал в дискретные моменты времени $f_j(t)$
из них называется дискретизацией
усилением по напряжению

7. Распространенной формой дискретизации является

дискретная
равномерная
оптимальная
по практике мгновенного напряжения

8. Методы преобразования в АЦП напряжение-код.

последовательное, параллельное и последовательно-параллельное
равномерное
оптимальная
по практике мгновенного напряжения

9. В основе преобразования выборочных значений сигнала в цифровые эквиваленты лежат операции...

изменение напряжения
равномерное оптимальное кодирование
квантования и кодирования.
мгновенного напряжения

10. Чем отличаются методы лежащие в основе АЦП...

по скорости, точность и сложность выполнения АЦП
по сложности
по оптимальности
по практике и точности

К теме 2. Оптимальное кодирование речи

1. Методы лежащие в основе оптимального кодирования речи отличаются ..

сложностью
дороговизной
минимальной избыточностью
практичностью и помехоустойчивостью

2. Избыточность, которая заложена в природе данного кода, получается..

сложностью
в результате неравномерного распределения в сообщениях качественных признаков кода и не может быть задана одной цифрой на основании статистических испытаний
минимальной информацией
практичностью кода

3. Частные виды избыточности, первый ..

не существуют
не используются из-за дороговизны
обусловленная неравновероятным распределением символов в сообщении
не практичны и помехоустойчивы

4. Частные виды избыточности, второй..

избыточность должна быть
вызванная статистической связью между символами сообщения
без избыточности
помехоустойчивость

5. Избыточность необходима для ...

помехоустойчивого кодирования
не нужна избыточность
минимальной информации
практичностью кода

6. Избыточность ...

это код
ее вводят искусственно в виде добавочных n_k символов
нет минимальной информации
нет кода

7. Оптимальные коды...

коды с практически нулевой избыточностью, не помехоустойчивые
не нужна избыточность
минимальной информации
не практичный код

8. Оптимальные коды ...

поблочное кодирование, построенные по методики Шеннона — Фано и Хаффмена
любой код
код не нужен
аналоговое сообщение

9. Оптимальными неравномерными кодами называют...

коды с практически нулевой избыточностью, не помехоустойчивые
не нужна избыточность
минимальной информации
не практичный код

10. Коэффициент статистического сжатия ...

не помехоустойчивые
который характеризует уменьшение количества двоичных знаков на символ
информация
не практичный код

К теме 3. Обнаружение исправление ошибок в сообщении

1. Для того чтобы в принятом сообщении можно было обнаружить ошибку, это сообщение должно обладать...

весомым кодированием
некоторой избыточностью
минимальной информации
не практичный код

2. Методика исправления ошибки...

Код и инверсия посылаются в канал связи как одно целое и ошибка на приемном конце выделяется
код проверяется

код имеет проверку
информация известная

3. Коды с постоянным весом ...

для двоичных кодов число кодовых комбинаций в кодах с постоянным весом длиной в n символов
не нужна избыточность
минимальной информации
не практичный код

4. Кодовое расстояние ...

не помехоустойчивые
минимальное количество символов
параметр, определяющий помехоустойчивость кода и заложенную в коде избыточность
не практичный код

5. Кодовое расстояние ...

коддовая комбинация двоичного кода A отстоит от кодовой комбинации B на расстоянии d , то это значит, что в коде A нужно d символов заменить на обратные
некоторой избыточностью
минимальной информации
не практичный код

6. Помехоустойчивое кодирование применяется...

повышения требований по кодированию
снижения скорости передачи
для обнаружения и исправления ошибок при передаче сообщений по дискретному каналу
только в линиях связи многоканальных

7. Помехоустойчивые линейные коды делятся на ...

блочные (блоковые, коды без памяти)
блочные и непрерывные
только нули
только на единицы

8. Если демодулятор неправильно обозначает символы, то на выходе декодера будет...

запрещенная кодовая комбинация, ошибки будут обнаружены или исправлены или не

обнаружены и не исправлены (все зависит от $d_{\text{мин}}$ - возможности кода)
запрещенная кодовая комбинация и ошибки не будут обнаружены
разрешенные кодовая комбинация
неправильно работает демодулятор

9. Расстояние между двумя кодовыми векторами равно ...

весу вектора, полученного в результате сложения исходных векторов кода
весу вектора, полученного в результате вычитания исходных векторов кода
весу вектора, полученного в результате деления исходных векторов кода
весу вектора, полученного в результате интегрирования исходных векторов кода

10. Оптимальные неравномерные коды ...

подобны кодам с неравномерным распределением символов, имеющим минимальную среднюю длину кодового слова
для построения оптимального кода
для построения экономичного кода
для построения циклического кода

К теме 4. Линейные групповые коды

1. Неравномерное распределение амплитуды приводит...

ошибкам квантования
к оценке специфики речи
к уменьшению шагов квантования
низкой работе квантователя

2. Помехоустойчивые линейные коды делятся на ...

блочные (блоковые, коды без памяти);
блочные и непрерывные
только на единицы..
непрерывные (коды с памятью)

3. Помехоустойчивый код называется линейным, если ...

присутствуют только разрешенные кодовые комбинации
сумма по модулю двух любых пар разрешенных кодовых комбинаций образует также

разрешенные кодовые комбинации
сумма по модулю двух любых пар разрешенных кодовых комбинаций образует не разрешенные кодовые комбинации
сумма по модулю двух любых пар не разрешенных кодовых комбинаций образует также не разрешенные кодовые комбинации

4. Линейные коды описываются...

только порождающей матрицей G
порождающей матрицей G и проверочной матрицей H
только проверочной матрицей H
описать нет возможности

5. Декодирование линейных кодов производится путем ...

сложения принятой кодовой комбинации и проверочной
умножения принятой кодовой комбинации на проверочную
определения наименьшей из принятой кодовой комбинации и проверочной
вычитания из принятой кодовой комбинации и проверочной

6. Мгновенная спектральная плотность ...

в коротких промежутках времени спектральная плотность изменяется более существенно и демонстрирует присущие звуку энергетические пики (резонансы) на некоторых частотах и энергетические впадины на других
характеристика речи
частотные свойства
амплитудные свойства

7. Прimitивный код может обнаруживать и исправлять ошибки ...

может исправить одну ошибку в кодовой комбинации
может исправить две ошибки в кодовой комбинации;
может исправить три ошибки в кодовой комбинации
не может

8. Прimitивное кодирование ...

применяется для согласования алфавита источника сообщения ($m = 32$ букв) и алфавита канала ($m=2$, с преобразованием в 0 и 1 – бинарный канал);
применяется для замены цифр буквами
применяется для замены букв и цифр специальным набором кода
кодируется текст чтением слов наоборот

9. Кодовое расстояние...

кодovým расстоянием ($d_{\min} = 1$) есть наименьшее число разрядов на которое одна кодовая комбинация отличается от всех других
$d_{\min} \gg 1$
расстояние между символами
расстояние между кодовыми комбинациями

10. Экономное кодирование для ...

сжатия данных и устранения избыточности
работы в канале телекоммуникационных систем
снижения скорости передачи
подобен примитивному коду

К теме 5. Систематические коды

1. Систематические коды представляют собой такие коды, в которых ...

информационные и корректирующие разряды расположены произвольно
информационные и корректирующие разряды расположены по строго определенной системе и всегда занимают строго определенные места в кодовых комбинациях
информационные и корректирующие разряды расположены один за другим
информационные и корректирующие разряды расположены в разных кодовых комбинациях

2. Систематические коды являются ...

равномерными, т. е. все комбинации кода с заданными корректирующими способностями имеют одинаковую длину
неравномерными
произвольными
самоадаптирующимися

3. Групповые коды являются...

не систематическими
систематическими, но не все систематические коды могут быть отнесены к групповым
частично систематическими
полностью не систематическими

4. Систематические коды могут строиться ...

по закону группового кода
произвольно

на основе производящей матрицы
как основа производящей матрицы

5. Код Хэмминга является ...

близкий к систематическому коду
не относится к систематическому коду
частично по равномерности относится к систематическому коду
примером систематического кода

6. Свойство группового кода есть...

высокая скорость передачи сообщений
высокая частотная избирательность
минимальное кодовое расстояние между кодовыми векторами группового кода равно минимальному весу ненулевых кодовых векторов..
широкое использование

7. Спектральными канальными вокодерами называют все типы вокодеров, которые...

измеряют спектр мощности в канале..
реагируют на мощность в канале
измеряют частоты в канале
не работают при большой и малой мощности в канале

8. Мгновенная спектральная плотность ...

характеристика речи
в коротких промежутках времени спектральная плотность изменяется более существенно и демонстрирует присущие звуку энергетические пики (резонансы) на некоторых частотах и энергетические впадины на других..
характеристика сообщения
амплитудные свойства

9. Прimitивное кодирование ...

кодируется текст чтением слов наоборот
применяется для согласования алфавита источника сообщения ($m = 32$ букв) и алфавита канала ($m=2$, с преобразованием в 0 и 1 – бинарный канал);
применяется для замены букв и цифр специальным набором кода...
применяется для замены букв цифрами

10. Экономное кодирование для ...

не эффективно
эффективно
увеличения скорости передачи сообщений или уменьшения объема памяти при их хранении...
повышения требований по кодированию

К теме 6. Циклические коды**1. Циклические коды названы так потому, что в них часть ...**

комбинаций кода могут быть получены путем циклического сдвига одной
без сдвига
комбинаций кода либо все комбинации могут быть получены путем циклического сдвига одной или нескольких комбинаций кода
комбинаций остается неизменными

2. Фундаментальные свойства циклических кодов ...

перемножаются на выбранный компонент
все его разрешенные кодовые комбинации делятся без остатка на так называемый порождающий компонент $g(x)$.
вычитаются на выбранный компонент
получаются из выбранного компонента

3. Замечательное свойство упрощает процедуры обнаружения и исправление ошибок

исправление не возможно
исправление возможно только добавлением избыточности
так как все его разрешенные кодовые комбинации делятся без остатка на так называемый порождающий компонент $g(x)$.
только корректировка возможна

4. Достоинства циклических кодов ...

высокие корректирующие возможности, автоматизация процесса
большие объемы обработки
невозможность внести ошибки
невозможность заменить последовательность

5. Шифраторы циклических кодов построены...

по принципу деления двоичных многочленов
по принципу вычитания двоичных многочленов
по принципу умножения двоичных многочленов...
по принципу сложения двоичных многочленов

6. Канальный кодер (кодер помехоустойчивого кодирования) всегда посылает в дискретный канал (вход модулятора) ...

только кодовые комбинации
только разрешенные кодовые комбинации. ...
всю смесь информации
информацию исправленную

7. Если демодулятор все символы кодовой комбинации распознает правильно, то ...

декодер исправит каналные ошибки
на исправлены символы кодовой комбинации
на входе канального декодера будет та же разрешающая кодовая комбинация и сообщение будет принято правильно, без ошибок...
ошибки возможны

8. Если демодулятор неправильно обозначает символы, то на выходе декодера будет...

информация будет исправлена
информация не принята
запрещенная кодовая комбинация, ошибки будут обнаружены или исправлены....
кодовая комбинация пропадет

9. Циклическим кодом называется такой, у которого....

существуют кодовые комбинации
в результате циклического сдвига элементов в кодовой комбинации приводит также к разрешенным кодовым комбинациям....
кодовые комбинации присутствуют с повтором
кодовые комбинации присутствуют с шифром

10. Сверточные коды

кодирование и декодирование в сверточных кодах происходит непрерывно над всей последовательностью элементов
являются помехоустойчивыми кодами с памятью....
многократное кодирование

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Расчет цифрового тракта передачи речи.

Постановка задачи: рассчитать основные характеристики системы передачи информации, структурная схема которой дана на рис1.

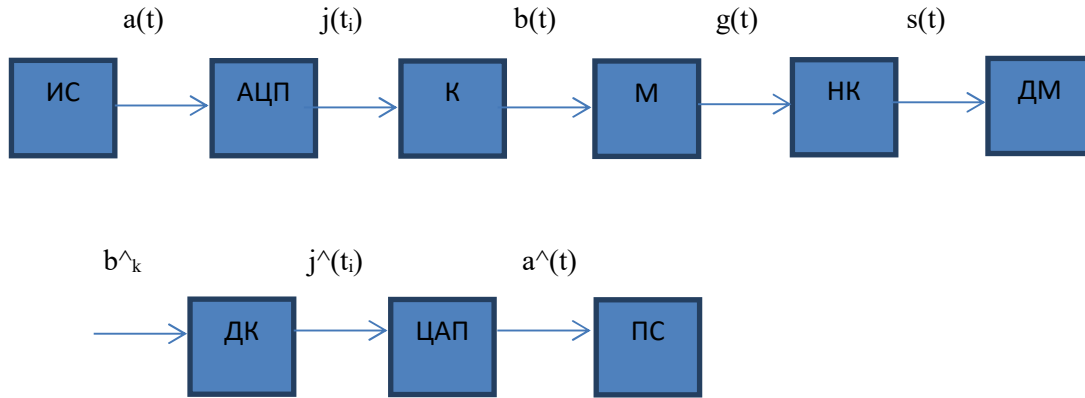


Рис1. Структурная схема системы передачи

ИС – источник непрерывного сообщения $a(t)$

АЦП – аналого-цифровой преобразователь, преобразует, преобразует сообщение в отсчеты

$a(t_i)$, квантованные уровни $a_j(t_i)$ и соответствующие числа номера уровней – $j(t_i)$

К – кодер, выполняет кодирование и образует модулирующий сигнал $b(t)$.

М – модулятор, создает высокочастотный аналоговый сигнал $g(t)$.

НК – непрерывный канал, на выходе которого образуется сумма сигнала и аддитивной помехи $z(t)$.

ДМ – демодулятор, восстанавливает передаваемые кодовые символы $\hat{b}_k$.

ДК – Декодер, восстанавливающий номера передаваемых уровней $\hat{j}(t_i)$.

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь, восстанавливает квантованные уровни $\hat{a}_j(t_i)$ и

непрерывное сообщение $\hat{a}(t)$.

ПС – получатель сообщения.

Исходные данные:

№ варианта	Уровень $a_{\min}, В$	Уровень $a_{\max}, В$	$F_{\text{верх}},$ $\Gamma_{\text{ц}}$	№ уровня	Вид модуляции	Энергетический Спектр Помехи: $B^2/\Gamma_{\text{ц}}$	Способ приема
02	-12,8	+12,8	104	126	АМ	$1,45 \cdot 10^{-7}$	2

Источник сообщения.

1. Согласно задания, сообщение является непрерывным случайным стационарным процессом, мгновенные значения которого равновероятны в интервале от $a_{\min}$ до $a_{\max}$.

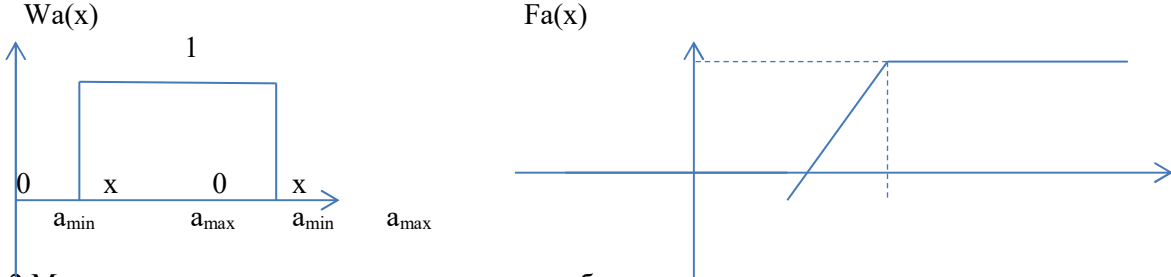
Поэтому распределение вероятностей в сечении случайного процесса подчиняется равномерному закону, и случайный процесс протекает во времени однородно, т.е. математическое ожидание и дисперсия постоянны.

Плотность распределения и функция распределения вероятностей для равномерного закона представляются выражениями 1 и 2.

$$W_a(x) = \begin{cases} \frac{1}{a_{\max} - a_{\min}}, & \text{при } a_{\min} < x < a_{\max} \\ 0, & \text{при } x < a_{\min} \text{ или } x > a_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

$$F_a(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < a_{\min} \\ \frac{x - a_{\min}}{a_{\max} - a_{\min}}, & \text{при } a_{\min} < x < a_{\max} \end{cases} \quad (2)$$

Графические изображения $W_a(x)$ и $F_a(x)$ имеют вид:



2. Математическое ожидание и дисперсия сообщения являются числовыми характеристиками случайного процесса и определяются по соответствующим формулам 1 и 2.

$$M(a(t)) = \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} x \cdot W_a(x) dx = \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} \left(\frac{x}{a_{\max} - a_{\min}} - a_{\min} \right) dx = \\ = (a_{\max}^2 - a_{\min}^2) / (2(a_{\max} - a_{\min})) = (a_{\max} + a_{\min}) / 2 = (12,8 - 12,8) / 2 = 0$$

$$D(a(t)) = \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} (x - M)^2 \cdot W_a(x) dx = 1 / (a_{\max} - a_{\min}) \cdot \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} x^2 \cdot dx = \\ = (a_{\max}^3 - a_{\min}^3) / (3(a_{\max} - a_{\min})) = (a_{\max}^2 + a_{\min} a_{\max} + a_{\min}^2) = 58,55 \text{ В}^2$$

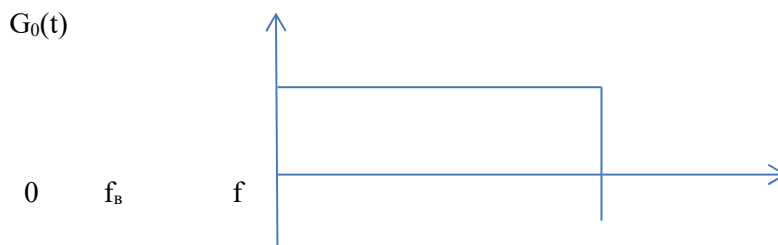
3. Для расчета постоянной составляющей $\tilde{a}(t)$ и мощности P_a переменной составляющей сообщения используется эргодическое свойство случайного стационарного процесса: усреднение по множеству реализаций случайного процесса дает примерно тот же результат, что и усреднение по времени одной реализации, если время усреднения достаточно велико (2).

Тогда постоянная составляющая равна математическому ожиданию и равна 0, т.е.: $\tilde{a}(t) = M(a(t)) = 0$

Мощность P_a переменной составляющей сообщения равна дисперсии, т.е.:

$$P_a = D(a(t)) = 54,61 \text{ В}^2$$

Сообщение является случайным квазибелым процессом. Квазибелым процессом называется такой, у которого спектральная плотность средней мощности — энергетический спектр $G_0(f)$ постоянен в диапазоне частот от 0 до f_c (2). График $G_0(f)$ имеет вид:



4. Дифференциальная энтропия $h(A)$ источника непрерывного сообщения рассчитывается по формуле, которая приведена в формулах (1,2).

$$h(A) = \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} W a(x) \cdot \log \left(\frac{1}{W a(x)} \right) dx = \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} \left[\frac{1}{(a_{\max} - a_{\min})} \right] \cdot \log(a_{\max} - a_{\min}) \cdot dx = \log(a_{\max} - a_{\min}) = \log 2 \cdot 12,8 = 4,65 \text{ бит/симв.}$$

Аналого-цифровой преобразователь.

1. Интервал дискретизации Δt для получения непрерывных отсчетов $a(t_i)$ сообщения $a(t)$, $t_i = i\Delta t$, $i=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, согласно теореме отсчетов Котельникова равен:

$$\Delta t \leq 1/2f_s = (1/2)10^4 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$$

2. Определяем число уровней квантования L , необходимых для замены любого непрерывного отсчета $a(t_i)$ квантованным отсчетом $a_j(t_i)$, $j = 0, 1, 2, \dots, L-1$

$$L = (a_{\max} - a_{\min}) / \Delta a = (12,8 + 12,8) / 0,1 = 256 \text{ уровней } (0, 1, 2, \dots, 256).$$

3. Мощность шумов квантования рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{шк}} = (\Delta a)^2 / 12 = 0,1^2 / 12 = 0,01 / 12 = 0,001 \text{ В}^2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ В}^2, \text{ которая в } P_d / P_{\text{шк}} = 54,61 / 10^{-5}, \text{ что примерно в } 2 \cdot 10^5 \text{ раз меньше переменной составляющей непрерывного сообщения.}$$

4. Находим минимальное число K двоичных разрядов, требуемых для записи в виде двоичного числа любого номера из L номеров уровней квантования.

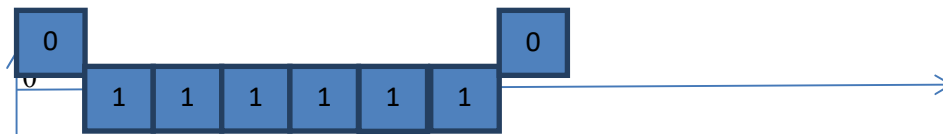
$$K \geq \log_2 L, \text{ откуда } K \geq \log_2 256 = 8 \text{ двоичных разрядов.}$$

5. Записывается K -разрядное двоичное число, соответствующее заданному номеру $j = 126$ уровней квантования, используя формулу представления любого числа в двоичной системе счисления.

$$126 = 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

Откуда находим $126_{(10)} = 1111110_{(2)} = 01111110$, т.е. для получения $K=8$ старший разряд заполняется нулем.

6. Временная диаграмма отклика АЦП на уровень $j = 126$ в виде последовательности биполярных импульсов (0 – положительная полярность, а 1 – отрицательная полярность) имеет вид:



7. Рассматривая АЦП как источник дискретных сообщений с объемом алфавита $L=256$, определяем, что энтропию H и производительность H' , при условии, что все отсчеты непрерывного сообщения взаимно независимы.

Для этого используем формулу определения максимальной энтропии источника без памяти при условии равновероятности поступления символов.

$$H = \log_2 L = \log_2 256 = 8 \text{ бит/символ.}$$

$$H' = H \cdot f_{\text{дискр}}, \text{ где } f_{\text{дискр}} - \text{частота дискретизации по Котельникову и } f_{\text{дискр}} = 2f_s$$

Тогда производительность:

$$H' = H \cdot f_{\text{дискр}} = H \cdot 2f_s = 8 \cdot 2 \cdot 10^4 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ бит/с.}$$

Кодер.

1. Правила кодирования при использовании систематического кода с одной проверкой на четность формируется так: к информационным символам, обозначающим номер уровня добавляется один проверочный символ 1 или 0, причем, если информационный блок содержит четное число единиц (сумма по модулю 2 равна 0), то добавляется 0, в противном случае проверочным символом будет 1.

Тогда кодовое слово будет содержать 9 символов: $n = K + r = 8 + 1 = 9$.

2. Избыточность кода $\rho = 1 - k/n = 1 - 8/9 = 0,12$.

3. Кодовое слово для заданного уровня $j=126$ имеет вид:

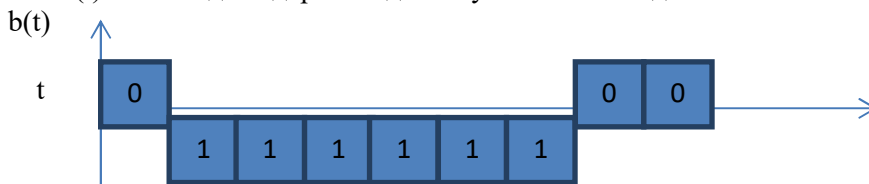
01111110 0

24

$k=8$ $r=1$

$n=9$

Сигналы $b(t)$ на выходе кодера в виде импульсной последовательности показаны на графике:



4. Длительность интервала T , от вводимого на передачу каждого символа кодового слова равна:
 $T = \Delta t / n = 1 / (n \cdot 2 f_b) = 1 / (9 \cdot 2 \cdot 10^4) = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ с.}$

Скорость следования кодовых символов равна:

$$V_k = 1/T = n/\Delta t = n \cdot 2 f_b = 1,8 \cdot 10^5 \text{ символов/с}$$

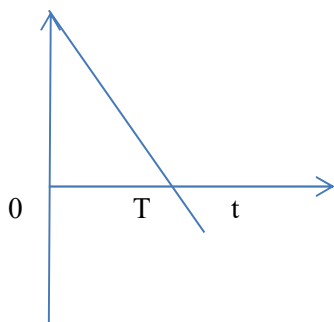
Модулятор.

1. Выражение и график функции корреляции $B_b(t)$ модулирующего сигнала, которым является случайный синхронный телеграфный сигнал имеет вид:

$$B_b(t) = \begin{cases} h^2 \cdot \left(1 - \frac{|t|}{T} \right), & \text{при } |t| \leq T \\ 0, & \text{при } |t| > T \end{cases}, \quad (2)$$

Где $\pm h$ – значения случайного процесса на интервале T . T – длительность тактового интервала случайного синхронного телеграфного сигнала.

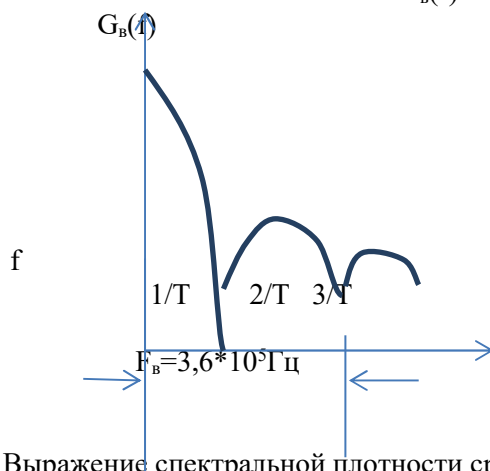
$$h^2 \quad B_b(t)$$



В качестве модели многих двоичных источников сообщений (например, данных на выходе ЭВМ) используют модель случайного синхронного телеграфного сигнала. Вывод формулы функции корреляции такого сигнала приведен в (2).

2. Выражение и график спектральной плотности средней мощности $G_b(f)$ модулирующего сигнала – случайного синхронного телеграфного сигнала будет:

$$G_b(f) = h^2 T \cdot \{ [\sin^2(2\pi f T / 2)] / [(2\pi f T / 2)^2] \}$$



Выражение спектральной плотности средней мощности сигнала получают из выражения функции корреляции $B_b(t)$ путем прямого преобразования Фурье.

Формула для расчета мощности модулирующего сигнала после ограничения спектра:

$$P_c =$$

3. Ограничим сверху ширину спектра модулирующего сигнала частотой:

$$F_b = V_k \cdot \alpha = 2 \cdot 1,8 \cdot 10^5 = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Гц, где } \alpha=2, \text{ согласно исходным данным.}$$

На графике спектральной плотности показана полоса частот модулирующего сигнала: $F_B = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Гц}$.

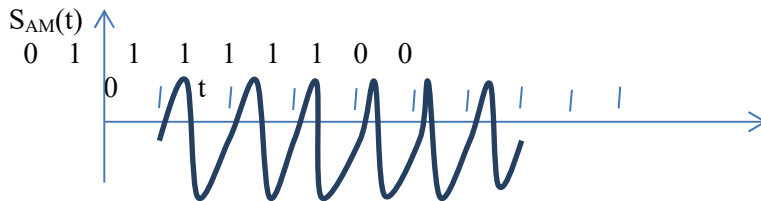
Сравнивая верхние частоты сообщения f_B и модулирующего сигнала F_B , находим, что верхняя частота модулирующего сигнала: $F_B / f_B = 36$, т.е. в 36 раз больше верхней частоты сообщения.

4. Аналитическое выражение для сигнала $S(t)$ с импульсной модуляцией (амплитудной манипуляцией) имеет вид:

$S_{AM}(t)$: $S_0(t) = 0$, при передаче символа 0,

$S_1(t) = V_c \cdot \cos 2\pi f_c t$, при передаче символа 1.

5. Временная диаграмма, демонстрирующая зависимость сигнала $S_{AM}(t)$ от сигнала $v(t)$ при передаче уровня с номером $j=126$, показано на рисунке:

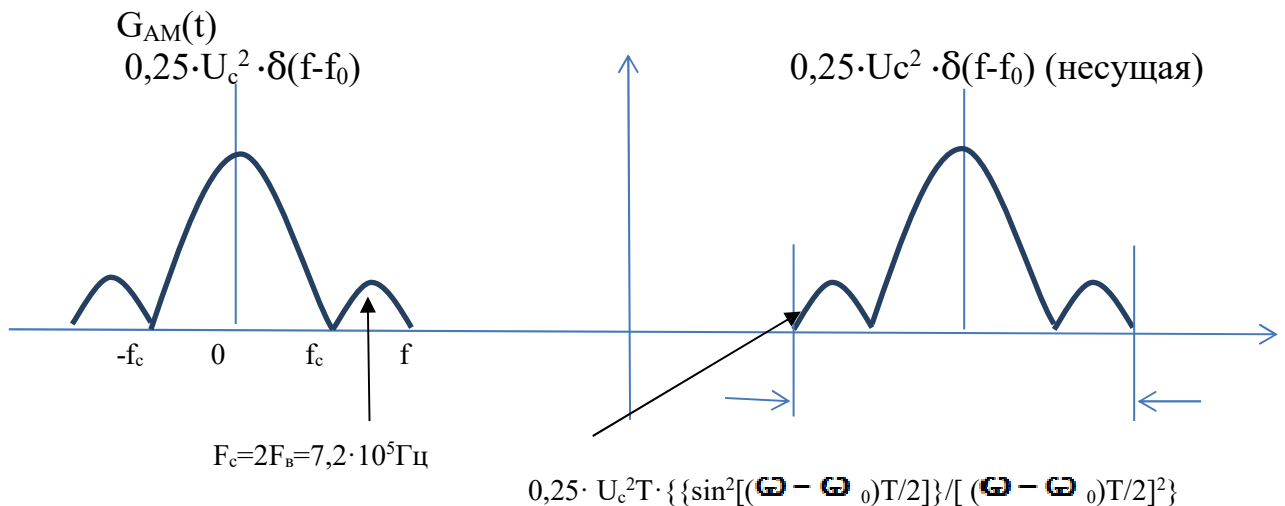


6. Выражения для спектральной плотности средней мощности $G_{AM}(f)$ модулирующего сигнала $S_{AM}(t)$ на положительных частотах будет:

$$G_{AM}(f) = 0,5 \cdot U_c^2 \cdot \delta(f - f_0) + 0,5 \cdot U_c^2 T \cdot \left\{ \frac{\sin^2((f - f_0)T/2)}{[(f - f_0)T/2]^2} \right\}$$

График спектральной плотности средней мощности модулированного сигнала $S_{AM}(t)$ на положительных и отрицательных частотах имеет вид:

График спектральной плотности средней мощности модулированного сигнала $S_{AM}(t)$ на положительных и отрицательных частотах имеет вид:



7. Ширина спектра F_c АМ сигнала в два раза шире спектра модулирующего сигнала (случайного синхронного телеграфного сигнала) $F_B = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Гц}$, что показано на графике.

Непрерывный канал.

1. При определении минимально необходимой ширины полосы частот непрерывного канала F_k учитывается, что любое расширение полосы частот увеличивает мощность помехи, а при $F_k < F_c$ не только искажается форма сигнала, чем пренебрегается при выполнении данной работы, но и уменьшается энергия сигнала на выходе канала.

При выборе $\alpha = 2$, что определяется исходными данными, за пределами ширины спектра модулированного сигнала остаётся всего около 7% мощности сигнала P_c (90% мощности содержится в главном лепестке и 3% - в его побочных) $G_{AM}(t)$. Учитывая, что потери мощности сигнала незначительны, выбираем ширину полосы F_k канала равную ширине спектра модулированного сигнала F_c , т.е.:

$$F_k = F_c = 7,2 \cdot 10^5 \text{ Гц.}$$

2. Определим мощность P_n помехи $n(t)$ на выходе канала, используя спектральную плотность средней мощности помехи N_0 :

$$P_n = N_0 \cdot F_k = 1,45 \cdot 10^{-7} \cdot 7,2 \cdot 10^5 = 1,04 \cdot 10^{-1} \text{ В}^2$$

3. Находим отношение P_c / P_n , где P_c – мощность сигнала $s(t)$. Мощность сигнала при амплитудной модуляции равна:

$$P_c = (1/T) \cdot [P(0)E_0 + P(1)E_1] = (1/2T)(E_0 + E_1), \text{ где } E_0 = 0, E_1 = \int_0^T s^2(t) dt, \\ S(t) = U_c \cos 2\pi f_c t, U_c = 1 \text{ В}, f_c = 1,8 \cdot 10^7 \text{ Гц.}$$

Откуда:

$$P_c = (1/2T) \cdot E_1 = (1/2T) \cdot \int_0^T U_c^2 \cdot \cos^2 2\pi f_c t dt = U_c^2 / 2T \cdot (t/2 + (1/8\pi f_c) \cdot \sin 2 \cdot 2\pi f_c t) \Big|_0^T = \\ U_c^2 / 4 + (1/2T \cdot 8 \cdot \pi f_c) \cdot \sin 2 \cdot 2\pi f_c T = 1/4 + 1/(2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,8 \cdot 10^7) \cdot$$

$$\sin 2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,8 \cdot 10^7 \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ В}^2$$

$$P_c / P_n = 2,5$$

4. Определяем пропускную способность непрерывного канала в единицу времени C , используя формулу Шеннона для пропускной способности непрерывного гауссовского канала с ограниченной полосой частот и ограниченной средней мощностью сигнала:

$$C = F_k \log(1 + P_c / P_n) = 1,3 \cdot 10^6 \text{ бит/с.}$$

5. Оценим эффективность использования пропускной способности непрерывного канала, $K_{эфф} = H^2 / C_v = 1,6 \cdot 10^5 / 1,3 \cdot 10^6 = 0,12$

Демодулятор.

1. В общем виде алгоритм работы некогерентного демодулятора двоичных сигналов в канале с аддитивной белой гауссовой помехой, оптимального по критерию максимального правдоподобия, определяется следующим соотношением:

$$\ln I_0(2U_0/N_0) - E_0/N_0 > (\text{при } 0) < (\text{при } 1) \ln I_0(2V_1/N_0) - E_1/N_0$$

Здесь $I_0(x)$ – модულიрованная функция Бесселя первого рода нулевого порядка, N_0 – энергетический спектр помехи, а E_i и V_i , $i=0,1 \dots$ энергия сигнала и отсчет огибающей в момент T на выходе фильтра, согласованного с сигналом $S_i(t)$:

$$V_i = \sqrt{\left(\int_0^T [z(t) \cdot S_i(t) dt]^2 + \left(\int_0^T [z(t) \cdot \hat{S}_i(t) dt]^2 \right) \right)},$$

Где $\hat{S}_i(t)$ – сигнал, сопряженный по Гильберту.

Для систем с равной энергией алгоритм оптимального некогерентного приема имеет вид:

$$\ln I_0(2U_1/N_0) > (\text{при } 0) < (\text{при } 1) \ln I_0(2V_0/N_0)$$

2. При АМ $S_0(t)=0$, поэтому алгоритм оптимального некогерентного приема можно записать так:

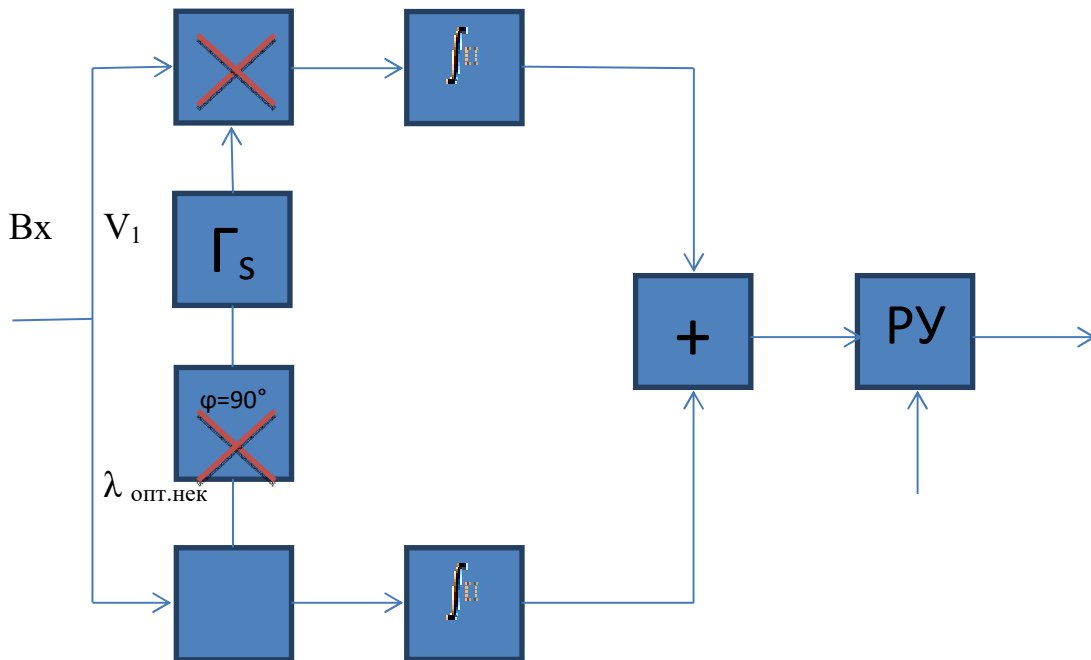
$$\ln I_0(2V_1/N_0) > (\text{при } 0) < (\text{при } 1) \lambda_{\text{опт.нек}},$$

где $\lambda_{\text{опт.нек}}$ оптимальный порог по критерию максимального правдоподобия при некотором приеме. Учитывая мощный характер функции $R_{\text{н}}I_0(x)$ алгоритм оптимального некогерентного приёма имеет вид $V_1 = \lambda_{\text{опт.нек}}$.

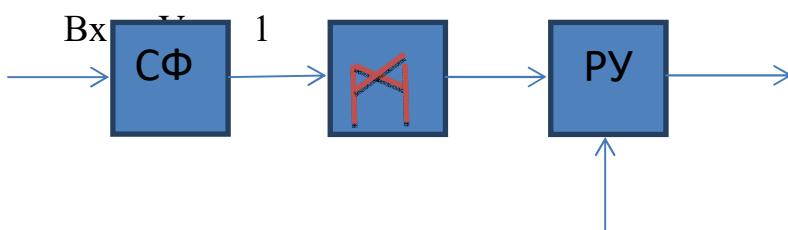
Функциональная схема оптимального некогерентного демодулятора при АМ может быть построена с использованием как активных (корреляторов), так и согласованных фильтров.

$$V_1 > (\text{при } 0) < (\text{при } 1) \lambda_{\text{опт.нек}}$$

Ниже представлены функциональные схемы некогерентных демодуляторов АМ сигналов на корреляторе и согласованном фильтре, реализующие алгоритм оптимального некогерентного приема:



В целях упрощения схемы демодулятора функциональные блоки возведения в степень и извлечения квадратного корня согласно вычислению V_i не используется:



$\lambda_{\text{опт.нек}}$

3. Вероятность ошибки p оптимального некогерентного демодулятора АМ сигналов в канале с аддитивной белой гауссовой помехой вычисляем по формуле:

$$P = 1/2 \cdot \exp(-h^2/4), \text{ где } h^2 = E_c/N_0, E_c = E_1 = \int_0^T S_1^2(t) dt, S_1(t) = U_c \cos 2\pi f_c t, \\ V_c = 1 \text{ В}, f_c = 1,8 \cdot 10^7 \text{ Гц.}$$

$N_0 = 1,45 \cdot 10^{-7} \text{ В}^2/\text{Гц}$ – выбираем из исходных данных.

Определяем энергию сигнала E_c при АМ:

$$E_c = E_1 = \int_0^T S_1^2(t) dt = \int_0^T U_c^2 \cos^2 2\pi f_c t(t) dt = U_c^2 (T/2 + (1/8\pi f_c) \cdot \sin 2 \cdot 2\pi f_c T) = 2,75 \cdot 10^{-6} \text{ В}^2 \cdot \text{с}$$

Тогда энергетический параметр:

$$h^2 = E_c/N_0 = 2,75 \cdot 10^{-6} / 1,45 \cdot 10^{-7} = 19,$$

а вероятность ошибки равна:

$$P = 1/2 \cdot e^{-h^2/4} = 1/2 e^{-4,9} = 4,1 \cdot 10^{-5}$$

4. Анализируя расчётные соотношения для определения вероятности ошибки можно сделать вывод: рассчитанную вероятность ошибки при АМ можно обеспечить при использовании ЧМ и ФМ более меньшим энергетическим параметром h^2 , а следовательно, и меньшей энергией сигналов.

Объясняется это тем, что помехоустойчивость выше (вероятность ошибки меньше) у той системы, у которой больше эквивалентная энергия сигналов.

Для ФМ и ЧМ она больше, чем у АМ.

5. Определяем пропускную способность двоичного симметричного канала связи по формуле:

$$C = 1 + p \log_2 p + (1-p) \log_2 (1-p) \text{ бит/сим,}$$

где $p = 4,1 \cdot 10^{-5}$, тогда

$$C = 1 + 4,11 \cdot 10^{-5} \cdot \log_2 4,11 \cdot 10^{-5} + (1 - 4,11 \cdot 10^{-5}) \cdot \log_2 (1 - 4,11 \cdot 10^{-5}) = 1 \text{ бит/сим.}$$

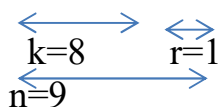
Декодер.

1. Обнаруживающая и исправляющая способность кода определяется его минимальным кодовым расстоянием $d_{\min}$ по Хэммингу. Для определения $d_{\min}$ необходимо воспользоваться правилом определения минимального кодового расстояния линейных кодов, к которым принадлежат систематические коды с одной проверкой на четность. Правило: для любого линейного кода минимальное кодовое расстояние $d_{\min}$ равно минимальному весу Хэмминга, которым обладает слово кода, за исключением нулевого, т.е.:

$d_{\min} = \min |x_i|$, где x_i – любое кодовое слово, кроме нулевого, т.к. в работе используется код с одной проверкой на четность, то кодовое слово (кодвая

комбинация) обладает минимальным весом Хэмминга равного 2. Это будет, например, разрешенная кодовая комбинация вида:

00000001 1



Все комбинации данного кода имеют лишь четные веса и наименьший вес равен 2.

Отсюда следует, что $d_{\min}=2$.

Согласно теореме об исправлении ошибок, используемый код исправляет ошибки кратности q_k не более, чем $(d_{\min}-1)/2$, где величина в скобках обозначает целую часть, т.е. 0 ошибок.

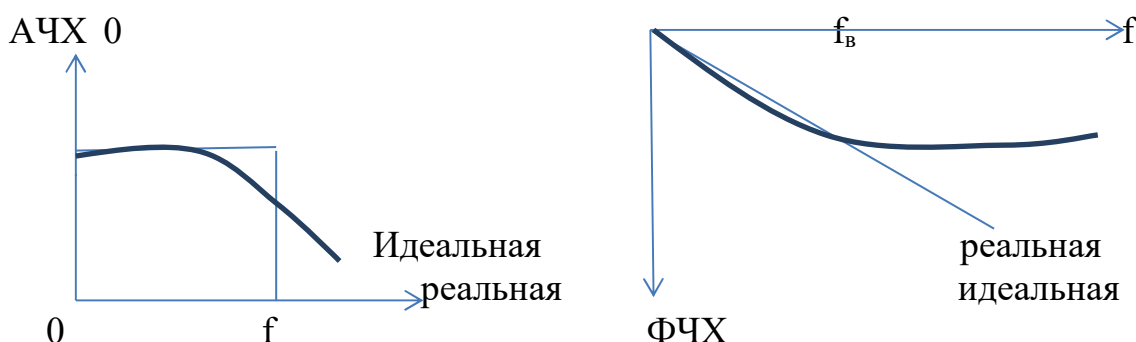
Алгоритм обнаружения ошибок состоит в том, что в принятом кодовом слове все его элементы суммируются по модулю 2. Если в результате суммирования имеет место 1, то это свидетельствует о факте обнаружения ошибки; если при суммировании получается 0, то принятая кодовая комбинация является разрешенной.

Цифровоаналоговый преобразователь.

1.Выражения для амплитуды восстановленного квантованного отсчета $\tilde{a}_j$, соответствующего уровню с принятым номером $j=126$ имеет вид:

$$01111110 \rightarrow 2^6+2^5+2^4+2^3+2^2+2^1=\tilde{a}_{126}$$

2.В качестве фильтра – восстановителя применяется фильтр нижних частот с граничной полосой $f_b=4$ КГц и близкими к идеальной амплитудно-частотной характеристикой и фазо-частотной характеристикой, которые показаны на рисунках:



АЧХ и ФЧХ и импульсная характеристика идеального ФЧХ описывается выражениями:

$$K(f)=\begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq f \leq f_b \\ 0, & \text{если } f > f_b \end{cases},$$

$$\phi(f) = -\pi f \tau,$$

$$g(t)=2f_b \{ [\sin \pi f_b(t-\tau)] / [\pi f_b(t-\tau)] \},$$

Чем ближе АЧХ и ФЧХ фильтра нижних частот к идеальным, тем погрешность восстановления аналогового сигнала будет меньшей.

3. Соотношение, устанавливающее связь между полученными отсчетами $\tilde{a}_j(t_i)$ и восстановленным сообщением $\tilde{a}(t)$ имеет вид:

$$\left| \sum_{i=1}^N \tilde{a}_j(t_i) \cdot \left\{ \frac{\sin \omega_B(t-i\Delta)}{\omega_B(t-i\Delta)} \right\} - \tilde{a}(t) \right| = \varepsilon(t),$$
 где $\varepsilon(t)$ – погрешность восстановления.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (зачета).

1. Кодирование
2. Кодовая комбинация
3. Кодовое слово
4. Символ в бинарной системе
5. Код как совокупность кодовых слов (кодовых комбинаций), отображающих элементы сообщения.
6. Декодирование как обратная операция кодирования.
7. Прimitивное кодирование.
8. Кодовое расстояние.
9. Прimitивный код.
10. Экономное кодирование.
11. Экономное кодирование как элемент увеличения скорости передачи сообщений или уменьшения объема памяти при их хранении;
12. Помехоустойчивое кодирование.
13. Помехоустойчивые линейные коды.
14. Блочные коды.
15. Помехоустойчивые блочные коды.
16. Кодовые расстояния $d_{\min}$ для помехоустойчивого кода.
17. Канальный кодер.
18. Если демодулятор неправильно обозначает символы, то на выходе декодера.
19. Линейный помехоустойчивый код.
20. Линейные коды описываются матрицами.
21. Декодирование линейных кодов.
22. Принятая кодовая комбинация считается разрешенной.
23. Циклическим кодом.
24. Фундаментальные свойства циклических кодов.

25. Блочные коды.
26. Сверточные коды.
27. Вес кодового вектора кодовой комбинации.
28. Шифраторы циклических кодов построены.
29. Регулировка усиления.
30. Равномерные оптимальные коды.
31. Расстояние между двумя кодовыми векторами.
32. Сигнал обратной связи в системе с ДИКМ.
33. Систематические коды.
34. Систематические коды равномерные
35. Спектральными канальными вокодерами
36. Свойство группового кода.
37. Форманты.
38. Метод генерации разностей между отсчетами в ДИКМ-коде.
39. Мгновенная спектральная плотность.
40. Методика Хаффмена для построения оптимального кода.
41. Неравномерное распределение амплитуды.
42. Оптимальные неравномерные коды.
43. Образующая матрица составляется:
44. Преимущество использования обратной связи состоит в том, что:
45. Перегрузка по наклону.
46. Поблочное кодирование.
47. Плотные упакованные или совершенные коды.
48. Избыточность, связанная с неактивностью речи.
49. Информационная избыточность.
50. Цели и задачи цифровых методов передачи информации в телекоммуникационных системах.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежеле по образцу с большей степени самостоятельность и инициативы	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература:

1. Акулиничев, Ю. П. Общая теория связи : учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 196 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850096>

Дополнительная литература:

1. Андреев, В. А. Направляющие системы электросвязи. В 2 т. Том 1. Теория передачи и влияния: Учебник для вузов / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов и др. - 7-е изд., перераб. и доп. -

Москва : Гор. линия-Телеком, 2011. - 424 с.; . ISBN 978-5-9912-0092-9, 1000 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/256974>

2. Котенко, В.В. Теория информации : учеб. пособие / В.В. Котенко, К.Е. Румянцев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 239 с. - ISBN 978-5-9275-2370-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039707>

3. Котенко, В. В. Теория информации и защита телекоммуникаций:: монография / Котенко В.В., Румянцев К.Е. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 369 с. ISBN 978-5-9275-0670-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556817>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

1. Учебная аудитория на 25 человек. Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, . Mouse, LAN, Internet access.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010. Договор № 812/11 от 30.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

2.Лаборатория 312

Лабораторный учебный комплект содержащий блоки АЦП и ЦАП – 4 шт;

Осциллограф цифровой Agilent Technologies DSO1002A -4 шт.

Генератор сигналов Agilent Technologies 33210A -4 шт.

Вольтметр универсальный Agilent Technologies 34410A -4 шт.

Вольтметр аналоговый GoodWill Inst GVT-417B -4 шт.

Вольтметр M-890B+ -4 шт.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Атмосферные оптические линии связи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Молчанов Сергей Васильевич, к. ф.-м. н., доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Атмосферные оптические линии связи».

Цель дисциплины «Атмосферные оптические линии связи» является ознакомление студентов с российской и международной системами стандартизации и сертификации, перспективами развития беспроводных оптических систем, систем стандартизации и сертификации. Данная цель реализуется за счет изучения общих принципов изучения методов моделирования, проектирования, анализа и построения беспроводных телекоммуникационных сетей и систем, изучения принципов работы, технических характеристик, конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых технических средств.

Задачами дисциплины являются изучение принципов функционирования, основных характеристик и параметров, разновидностей, особенностей использования атмосферно-оптических линий связи; приобретение практических навыков в области проектирования и построения атмосферно-оптических линий связи; изучение методов и программных средств проектирования атмосферно-оптических линий связи.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях неопределенности, избыточности и недостаточности исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации	Знать принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств Уметь выполнять экспертизу технической документации; осуществлять надзор и контроль за состоянием и условиями эксплуатации телекоммуникационного оборудования; использовать единую систему документации в ГОСТ для различных видов современной связи Владеть принципами построения и функционирования беспроводных телекоммуникационных систем и сетей 4 и 5 поколений

	аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	Знать теоретические основы построения телекоммуникационных систем и сетей Уметь оценивать помехоустойчивость телекоммуникационных систем; планировать реализацию проектов с учетом новых телекоммуникационных технологий; производить расчеты количественных показателей эффективности функционирования телекоммуникационных сетей и систем Владеть принципами построения и функционирования беспроводных телекоммуникационных систем и сетей 4 и 5 поколений

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Атмосферные оптические линии связи» представляет собой дисциплину по выбору студента части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основы технологии беспроводной оптической связи.	Атмосферно-оптическая связь. Принципы построения и основные характеристики атмосферно-оптических линий связи
2	Способы резервирования атмосферно-оптических линий связи	Выбор технологий беспроводной радиосвязи для резервирования. Стандарт IEEE 802.11. Радиорелейные системы миллиметрового диапазона (MMW).
3	Факторы, влияющие на функционирование атмосферно - оптических линий связи и радиорелейных линий связи миллиметрового диапазона (MMW)	Влияние погодных факторов на устойчивую работу атмосферно-оптического канала связи. Влияние геометрических потерь на устойчивую работу атмосферно-оптического канала связи. Влияние погодных факторов на устойчивую работу радиорелейной линии связи миллиметрового диапазона (MMW)
4	Способы повышения помехоустойчивости атмосферно - оптической линии связи	Многоканальный способ повышения надежности и эффективности атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием. Два способа резервирования АОЛС для повышения надежности системы.
5	Принципы построения многоканальных атмосферно-оптических линий связи	Современные решения АОЛС. Принцип работы и модель гибридной радио - оптической линии связи.
6	Расчет параметров атмосферно-оптической линии связи	Оптимизация оптического информационного потока. Расчет основных параметров информационного оптического канала. Расчет затухания информационного оптического. Передача информационного оптического сигнала по дуплексному каналу связи. Выбор оптимального оптического ортогонального кода
7	Расчет качественных показателей резервной радиорелейной линии связи	Расчет запаса замирания при распространении информационного радиосигнала по интервалу радиорелейной линии связи. Вероятность нарушения передачи информационного радиосигнала из-за многолучевого распространения в радиорелейной линии связи. Расчет затухания информационного радиосигнала в атмосфере. Рефракция радиоволн при передаче сигнала в атмосфере
8	Производители оборудования атмосферно-оптической связи и радиорелейных систем миллиметрового диапазона (MMW)	Отечественные и зарубежные производители оборудования АОЛС. Обзор оборудования резервирования миллиметрового диапазона (MMW)
9	Моделирование многоканальной атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием и резервированием	Специализированный программный продукт для моделирования OptiSystem. Специализированный программный продукт для моделирования NetCracker

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Основы технологии беспроводной оптической связи.	Принципы построения и основные характеристики атмосферно-оптических линий связи
2	Способы резервирования атмосферно-оптических линий связи	Выбор технологий беспроводной радиосвязи для резервирования.
3	Факторы, влияющие на функционирование атмосферно -оптических линий связи и радиорелейных линий связи миллиметрового диапазона (MMW)	Влияние погодных факторов на устойчивую работу атмосферно-оптического канала связи. Влияние геометрических потерь на устойчивую работу атмосферно-оптического канала связи. Влияние погодных факторов на устойчивую работу радиорелейной линии связи миллиметрового диапазона (MMW)
4	Способы повышения помехоустойчивости атмосферно - оптической линии связи	Многоканальный способ повышения надежности и эффективности атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием.
5	Принципы построения многоканальных атмосферно-оптических линий связи	Современные решения АОЛС.
6	Расчет параметров атмосферно-оптической линии связи	Расчет основных параметров информационного оптического канала. Расчет затухания информационного оптического. Выбор оптимального оптического ортогонального кода
7	Расчет качественных показателей резервной радиорелейной линии связи	Вероятность нарушения передачи информационного радиосигнала из-за многолучевого распространения в радиорелейной линии связи. Расчет затухания информационного радиосигнал в атмосфере.
8	Производители оборудования атмосферно-оптической связи и радиорелейных систем миллиметрового диапазона (MMW)	Обзор оборудования резервирования миллиметрового диапазона (MMW)
9	Моделирование многоканальной атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием и резервированием	Специализированный программный продукт для моделирования OptiSystem. Специализированный программный продукт для моделирования NetCracker

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Факторы, влияющие на функционирование атмосферно -оптических линий связи и радиорелейных линий связи миллиметрового диапазона (MMW)	Изучение интерфейса программы OptiSystem
2	Способы повышения помехоустойчивости атмосферно - оптической линии связи	Моделирование трехзвенной схемы коммутации
3	Принципы построения многоканальных атмосферно-оптических линий связи	Определение основных характеристик цифровой системы связи
4	Расчет параметров атмосферно-оптической линии связи	Организация и моделирование АОЛС с неактивным резервным каналом.
5	Расчет качественных показателей резервной радиорелейной линии связи	Организация и моделирование АОЛС с активным резервным каналом.
6	Моделирование многоканальной атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием и резервированием	Организация и моделирование АОЛС с организацией комбинационной передачей.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: «Общие принципы построения систем и сетей подвижной радиосвязи»; «Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи»; «Системы спутниковой и пакетной связи»; «Проектирование систем подвижной связи».

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме занятия, выполнить задание на самостоятельную подготовку, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практического занятия.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако

объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Основы технологии беспроводной оптической связи.	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Способы резервирования атмосферно-оптических линий связи	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Факторы, влияющие на функционирование атмосферно -оптических линий связи и радиорелейных линий связи миллиметрового диапазона (ММВ)	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Способы повышения помехоустойчивости атмосферно - оптической линии связи	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Принципы построения многоканальных атмосферно-оптических линий связи	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Расчет параметров атмосферно-оптической линии связи	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Расчет качественных показателей резервной радиорелейной линии связи	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Производители оборудования атмосферно-оптической связи и радиорелейных систем миллиметрового диапазона (ММВ)	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование
Моделирование многоканальной атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием и резервированием	ПК-3 ПК-5	Устный опрос Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Примеры вопросов для тестирования

- Каков порядок расчета динамического диапазона и минимальной МДВ для АОЛС.

Варианты ответов:

А.

1. Рассчитываются геометрические потери.

2. Определяется максимальная мощность информационного сигнала на фотоприемнике с учетом потерь на оптике приёмника.
3. Определяется мощность излучения на выходе из терминала.
4. Определяется динамический диапазон системы.

Б.

1. Определяется мощность излучения на выходе из терминала,
2. Рассчитываются геометрические потери.
3. Определяется максимальная мощность информационного сигнала на фотоприемнике с учетом потерь на оптике приёмника.
4. Определяется динамический диапазон системы.

Ответ: Б.

2. В каком случае АОЛС может использоваться как временное средство, позволяющее за предельно короткий срок обеспечить канал связи.

Варианты ответов:

А. Резервирование.

Б. Организация последней мили.

В. Временное использование до подключения ВОЛС.

Ответ: В.

3. Когда АОЛС остается единственным вариантом обеспечения связи.

Варианты ответов:

А. В местах, где сложно или дорого построить оптоволоконную линию. Б. Для обеспечения высокоскоростного канала.

В. В труднодоступных районах.

Ответ: В.

4. На какой параметр линии связи для конкретной дистанции при выборе оборудования АОЛС следует обратить внимание.

Варианты ответов:

А. Динамический диапазон работы линии.

Б. Коэффициент усиления по мощности.

В. Неравномерность частотной характеристики.

Ответ: А.

5. Какому распределению подчиняется уровень осевой интенсивности по углу излучения передатчика.

Варианты ответов:

А. Гаусса.

Б. Релея.

В. Лоренца

Ответ: А.

6. От каких факторов в большей степени зависит доступность канала связи.

Варианты ответов:

А. Расстояние.

Б. МДВ.

В. Мощность передатчика.

Ответ: Б.

7. Согласно закону Бутера, как изменяется мощность излучения в зависимости от длины трассы.

Варианты ответов:

А. Экспоненциально.

Б. Линейно.

В. Логарифмически.

Ответ: А.

8. Какой эффект достигается некогерентным сложением в одном информационном канале излучения нескольких лазеров.

Варианты ответов:

А. Уменьшение влияния турбулентной рефракции.

Б. Увеличение мощности.

Ответ: А.

9. Какими основными процессами сопровождается распространение лазерного излучения в атмосфере.

Варианты ответов:

А. Рефракция излучения на турбулентных неоднородностях показателя преломления воздуха, рассеяние излучения на аэрозолях.

Б. Резонансное поглощение.

В. Аэрозольное поглощение.

Ответ: А.

10. Существует ли необходимость согласования частотного диапазона для АОЛС.

Варианты ответов:

А. Да.

Б. Нет.

Ответ: Б.

11. Работают ли АОЛС при любых радиопомехах или вблизи высоковольтных линий электропередач.

Варианты ответов:

А. Да.

Б. Нет.

Ответ: А.

12. От чего зависит скорость передачи АОЛС.

Варианты ответов:

А. Частотой несущей электромагнитной волны.

Б. Мощностью передатчика.

В. Характеристик среды передачи.

Ответ: А.

13. Что обеспечивает надежность работы оборудования АОЛС.

Варианты ответов:

А. Надежность лазера.

Б. Надежность приемного блока.

Ответ: А.

14. Какие качественные показатели пролета любой радиорелейной линии связи используются.

Варианты ответов:

А. Коэффициент неготовности, коэффициент секунд со значительным количеством ошибок.

Б. Доступность канала связи.

Ответ: А.

15. Что обеспечивает атмосферно-оптическая линия связи с ортогональным кодированием.

Варианты ответов:

А. Надежность.

Б. Повышенную пропускную способность.

В. Повышенную доступность канала связи.

Ответ: А.

Примеры вопросов для устного опроса

1. Дайте определение многозвенных схем.
2. Чему равняется вероятность занятости одной промежуточной линии?
3. Перечислите основные характеристики качества многозвенных схем.
4. Перечислите основные ПРВ, используемые в цифровых системах связи.
5. Как повлияет на величину нагрузки уменьшение среднего размера
6. передаваемого пакета.
7. Как определяется среднее время передачи пакета по каналу связи?
8. 4. Как повлияет на величину нагрузки увеличение интенсивности передачи
9. пакетов по каналу связи?
10. Какие способы соединения двух ПК между собой Вам известны?
11. Как связана величина нагрузки с интенсивностью генерации пакетов
12. сетевой платой и интенсивностью передачи пакетов по каналу связи?
13. Объяснить структурную схему построения АОЛС системы.
14. Какие системы резервирования применяются для построения АОЛС.
15. Какие качественные параметры характеризуют АОЛС системы.
16. Какими качественными параметрами обладают каналы резервирования.
17. Понятие коэффициента готовности системы связи.
18. Понятие коэффициента технического использования системы связи.
19. Понятие безотказной работы системы связи.
20. Понятие коэффициента неготовности резервного канала связи.
21. Принцип построения многоканальной АОЛС с ортогональным кодированием.

22. При каких условиях целесообразно использовать комбинированный режим передачи.
23. Каких предельных скоростных характеристик можно достичь при комбинированной передаче.
24. Как изменяются характеристики безотказной работы системы связи при комбинированной передаче.
25. Какими характеристиками должен обладать резервный канал для повышения производительности системы.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (зачета).

1. Типы беспроводных телекоммуникационных систем и сетей.
2. Основная модель построения АОЛС.
3. Принципы построения АОЛС.
4. Основные характеристики атмосферно-оптических линий связи.
5. Выбор технологий беспроводной радиосвязи для резервирования.
6. Стандарт IEEE 802.11.
7. Радиорелейные системы миллиметрового диапазона (MMW).
8. Влияние погодных факторов на устойчивую работу атмосферно-оптического канала связи.
9. Влияние геометрических потерь на устойчивую работу атмосферно-оптического канала связи.
10. Влияние погодных факторов на устойчивую работу радиорелейной линии связи миллиметрового диапазона (MMW).
11. Многоканальный способ повышения надежности и эффективности атмосферно-оптической линии связи с ортогональным кодированием.
12. Два способа резервирования АОЛС для повышения надежности системы.
13. Современные решения АОЛС.
14. Принцип работы и модель гибридной радио - оптической линии связи.
15. Оптимизация оптического информационного потока.
16. Расчет основных параметров информационного оптического канала.
17. Расчет затухания информационного оптического.
18. Передача информационного оптического сигнала по дуплексному каналу связи.
19. Выбор оптимального оптического ортогонального кода.

20. Расчет запаса замирания при распространении информационного радиосигнала по интервалу радиорелейной линии связи.
21. Вероятность нарушения передачи информационного радиосигнала из-за многолучевого распространения в радиорелейной линии связи.
22. Расчет затухания информационного радиосигнала в атмосфере.
23. Рефракция радиоволн при передаче сигнала в атмосфере.
24. Отечественные и зарубежные производители оборудования АОЛС.
25. Оборудование резервирования миллиметрового диапазона (MMW).
26. Специализированный программный продукт для моделирования АОЛС OptiSystem.
27. Специализированный программный продукт для моделирования АОЛС NetCracker.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. - Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2
5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных системы»

Состав лабораторного оборудования:

Телевизор LG 55LA643V

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

OptiSystem 14 - Договор поставки №2291 от 26.10.2015 ООО «Софтлайн Проекты»

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Стандарты сетей сотовой связи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Кивчун Олег Романович, доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Стандарты сетей сотовой связи».

Цель дисциплины «Стандарты сетей сотовой связи» является изучение студентами современного состояния средств мобильной радиосвязи, архитектуры и функционирования систем персонального вызова, транкинговой и сотовой связи, систем спутниковой связи.

Общей задачей дисциплины является подготовка специалистов-инженеров по специальности 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в соответствии с требованиями направления ФГОС ВО.

Определяющей задачей дисциплины является обучение магистров по вопросам построения и функционирования систем персонального вызова, транкинговой и сотовой связи, а также систем спутниковой связи.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Способен к выполнению работ по обеспечению функционирования инфокоммуникационного оборудования с учетом требований информационной безопасности	ПК-2.1. Знаком с архитектурой и общими принципами функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств инфокоммуникационной сети ПК-2.2. Анализирует сообщения об ошибках в сетевых устройствах и операционных системах, локализует отказы и инициирует корректирующие действия, производить мониторинг администрируемой сети, пользуется контрольно-измерительными приборами и аппаратурой ПК-2.3. Выявляет и определяет сбои и отказы сетевых устройств и операционных систем, устраняет их последствия, проводит работы по исправлению ошибок конфигурации, замене сетевых устройств или их компонентов для устранения ошибок работы	Знать способы и приёмы обеспечения информационной безопасности в рамках построения систем сотовой связи. Уметь определять первичные мероприятия к выполнению работ по обеспечению функционирования телекоммуникационного оборудования корпоративных сетей с учетом требований информационной безопасности.
ПК-4. Способность к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	ПК-4.1. Имеет представление о методах и технологиях проектирования и строительства систем радиосвязи, линейно-кабельных сооружений связи. Знаком с правилами выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию, номенклатура современных изделий, оборудования и материалов, технологии производства работ ПК-4.2. Оценивает соблюдение утвержденных проектных решений, формирует необходимую документацию о ходе и результатах осуществления строительного надзора ПК-4.3. Применяет современные информационно-коммуникационных технологий, в том числе специализированное программное	Знать методы сбора и анализа статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, качестве предоставляемых услуг. Уметь: вырабатывать предложения по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о модернизации и расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных

	обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов. Контролирует соблюдения утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации. Выполняет обследование объектов, систем связи (телекоммуникационных систем) в случае возникновения в ходе строительства (монтажа) непредвиденных ситуаций, контролирует соблюдение утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации	
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	Знать методы сбора и анализа статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, качестве предоставляемых услуг. Уметь определять первичные мероприятия к выполнению работ по обеспечению функционирования телекоммуникационного оборудования корпоративных сетей с учетом требований информационной безопасности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Стандарты сетей сотовой связи» представляет собой дисциплину части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Общие принципы построения систем и сетей подвижной радиосвязи	Глобальная информационная система, место России в ГИС, принцип построения СССПО. Особенности радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала, характеристика основных функциональных элементов. Алгоритмы многостанционного доступа и поиска подвижного абонента. Принципы работы систем с кодовым разделением каналов. Принципы построения, функционирование и архитектура СПРВ. Основные протоколы и коды. Действующие и перспективные системы персонального радиовызова.
2	Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи	Стандарты ССПС. Федеральные и региональные системы сотовой связи. Особенности построения цифровых ССПС с макросотовой структурой, микросотовая структура систем, понятие о кластере. Общие характеристики стандартов GSM, 3G, 4G, 5G. Структурная схема и состав оборудования сетей связи. Сетевые и радиоинтерфейсы, структура служб и передачи данных в стандартах GSM, 3G, 4G, 5G. Терминальное оборудование и адаптеры подвижной станции. Структура TDMA-кадров и формирование сигналов. Принцип кодового разделения каналов (CDMA). ССПС с кодовым разделением каналов стандарта IS-95. Принцип организации каналов и кодирования сигналов в CDMA.
3	Системы спутниковой и пакетной связи	Глобальная связь через ИСЗ. Общие принципы построения и работы систем спутниковой связи, назначение и общая характеристика. Классификация и параметры орбит космических аппаратов. Характеристика бортовых ретрансляторов. Методы многостанционного доступа к ретранслятору, их особенности и области применения. Режимы работы подвижных объектов и бортовых ретрансляторов. Режим радио-АТС. Методы повышения помехоустойчивости сигналов.
4	Проектирование систем подвижной связи	Структура сотовой сети связи. Расчет основных параметров сотовой сети связи. Расчет числа радиоканалов. Определение размерности кластера. Расчет числа радиоканалов, используемых одной базовой станцией. Расчет допустимой телефонной нагрузки. Расчет числа абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией. Расчет количества базовых станций. Расчет радиуса зоны обслуживания базовой станции. Расчет величины защитного расстояния. Расчет мощности передатчика базовой станции. Расчет вероятности ошибки. Расчет эффективности использования радиоспектра. Разработка частотно-территориального плана сети.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Глобальная информационная система, место России в ГИС	, принцип построения СССРПО. Особенности радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала, характеристика основных функциональных элементов. Алгоритмы многостанционного доступа и поиска подвижного абонента. Принципы работы систем с кодовым разделением каналов. Принципы построения, функционирование и архитектура СПРВ. Основные протоколы и коды. Действующие и перспективные системы персонального радиовызова.
2	Стандарты ССПС. Федеральные и региональные системы сотовой связи.	Стандарты ССПС. Федеральные и региональные системы сотовой связи. Особенности построения цифровых ССПС с макросотовой структурой, микросотовая структура систем, понятие о кластере. Общие характеристики стандартов GSM, 3G, 4G, 5G. Структурная схема и состав оборудования сетей связи. Сетевые и радиоинтерфейсы, структура служб и передачи данных в стандартах GSM, 3G, 4G, 5G. Терминальное оборудование и адаптеры подвижной станции. Структура TDMA-кадров и формирование сигналов. Принцип кодового разделения каналов (CDMA). ССПС с кодовым разделением каналов стандарта IS-95. Принцип организации каналов и кодирования сигналов в CDMA.
3	Глобальная связь через ИСЗ.	Глобальная связь через ИСЗ. Общие принципы построения и работы систем спутниковой связи, назначение и общая характеристика. Классификация и параметры орбит космических аппаратов. Характеристика бортовых ретрансляторов. Методы многостанционного доступа к ретранслятору, их особенности и области применения. Режимы работы подвижных объектов и бортовых ретрансляторов. Режим радио-АТС. Методы повышения помехоустойчивости сигналов.

4	Структура и расчет основных параметров сотовой сети связи.	Расчет числа радиоканалов. Определение размерности кластера. Расчет числа радиоканалов, используемых одной базовой станцией. Расчет допустимой телефонной нагрузки. Расчет числа абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией. Расчет количества базовых станций. Расчет радиуса зоны обслуживания базовой станции. Расчет величины защитного расстояния. Расчет мощности передатчика базовой станции. Расчет вероятности ошибки. Расчет эффективности использования радиоспектра. Разработка частотно-территориального плана сети.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1.	Проектирование систем подвижной связи	Проектирование сотовой сети связи стандарта GSM. Проектирование сотовой сети связи стандарта 3G. Проектирование сотовой сети связи стандарта 4G. Проектирование сотовой сети связи стандарта 5G. Проектирование сотовой сети связи стандарта TETRA. Проектирование транкинговой сети связи. Проектирование спутниковой сети связи. Проектирование радиорелейной сети связи.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: «Общие принципы построения систем и сетей подвижной радиосвязи»; «Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи»; «Системы спутниковой и пакетной связи»; «Проектирование систем подвижной связи».

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме занятия, выполнить задание на самостоятельную подготовку, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практического занятия.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Общие принципы построения систем и сетей подвижной радиосвязи	ПК-2 ПК-4 ПК-5	Устный опрос
Тема 2. Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи	ПК-2 ПК-4 ПК-5	Устный опрос
Тема 3. Системы спутниковой и пакетной связи	ПК-2 ПК-4 ПК-5	Устный опрос

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Проектирование систем подвижной связи	ПК-2 ПК-4 ПК-5	Устный опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

по разделу № 1 «Первичное кодирование в системах мобильной связи»

Вопросы для устного опроса или тестирования

- глобальная информационная система;
- место России в ГИС;
- принцип построения СССП;
- особенности радиоканала;
- модели предсказания уровня сигнала;
- характеристика основных функциональных элементов;
- алгоритмы многостанционного доступа и поиска подвижного абонента;
- принципы работы систем с кодовым разделением каналов.

Типовые контрольные задания

по разделу № 2 «Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи»

Вопросы для устного опроса или тестирования

1. Стандарты ССПС.
2. Федеральные и региональные системы сотовой связи.
3. Особенности построения цифровых ССПС с макросотовой структурой, микросотовая структура систем, понятие о кластере.
4. Общие характеристики стандартов GSM, 3G, 4G, 5G.
5. Структурная схема и состав оборудования сетей связи.
6. Сетевые и радиоинтерфейсы, структура служб и передачи данных в стандартах GSM, 3G, 4G, 5G.
7. Терминальное оборудование и адаптеры подвижной станции.
8. Структура TDMA-кадров и формирование сигналов.
9. Принцип кодового разделения каналов (CDMA).

10. ССПС с кодовым разделением каналов стандарта IS-95.
11. Принцип организации каналов и кодирования сигналов в CDMA.

по разделу № 3 «Системы спутниковой и пакетной связи»

Вопросы для устного опроса или тестирования

1. Глобальная связь через ИСЗ.
2. Общие принципы построения и работы систем спутниковой связи, назначение и общая характеристика.
3. Классификация и параметры орбит космических аппаратов.
4. Характеристика бортовых ретрансляторов.
5. Методы многостанционного доступа к ретранслятору, их особенности и области применения.
6. Режимы работы подвижных объектов и бортовых ретрансляторов.
7. Режим радио-АТС.
8. Методы повышения помехоустойчивости сигналов.

К разделу 4. Проектирование систем подвижной связи

ПЗ № 1. Проектирование систем подвижной связи.

1. Цель работы

Отработка методики проектирования систем подвижной связи.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Задание на расчётную работу

Содержание работы

Введение.

1. Основные параметры стандарта.
2. Структура сотовой сети связи.
3. Расчет основных параметров сотовой сети связи.
 - 3.1 Расчет числа радиоканалов.
 - 3.2 Определение размерности кластера.
 - 3.3 Расчет числа радиоканалов, используемых одной базовой станцией.
 - 3.4 Расчет допустимой телефонной нагрузки.
 - 3.5 Расчет числа абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией.
 - 3.6 Расчет количества базовых станций.
 - 3.7 Расчет радиуса зоны обслуживания базовой станции.

- 3.8 Расчет величины защитного расстояния.
- 3.9 Расчет мощности передатчика базовой станции.
- 3.10 Расчет вероятности ошибки.
- 3.11 Расчет эффективности использования радиоспектра.
- 3.12 Разработка частотно-территориального плана сети.

Список литературы

Исходные данные:

1. Стандарт – на выбор.
2. Полоса частот на передачу, МГц - 3,2 (4,2)
3. Число обслуживаемых абонентов - 40000
4. Активность одного абонента ЧНН, Эрл – 0,026
5. Вероятность блокирования вызова – 0,11
6. Допустимый процент времени уменьшения $P_C / P_{\text{пом}}$ относительно защитного отношения – 10%
7. Площадь обслуживаемой территории, кв. км. – 300-800.
8. Параметр, определяющий диапазон случайных флуктуаций уровня сигнала, дБ – 5.
9. Чувствительность приемника MS, дБ – 7,2.
10. Мощность передатчика базовой станции, Вт – 110-300 Вт.
11. Коэффициент усиления антенны базовой станции, дБ – 11.
12. Высота подвеса антенны базовой станции, м – 30.
13. Полные потери в фидере базовой станции, дБ – 2.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (экзамена).

1. Глобальная информационная система;
2. Место России в ГИС;
3. Принцип построения СССП;
4. Особенности радиоканала;
5. Модели предсказания уровня сигнала;
6. Характеристика основных функциональных элементов;
7. Алгоритмы многостанционного доступа и поиска подвижного абонента;
8. Принципы работы систем с кодовым разделением каналов.
9. Стандарты ССПС.
10. Федеральные и региональные системы сотовой связи.

11. Особенности построения цифровых ССПС с макросотовой структурой, микросотовая структура систем, понятие о кластере.
12. Общие характеристики стандартов GSM, 3G, 4G, 5G.
13. Структурная схема и состав оборудования сетей связи.
14. Сетевые и радиоинтерфейсы, структура служб и передачи данных в стандартах GSM, 3G, 4G, 5G.
15. Терминальное оборудование и адаптеры подвижной станции.
16. Структура TDMA-кадров и формирование сигналов.
17. Принцип кодового разделения каналов (CDMA).
18. ССПС с кодовым разделением каналов стандарта IS-95.
19. Принцип организации каналов и кодирования сигналов в CDMA.
20. Глобальная связь через ИСЗ.
21. Общие принципы построения и работы систем спутниковой связи, назначение и общая характеристика.
22. Классификация и параметры орбит космических аппаратов.
23. Характеристика бортовых ретрансляторов.
24. Методы многостанционного доступа к ретранслятору, их особенности и области применения.
25. Режимы работы подвижных объектов и бортовых ретрансляторов.
26. Режим радио-АТС.
27. Методы повышения помехоустойчивости сигналов.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. - Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2
5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М.

А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими

средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

1. Учебная аудитория на 25 человек. Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010. Договор № 812/11 от 30.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

2. Помещение 324

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии радиодоступа интернета вещей»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Кивчун Олег Романович, доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Технологии радиодоступа интернета вещей».

Цель дисциплины «Технологии радиодоступа интернета вещей» – получение знаний в области организации базовых и дополнительных услуг в сети оператора широкополосного доступа.

Задачами дисциплины являются изучение технологии организации услуг в сетях радиодоступа; освоение методов организации комплексов обеспечения услуг; изучение технических средств и комплексов организации услуг в сетях операторов мобильной связи и широкополосного доступа.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях неопределенности, избыточности и недостаточности исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	Знать базовые и дополнительные Технологии радиодоступа интернета вещей; архитектуру и компонентный состав комплексов для предоставления услуг; основные характеристики платформ для предоставления услуг, а также методы их масштабирования и резервирования. Уметь проводить самостоятельный анализ комплексов и платформ предоставления услуг от любого производителя; оценивать влияние помех на качество предоставления услуг в сетях широкополосного доступа; выбирать методы и схемы масштабирования и резервирования платформ для предоставления услуг. Владеть: навыками разработки и реализации методов и схем масштабирования и резервирования платформ для предоставления услуг.
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной	Знать базовые и дополнительные Технологии радиодоступа интернета

технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	вещей; архитектуру и компонентный состав комплексов для предоставления услуг; основные характеристики платформ для предоставления услуг, а также методы их масштабирования и резервирования. Уметь проводить самостоятельный анализ компонентов и платформ предоставления услуг от любого производителя; оценивать влияние помех на качество предоставления услуг в сетях широкополосного доступа; выбирать методы и схемы масштабирования и резервирования платформ для предоставления услуг. Владеть: навыками разработки и реализации методов и схем масштабирования и резервирования платформ для предоставления услуг.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии радиодоступа интернета вещей» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Голосовые услуги	Основная услуга мобильной связи. Взрывной рост мобильных сотовых сетей.
2	Основной минимальный набор услуг	Услуги с точки зрения пользователя. Передача и прием коротких сообщений (SMS)
3	Дополнительные услуги	Асимметричные и интерактивные услуги широкополосной связи. Передача видео и мобильный доступ к Интернет.

4	Основные протоколы, используемые для предоставления услуг	Сетевой уровень. Канальный уровень. Физический уровень.
5	Структура служб предоставления услуг	Основные службы. Службы передачи (Bearer services). Телеслужбы (Teleservices). Дополнительные услуги (Supplementary services)
6	Борьба с мошенничеством в сетях широкополосного доступа	Подписной фрод (Subscription fraud). Технический фрод (Technical fraud).

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Голосовые услуги	Основная услуга мобильной связи. Взрывной рост мобильных сотовых сетей.
2	Основной минимальный набор услуг	Услуги с точки зрения пользователя. Передача и прием коротких сообщений (SMS)
3	Дополнительные услуги	Асимметричные и интерактивные услуги широкополосной связи. Передача видео и мобильный доступ к Интернет.
4	Основные протоколы, используемые для предоставления услуг	Сетевой уровень. Канальный уровень. Физический уровень.
5	Структура служб предоставления услуг	Основные службы. Службы передачи (Bearer services). Телеслужбы (Teleservices). Дополнительные услуги (Supplementary services)
6	Борьба с мошенничеством в сетях широкополосного доступа	Подписной фрод (Subscription fraud). Технический фрод (Technical fraud).

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических работ
1.	Голосовые услуги	Передача голосового трафика.
2.	Основной минимальный набор услуг	Услуги передачи сообщений
3	Дополнительные услуги	Технология пакетной передачи данных.
4	Основные протоколы, используемые для предоставления услуг	Основные протоколы транспортной сети и сети сигнализации.
5	Структура служб предоставления услуг	Системы самообслуживания абонентов
6	Структура служб предоставления услуг	Основные характеристики платформ для предоставления услуг.
7	Структура служб предоставления услуг	Операционные системы, схемы масштабирования и резервирования платформ

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины «Технологии радиодоступа интернета вещей» являются:

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка и выполнение заданий по тематике самостоятельных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

- материалы лекций;
- учебно-методическая литература;
- информационные ресурсы интернета.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам

студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Голосовые услуги	ПК-3 ПК-5	Устный опрос, выполнение практического задания
Основной минимальный набор услуг	ПК-3 ПК-5	Устный опрос, выполнение практического задания
Дополнительные услуги	ПК-3 ПК-5	Устный опрос, выполнение практического задания
Основные протоколы, используемые для предоставления услуг	ПК-3 ПК-5	Устный опрос, выполнение практического задания
Структура служб предоставления услуг	ПК-3 ПК-5	Устный опрос, выполнение практического задания
Борьба с мошенничеством в сетях широкополосного доступа	ПК-3 ПК-5	Устный опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Вопросы для текущего контроля.

1. Виды радиотехнических приемов: пакетная передача, скачкообразная перестройка частоты, множественный доступ с кодовым разделением (CDMA) и адаптивная модуляция;
2. Классификация услуг в системах беспроводной связи;
3. Компоненты и оборудование систем беспроводной передачи информации;
4. Алгоритм функционирования систем сотовой связи;
5. Различие структуры сетей радиодоступа с пакетной передачей данных;
6. Требования к сетям радиодоступа при пакетной передаче данных;
7. Элементы системы радиосвязи с подвижными объектами;
8. Распространение излучения в земной атмосфере;
9. Этапы развития сотовой связи;
10. Стандартизация систем беспроводной связи;
11. Передача голосового трафика.
12. Услуги передачи сообщений
13. Технология пакетной передачи данных.
14. Основные протоколы транспортной сети и сети сигнализации.

15. Системы самообслуживания абонентов
16. Технология GPRS.
17. Технология EDGE
18. Основные характеристики платформ для предоставления услуг.
19. Операционные системы платформ предоставления услуг
20. Схемы масштабирования платформ.
21. Схемы резервирования платформ.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (зачета).

1. Основная услуга мобильной связи.
2. Услуги с точки зрения пользователя.
3. Передача и прием коротких сообщений (SMS)
4. Асимметричные и интерактивные услуги широкополосной связи.
5. Передача видео и мобильный доступ к Интернет.
6. Сетевой уровень.
7. Канальный уровень.
8. Физический уровень.
9. Службы передачи (Bearer services).
10. Телеслужбы (Teleservices).
11. Дополнительные услуги (Supplementary services)
12. Недостатки систем мобильной связи второго поколения.
13. Технология GPRS.
14. Технология EDGE.
15. Общая характеристика стандарта UMTS
16. Основные процедуры в сети UMTS.
17. Технология высокоскоростной пакетной передачи данных семейства HSDPA.
18. Перспективы развития систем сотовой мобильной связи
19. Основные характеристики платформ для предоставления услуг.
20. Операционные системы платформ предоставления услуг
21. Схемы масштабирования платформ.
22. Схемы резервирования платформ.
23. Подписной фрод (Subscription fraud).
24. Технический фрод (Technical fraud).

25. Проблемы безопасности в сетях широкополосного доступа

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**Основная литература.**

1. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А. Г. Бельтов, И. Ю. Жуков, Д. М. Михайлов, А. В. Стариковский. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 206 с. - (Просто, кратко, быстро). - ISBN 978-5-16-004889-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002710>
2. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-

7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL:
<https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература.

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. - Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2
5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4
6. Жуков, В. Г. Беспроводные локальные сети стандартов IEEE 802.11 a/b/g [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Жуков. - Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2010. - 128 с. - Текст : электронный. - URL:
<https://znanium.com/catalog/product/463047>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

1. Учебная аудитория на 25 человек. Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010. Договор № 812/11 от 30.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

2. Помещение 324

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы спутниковой связи и навигации»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Савченко М. П., к. т. н., доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Системы спутниковой связи и навигации».

Цель дисциплины «Системы спутниковой связи и навигации» является освоение современных и перспективных систем спутниковой связи, систем спутниковой навигации, систем сбора и распределения информации по каналам спутниковой связи, использующих возможности современных навигационных систем, возможностей организации корпоративных сетей с применением спутниковых каналов связи.

Задачами изучения дисциплины «Системы спутниковой связи и навигации» являются:

1. Обучение студентов методам организации и эксплуатации систем спутниковой связи.
2. Обучение способам контроля основных электрических параметров радиооборудования, контроля параметров каналов, образованных с помощью этого оборудования.
3. Приобретение знаний по эксплуатации наземного сегмента систем и обработки и интерпретации информации, полученной с помощью этих систем.

Ознакомление студентов с российскими национальными и международными проектами в области систем спутниковой навигации.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях	Знать: организацию и правила осуществления проверок технического состояния и оценки остатка ресурса сооружений, оборудования и средств связи, применить современные методы их обслуживания и ремонта, подготовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности оборудования, средств, систем и сетей связи; Уметь: организовать техническую эксплуатацию устройств, систем и сооружений радиосвязи с учетом требований техники безопасности в том числе: осуществлять проверку

	неопределенности, избыточности и недостаточности исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	технического состояния и оценивать остаток ресурса средств связи; применять современные методы их обслуживания и ремонта, производить поиск и устранение неисправностей, осуществлять резервирование. Владеть: навыками настройки и регулировки систем радиосвязи при производстве, установке и технической эксплуатации
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	Знать: способы проведения расчетов по проекту сетей, сооружений и средств связи в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ Уметь: проводить технико-экономическое обоснования проектных расчетов с использованием современных подходов и методов Владеть: навыками проведения расчетов по проектированию сетей, сооружений и средств радиосвязи в соответствии с требованиями технического задания по объему и видам передаваемой информации и помехозащищенности

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы спутниковой связи и навигации» представляет собой дисциплину по выбору *части, формируемой участниками образовательных отношений* блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Общие принципы построения систем спутниковой связи.	Обобщенная структурная схема системы СС. Общие принципы построения. Классификация. Диапазоны частот и их особенности
2	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Назначение и принципы построения систем спутниковой навигации. Навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS. Типы навигационных сигналов систем ГЛОНАСС и GPS. Точность определения местоположения в ГНСС. Приёмная аппаратура радиосигналов ГНСС. Сферы применения систем спутниковой навигации. Преимущества совместного использования ГНСС.
3	Тема 3. Многоцелевая космическая система «АРКТИКА»	Основные цели и задачи МКС «АРКТИКА». Состав МКС. Орбитальная группировка. Наземный сегмент. Подсистема «АРКТИКА-Р». Подсистема «АРКТИКА-МС» Подсистема «АРКТИКА-М». Потребители информации МКС «АРКТИКА». Сбор и распределение метеорологической информации.
4	Тема 4. Системы спутникового мониторинга и сигнализации.	Автоматизированные системы управления транспортом. Мониторинг промысловых судов. Спутниковые системы сигнализации

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Общие принципы построения систем спутниковой связи.	Обобщенная структурная схема системы СС. Диапазоны частот и их особенности
2	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Назначение и принципы построения систем спутниковой навигации. Навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS.
3	Тема 3. Многоцелевая космическая система «АРКТИКА»	Основные цели и задачи МКС «АРКТИКА». Состав МКС. Орбитальная группировка. Наземный сегмент.
4	Тема 4. Системы спутникового мониторинга и сигнализации.	Автоматизированные системы управления транспортом. Мониторинг промысловых судов. Спутниковые системы сигнализации

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Знакомство со стендом, изучение программного и аппаратного обеспечения. Изучения основных принципов работы глобальных систем позиционирования.
2	Тема 2. Системы спутниковой навигации	NMEA-протокол. Особенности работы, назначение различных типов посылок. Посылки GGA, GSA, GSV, RMC, VTG.

4	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Команды управления приемником. Включение и выключение некоторых типов посылок. Использование модуля для генерации сигналов точного времени.
5	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Установление соединения со спутниками. Виды стартов, способы ускорения запуска модуля. Эфемериды, альманахи.
6	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Изучение факторов, влияющих на точность приема. Различные типы антенн, влияние зданий и помех, влияющих на качество приема. Изучение технологий HDOP, PDOP, VDOP. Изучение факторов, влияющих на отношения сигнал/шум.
7	Тема 2. Системы спутниковой навигации	Изучение технологии составления маршрутов, работа приемника в качестве трекера.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы.

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме занятия, выполнить задание на самостоятельную подготовку, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторного занятия.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем

дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Общие принципы построения систем спутниковой связи.	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 2. Системы спутниковой навигации	ПК-3 ПК-5	Тестирование, выполнение практической работы
Тема 3. Многоцелевая космическая система «АРКТИКА»	ПК-3 ПК-5	Тестирование
Тема 4. Системы спутникового мониторинга и сигнализации.	ПК-3 ПК-5	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Тестовые задания:

1. Система цифрового спутникового непосредственного телевизионного вещания относится к

- а) фиксированной спутниковой службе (ФСС);
- б) подвижной спутниковой службе (ПСС);
- в) радиовещательной спутниковой службе (РСС);
- г) мультимедийной широковещательной службе;
- е) ни к одной из перечисленных

2. Цифровое спутниковое непосредственное телевизионное вещание осуществляется в диапазоне
- a) L
 - b) S
 - c) C
 - d) X
 - e) Ku
3. Цифровое спутниковое телевизионное вещание на Европу осуществляется по стандарту
- a) DVB-H
 - b) DVB-T
 - c) DVB-S
 - d) DVB-C
 - e) IPTV
4. Для многократного использования частотных каналов в СТВ применяется пространственно-поляризационное разделение электромагнитных волн
- a) линейная поляризация V, H;
 - b) линейная поляризация R, L;
 - c) круговая поляризация V, H;
 - d) круговая поляризация R, L;
 - e) все перечисленные выше.
5. Передача телевизионной цифровой информации по спутниковому каналу способом ОКН - каждый телевизионный канал на своей несущей (Single Channel Per Carrier - SCPC) в частотной полосе спутникового канала осуществляется в
- a) фиксированной спутниковой службе (ФСС);
 - b) подвижной спутниковой службе (ПСС);
 - c) радиовещательной спутниковой службе (РСС);
 - d) мультимедийной широковещательной службе;
 - e) во всех перечисленных.
6. Передача телевизионной цифровой информации по спутниковому каналу способом НКН - несколько телевизионных каналов на одной (общей) несущей (Multi Channel Per Carrier — MCPC) спутникового канала осуществляется в

- a) фиксированной спутниковой службе (ФСС);
- b) подвижной спутниковой службе (ПСС);
- c) радиовещательной спутниковой службе (РСС);
- d) мультимедийной широковещательной службе;
- e) во всех перечисленных.

7. В стандарте DVB-S2 для кодирования видео- и аудиопрограмм используется стандарт

- a) MPEG
- b) MPEG-2
- c) MPEG-4
- d) AVC
- e) FEC

8. В стандарте DVB-S2 предусматривается формат модуляции

- a) QPSK,
- b) 8PSK,
- c) 16APSK,
- d) 32APSK,
- e) Все перечисленные выше.

9. Какие из перечисленных геостационарных спутников имеют зону покрытия, охватывающую 95% территории России, на которой проживает 98% населения страны?

- a) Экспресс-AM1 (40° в.д.);
- b) Экспресс-AM3 (140° в.д.);
- c) Ямал 201 (90° в.д.);
- d) Ямал 202 (49° в.д.);
- e) Ямал 402 (55° в.д.).

10. Каково наименьшее количество спутников, сигналы которых должен принять приёмник ГЛОНАСС или GPS, чтобы уверенно определить координаты точки и высоту над уровнем моря?

- a) 2;
- b) 3;
- c) 4;
- d) 5;

е) 6.

11. Какова высота орбиты навигационных спутников ГЛОНАСС и GPS?

- a) 1000 – 1500 км;
- b) 5 - 10 тыс. км;
- c) 12 – 15 тыс. км;
- d) 19 – 20 тыс. км;
- e) 25 – 36 тыс. км.

12. Какое наименьшее количество спутников должно быть в орбитальной группировке ГЛОНАСС, чтобы система обеспечивала заявленную точность позиционирования в любой части Земли?

- a) 12;
- b) 18;
- c) 24;
- d) 30;
- e) Здесь нет правильного числа.

13. Для повышения точности определения местоположения в ГНСС необходимо учитывать задержку радиосигнала в тропосфере. С этой целью увеличивают:

- a) Количество спутников в системе;
- b) Количество плоскостей орбит спутников;
- c) Количество частот излучения навигационных сигналов;
- d) Продолжительность посылки навигационного сообщения;
- e) Количество земных станций управления спутниками.

14. Что из перечисленного ниже относится к спутниковым методам исследования атмосферы?

- a) Спектрофотометры УФ- и видимого диапазонов;
- b) Радиолокаторы бокового обзора;
- c) Фотокамеры видимого и ближнего ИК-диапазонов;
- d) Скаттерометры;
- e) Всё перечисленное.

15. Каков период обращения спутника на геостационарной орбите?

- a) 12 часов;

- b) 105 минут;
- c) 24 часа;
- d) 48 часов;
- e) 6 часов.

16. Какие из перечисленных ниже спутников относятся к российским спутниковым системам ДЗЗ?

- a) Луч-М;
- b) Ресурс-ДК;
- c) Стерх;
- d) Надежда;
- e) АРКТИКА-МС.

17. Каково назначение космической системы ДЗЗ «СМОТР»?

- a) Навигация;
- b) Трансляции телевизионных сигналов;
- c) Спасения терпящих бедствие;
- d) Метеорологии;
- e) Мониторинг трубопроводов.

18. Система КОСПАС-SARSAT предназначена для целей:

- f) Навигации;
- g) Подвижной спутниковой связи;
- h) Трансляции телевизионных сигналов;
- i) Спасения терпящих бедствие;
- j) Метеорологии.

20. В какой из перечисленных систем предусматривается трансляция сигнала с задержкой?

- a) Ямал,
- b) Одиссей,
- c) Глобалстар (Globalstar),
- d) ГЛОНАСС,
- e) КОСПАС.

21. Какие из указанных диапазонов частот спутниковых систем передачи используются для создания систем связи с носимыми терминалами?

- a) L,
- b) C,
- c) Ku,
- d) Ka,
- e) Ни один.

22. Наиболее продолжительную связь со спутником обеспечивают орбиты:

- a) ГСО (GEO),
- b) ВЭО (HEO),
- c) Средние круговые (MEO),
- d) Низкие круговые (LEO),
- e) Солнечносинхронные.

23. Наибольшую зону обслуживания одним КА позволяет получить орбита:

- a) ГСО (GEO),
- b) ВЭО (HEO),
- c) Средние круговые (MEO),
- d) Низкие круговые (LEO),
- e) Солнечносинхронная.

24. Для покрытия территории России достаточно иметь ретранслятор с шириной луча приемопередающей антенны:

- a) $24^\circ \times 24^\circ$,
- b) $17^\circ \times 17^\circ$,
- c) $17^\circ \times 8,5^\circ$,
- d) $12^\circ \times 6^\circ$,
- e) $5^\circ \times 3^\circ$.

25. Применение на КА многолучевой антенны позволяет:

- a) Построить многоствольный ретранслятор,
- b) Использовать малогабаритные земные терминалы,
- c) Повысить эффективность использования выделенной полосы частот,
- d) Реализовать сложный контур зоны покрытия,
- e) Получить всё перечисленное вместе.

26. При каком способе многостанционного доступа к ретранслятору увеличение числа ЗССС в сети более некоторого количества требует снижения мощности передатчиков ЗССС?

- a) МДВР,
- b) МДЧР,
- c) Кодовое разделение,
- d) Разделение по форме,
- e) Во всех перечисленных.

27. При заданной мощности шума на входе приёмника увеличение FEC приводит:

- a) К росту BER
- b) Снижению BER;
- c) Повышает E_b/N_0
- d) Понижает E_b/N_0
- e) Не влияет ни на что.

28. Земные спутниковые станции VSAT используются для организации связи через КА на орбитах:

- a) ГСО (GEO),
- b) ВЭО (HEO),
- c) Средних круговых (MEO),
- d) Низких круговых (LEO),
- e) Полярных круговых.

29. Орбитальная группировка какой системы связи насчитывает наибольшее количество спутников?

- a) Iridium,
- b) Globalstar,
- c) ICO,
- d) INMARSAT,
- e) «Полярная звезда».

30. Спутниковая система распределения телерадиопрограмм на территория России и СНГ строится на основе спутников:

- a) ЭКСПРЕСС (GEO),
- b) Ростелесат (МЕО),
- c) Электро-Л (GEO),
- d) АРКТИКА-МС (НЕО),
- e) КОСПАС (LEO).

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. Принципы построения систем связи через ИСЗ. Способы ретрансляции.
2. Способы организации сетей спутниковой связи.
3. Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи, МДЧР.
4. Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи, МДВР.
5. Многостанционный доступ в системах с кодовым разделением каналов.
6. Назначение и статус систем спутниковой связи.
7. Диапазоны частот, используемые в спутниковых системах связи и вещания.
8. Орбиты спутников телекоммуникационных систем.
9. Классификация ССП.
10. Важнейшие показатели земных и космических станций. Основные показатели системы в целом.
11. Зоны видимости, покрытия, обслуживания.
12. Устройство земных станций.
13. Устройство космических станций.
14. Функциональная схема ретранслятора с многолучевой антенной.
15. Антенны земных станций ССП.
16. Особенности распространения сигналов в спутниковых линиях связи. Солнечная интерференция.
17. Шумы атмосферы, антенн и приемных систем.
18. Уравнения связи для двух участков линии.
19. Оценка качества сигнала в цифровых системах передачи.
20. Проблемы электромагнитной совместимости спутниковых телекоммуникационных систем.
21. Геостационарные спутниковые телекоммуникационные системы ФСС.
22. Спутниковые телекоммуникационные системы и сети на основе VSAT.
23. Геостационарные спутниковые системы связи с мобильными терминалами.
24. Спутниковые системы связи с персональными терминалами.

25. Спутниковые системы мониторинга и сигнализации.
26. Системы дистанционного зондирования Земли.
27. Многоцелевая космическая система «Арктика».
28. Спутниковая навигационная система GPS.
29. Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС.
30. Международная спутниковая система спасения терпящих бедствие КОСПАС-САРСАТ.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Кашкаров А.П. Система спутниковой навигации ГЛОНАСС / А.П. Кашкаров. - Москва: ДМК Пресс, 2018. - 96 с. - ISBN 978-5-97060-597-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032283>
2. Дмитриев С. Н. Системы спутниковой связи: лабораторный практикум / С. Н. Дмитриев. - Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2019. - 76 с. - ISBN 978-5-7996-2597-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1923131>

Дополнительная литература

1. Сомов А. М. Расчет антенн земных станций спутниковой связи / Сомов А.М. - Москва :Гор. линия-Телеком, 2010. - 290 с.: ISBN 978-5-9912-0158-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561301>
2. Микрин Е. А. Навигация космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие / Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. - 2-е изд. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. - 348 с. - ISBN 978-5-7038-4896-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1963341>
3. Кукк К. И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее / Кукк К.И. - Москва :Гор. линия-Телеком, 2015. - 256 с. ISBN 978-5-9912-0512-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/513587>
4. Дмитриев С. Н. Системы спутниковой связи : лабораторный практикум / С. Н. Дмитриев. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2019. - 76 с. - ISBN 978-5-7996-2597-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1923131>
5. Сомов А. М. Спутниковые системы связи: Учебное пособие для вузов / А.М. Сомов, С.Ф. Корнев; Под ред. А.М. Сомова. - Москва: Гор. линия-Телеком, 2012. - 244 с.: ил.,. ISBN 978-5-9912-0225-1, 500 экз. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561348>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 234 «Лаборатория спутниковой связи и цифрового телевидения»

Состав лабораторного оборудования:

Земная станция спутниковой связи (1шт) в составе:

- антенна приёмо-передающая АПП-2,5
- приёмник ПМ -1;
- передатчик ПД6-20;
- модем
- блок обработки сигналов БОС;

- устройство УПН;

- устройство ДЭКМ –М

Приемник навигационных сигналов GPS/ГЛОНАСС/GALILEO - 2шт.

Анализаторы спектра: С4-60 - 2шт., С4-59 - 1шт., GSP-7830 - 1шт

Частотомеры электронно-счётные: ЧЗ – 66 - 2шт., ЧЗ – 34А - 1шт., АКИП – 5102 - 1шт.

Ваттметр Я2М – 66 - 1шт.

Генераторы: Г4 – 107 - 2шт., Г4 – 80 - 2шт.

Милливольтметры: ВЗ – 25 - 2шт., ВЗ – 43 - 1шт.

Источники питания постоянного тока Б5 – 48 - 1шт., GHD – 733035 - 1шт.

Осциллографы электронные цифровые: TDS2022C - 1шт., TDS3032C - 1шт.

Мультиметры: Agilent 34410A - 1шт. M890G - 1шт.

Персональные компьютеры - 4шт.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сети беспроводной связи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Савченко М. П., к. т. н., доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Сети беспроводной связи».

Цель дисциплины «Сети беспроводной связи» является изучение студентами принципов построения современных беспроводных информационных сетей, знание основных характеристик беспроводных каналов связи различных диапазонов частот, применяемых видов модуляции, особенностей построения аппаратуры, организации передачи данных, аспекты информационной безопасности, перспективы развития сетевых информационных технологий.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях неопределенности, избыточности и недостаточности исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	Знать: стандарты и принципы построения современных систем беспроводной связи, архитектуры и основные топологии; виды и характеристики сигналов, используемых в современных системах беспроводной связи; принципы работы устройств, блоков и трактов в составе систем беспроводной связи; Уметь: выполнять расчет параметров и пропускной способности беспроводных систем связи; проводить расчет объема и выбор оборудования беспроводных систем связи; применять методики оценки защищенности систем беспроводной связи; объяснять функциональное назначение элементов беспроводных систем и влияние их параметров на характеристики беспроводной системы связи. Владеть: терминологией в области современных беспроводных систем связи; навыками чтения и изображения структурных и функциональных схем блоков и устройств систем беспроводной связи; способностью выбора топологии беспроводной сети; основами проектирования и расчета подсистем

		защищенной беспроводной связи различных стандартов
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	Знать: основные показатели функционирования беспроводных систем связи; основы аппаратного и программного построения узлов и устройств систем беспроводной связи; принципы взаимодействия подсистем и узлов в беспроводных системах связи; методы анализа и контроля работоспособности и системных характеристик систем беспроводной связи. Уметь: определять основные показатели узлов и устройств беспроводных систем связи; формировать модифицированную структуру сети беспроводной связи; выполнять анализ и контроль работоспособности и системных характеристик систем беспроводной связи. Владеть: методами расчета основных показателей беспроводных систем связи; основными понятиями аппаратного и программного обеспечения узлов и устройств беспроводных систем связи; способностью выполнить планирование беспроводных сетей радиосвязи; способностью анализа и контроля системных характеристик систем беспроводной связи; способностью проводить инструментальный мониторинг качества обслуживания и анализ защищенности информации от несанкционированного доступа

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сети беспроводной связи» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Характеристики беспроводных каналов связи	Общая структура системы радиосвязи. Отношение сигнал/шум. Частота ошибок. Пропускная способность канала связи. Скорость передачи данных. Эффективная ширина спектра передаваемого сигнала. Спектральная эффективность. Предельные соотношения между помехоустойчивостью и спектральной эффективностью. Характеристики среды

		передачи. Антенны и их характеристики. Уравнение дальности. Классификация моделей радиотрасс. Особенности радиоканалов различных диапазонов частот. Влияние подстилающей поверхности. Замирания и затухание на трассе. Статистические модели канала. Бюджет радиолинии.
2	Тема 2. Модуляция, кодирование и разделение каналов	Виды модуляции. Цифровая модуляция - фазовая, квадратурная, частотная, частотная с непрерывной фазой. Формирование спектра, условие отсутствия межсимвольной интерференции. Принципы когерентного и некогерентного приема, оценка помехоустойчивости. Кодирование и перемежение в технике беспроводной связи. Пространственно-временное кодирование. Адаптивная модуляция и кодирование. Многочастотная модуляция (технологии OFDM, DMT). Формирование и прием сигнала с помощью дискретного преобразования Фурье. Циклический префикс. Достоинства и недостатки многочастотных систем. Понятие о расширении спектра Прямое расширение спектра. Понятия множественного доступа и разделения каналов. Частотно-временной ресурс. Временное, частотное и кодовое разделение каналов.
3	Тема 3. Беспроводные сети Wi-Fi (группа стандартов IEEE 802.11)	Особенности беспроводных сред передачи, особенности аппаратной реализации радиоканалов передачи данных. Технологии беспроводных локальных сетей. Группа стандартов IEEE 802.11. Положение в модели OSI. Топологии сетей Wi-Fi. Структура и содержание канального уровня. Разделение доступа к среде. Использование подтверждений. Резервирование среды. Фрагментация пакетов. Архитектура и сервисы. Классификация пакетов. Использование полей заголовка. Физический уровень (PHY). Характеристики беспроводного канала связи. Виды модуляции, сигнально-кодовые конструкции. Технологии 802.11 b, a/g, n. Современное оборудование Wi-Fi и его технические характеристики. Конфигурирование беспроводных локальных сетей. Проблемы информационной безопасности сетей 802.11.
4	Тема 4. Персональные беспроводные сети	Группа стандартов IEEE802.15. Технология Bluetooth. Развитие стандартов Bluetooth. Архитектура Bluetooth. Физический уровень. Виды модуляции, сигнально-кодовые конструкции. Стек протоколов, сервисы. Формат пакета Bluetooth. Современное оборудование Bluetooth и его технические характеристики. Конфигурирование беспроводных Bluetooth соединений и сетей. Информационная безопасность Bluetooth.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Характеристики беспроводных каналов связи	Общая структура системы радиосвязи. Основные характеристики. Антенны и их характеристики. Классификация моделей радиотрасс. Особенности радиоканалов различных диапазонов частот. Бюджет радиолинии.
2	Тема 2. Модуляция, кодирование и разделение каналов	Виды модуляции. Цифровая модуляция. Принципы когерентного и некогерентного приема, оценка помехоустойчивости. Кодирование и перемежение в технике беспроводной связи. Понятие о расширении спектра Прямое расширение спектра. Понятия множественного доступа и разделения каналов.
3	Тема 3. Беспроводные сети Wi-Fi (группа стандартов IEEE 802.11)	Группа стандартов IEEE 802.11. Топологии сетей Wi-Fi. Структура и содержание канального уровня. Архитектура и сервисы. Характеристики беспроводного канала связи. Современное оборудование Wi-Fi и его технические характеристики. Конфигурирование беспроводных локальных сетей. Проблемы информационной безопасности сетей 802.11.
4	Тема 4. Персональные беспроводные сети	Группа стандартов IEEE802.15. Технология Bluetooth. Архитектура Bluetooth. Стек протоколов, сервисы. Формат пакета Bluetooth. Современное оборудование Bluetooth и его технические характеристики. Конфигурирование беспроводных Bluetooth соединений и сетей. Информационная безопасность Bluetooth.

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Характеристики беспроводных каналов связи	Характеристики беспроводных каналов связи, модели радиотрасс, расчет бюджета радиолинии
2	Тема 2. Модуляция, кодирование и разделение каналов	Модуляция, кодирование и разделение каналов. Моделирование сигналов с цифровой модуляцией. Моделирование

		сигналов DSSS. Моделирование сигналов OFDM .
4	Тема 3. Беспроводные сети Wi-Fi (группа стандартов IEEE 802.11)	Настройка беспроводной сети Wi-Fi
5	Тема 3. Беспроводные сети Wi-Fi (группа стандартов IEEE 802.11)	Анализ физического уровня. Анализ уровня Data Link беспроводной сети Wi-Fi.
6	Тема 4. Персональные беспроводные сети	Настройка беспроводной сети Bluetooth.
7	Тема 4. Персональные беспроводные сети	Анализ физического уровня. Анализ уровня Data Link сети Bluetooth

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы.

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме занятия, выполнить задание на самостоятельную подготовку, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторного занятия.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем,

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Характеристики беспроводных каналов связи	ПК-3 ПК-5	Опрос, выполнение практической работы
Тема 2. Модуляция, кодирование и разделение каналов	ПК-3 ПК-5	Опрос, выполнение практической работы
Тема 3. Беспроводные сети Wi-Fi (группа стандартов IEEE 802.11)	ПК-3 ПК-5	Опрос, выполнение практической работы
Тема 4. Персональные беспроводные сети	ПК-3 ПК-5	Опрос, выполнение практической работы

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Вопросы для устного опроса:

1. В чем заключается основной принцип беспроводной связи.
2. Как зависит мощность сигнала в точке приема от мощности передатчика.
3. Как зависит мощность сигнала в точке приема от частоты.
4. Как зависит мощность сигнала в точке приема от расстояния до передатчика.
5. Что такое замирания сигнала.
6. Каковы общие причины замираний.
7. Какие виды замираний сигнала существуют.
8. Что такое многолучевое распространение сигналов.
9. Основные методы борьбы с замираниями сигналов.
10. Какие методы множественного доступа используются в сетях беспроводной связи.
11. Что будет со спектром сигнала, если сигнал сжимается в n раз.
12. В каких диапазонах работает оборудование локальных беспроводных сетей связи.

13. Что такое адаптивная модуляция.
14. В чем идея умных антенн.
15. В чем заключается смысл технологии OFDMA.
16. Классификация беспроводных сетей в зависимости от радиуса действия.
17. Какие топологии используются при построении локальных беспроводных сетей связи.
18. Каким образом осуществляется роуминг в беспроводных сетях.
19. Какой механизм доступа к среде используется в беспроводных сетях стандарта 802.11
20. Перечислите действия, которые выполняет беспроводная станция 802.11, использующая распределенную функцию координации, для передачи фрейма.
21. Для чего предназначен фрейм подтверждения.
22. В чем заключается проблема скрытого узла.
23. Почему возникают ложные блокировки узлов беспроводной сети.
24. Для каких целей используется фрагментация фреймов.
25. Опишите процесс доступа к среде с использованием точечной функции координации.
26. Дайте характеристику процесса аутентификации.
27. Каким образом осуществляется работа с одноадресными фреймами в режиме сниженного энергопотребления.
28. Как проводится работа с широковещательными фреймами в режиме сниженного энергопотребления.
29. Опишите структуру кадра MAC-уровня сети 802.11.
30. Какие фреймы в спецификации стандарта 802.11 относятся к управляющим фреймам.
31. Какие фреймы в спецификации стандарта 802.11 являются служебными фреймами.
32. Опишите структуру кадров физического уровня сети 802.11.
33. Перечислите и охарактеризуйте типы заголовком физического уровня, описанного стандартом IEEE 802.11b.
34. Охарактеризуйте структуру кадров физического уровня сети стандарта IEEE 802.11a.
35. В чем состоит технология расширения спектра методом прямой последовательности (DSSS) с использованием расширяющей последовательности?
36. Дайте описание технологии кодирования комплементарным кодом (ССК).
37. Охарактеризуйте технологию пакетного бинарного сверточного кодирования (PBCC).
38. Расскажите о технологии ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM).
39. Охарактеризуйте технологию реализации физического уровня стандарта IEEE 802.11g
40. Какие возможные скорости и типы модуляции существуют в спецификации стандарта IEEE 802.11g

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Основные определения: компьютерная сеть, беспроводная сеть, широкополосная беспроводная сеть.
2. История развития беспроводных сетей.
3. Классификация беспроводных сетей.
4. Характеристики беспроводных сетей.
5. Способы разделения доступа: временной, частотный, кодовый, пространственный.
6. Организация физического и канального уровней.
7. Способы расширения спектра сигналов.
8. Код Баркера.
9. Методы модуляции.
10. Представление данных на сигнальном созвездии.
11. Коды Уолша и матрица Адамара.
12. Ортогональные коды.
13. Построение пунктурных кодеров.
14. Построение сверточных кодеров.
15. Сверхскоростные беспроводные сети.
16. Архитектура и характеристики сетей Wi-Fi стандартов 802.11b, a, g, n, s, xxx.
17. Протоколы сетей Wi-Fi стандартов 802.11b, a, g, n, s, xxx.
18. Автоматизация проектирования Wi-Fi сетей.
19. Методика проектирования широкополосных сетей большой размерности.
20. Настройка и программирование беспроводного оборудования.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	отлично	зачтено	86-100

		Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает</i> <i>нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. -

- (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. -Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2
 5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4
 6. Жуков, В. Г. Беспроводные локальные сети стандартов IEEE 802.11 a/b/g [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Жуков. - Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2010. - 128 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/463047>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных систем»

Состав лабораторного оборудования:

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7,

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

Специализированное программное обеспечение OnePlan RPLS DB RFP.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование сетей мобильной связи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Планирование сетей мобильной связи».

Цель дисциплины «Планирование сетей мобильной связи» является изучение студентами принципов построения и оптимизации сетей мобильной связи различных стандартов с использованием современных систем автоматизированного проектирования.

Задачей дисциплины является обучение магистров по вопросам принципов использования геоинформационных баз данных для решения задач частотно-территориального планирования мобильных сетей, алгоритмов территориального, частотного и кодового планирования, методик оценки емкости и пропускной способности сетей мобильной связи при передаче разнородного трафика.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4. Способность к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	ПК-4.1. Имеет представление о методах и технологиях проектирования и строительства систем радиосвязи, линейно-кабельных сооружений связи. Знаком с правилами выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию, номенклатура современных изделий, оборудования и материалов, технологии производства работ ПК-4.2. Оценивает соблюдение утвержденных проектных решений, формирует необходимую документацию о ходе и результатах осуществления строительного надзора ПК-4.3. Применяет современные информационно-коммуникационных технологий, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов. Контролирует соблюдения утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации. Выполняет обследование объектов, систем связи (телекоммуникационных систем) в случае возникновения в ходе строительства (монтажа) непредвиденных ситуаций, контролирует соблюдение утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации	Знать: основы территориального, частотного и кодового планирования сетей мобильной связи; основные методики оценки емкости и пропускной способности сетей мобильной связи при передаче различного вида сообщений; методы построения и оптимизации сетей мобильной связи с использованием цифровых карт местности и специализированных программных продуктов; частотные планы, протоколы связи, функциональные схемы и технические характеристики различных стандартов мобильной связи Уметь: проводить технико-экономическое обоснования проектных расчетов с использованием современных подходов и методов; формулировать требования к радиосистемам в зависимости от класса трафика и показателей качества; моделировать сети подвижной радиосвязи с помощью специализированных программных продуктов. Владеть навыками проведения расчетов по проектированию сетей, сооружений и средств

		радиосвязи в соответствии с требованиями технического задания по объему и видам передаваемой информации и помехозащищенности; навыками работы с профессиональными САПР в области планирования радиосетей
ПК-5. Способность к разработке принципов функционирования и технических решений по совершенствованию характеристик и созданию радиоэлектронных средств и комплексов инфокоммуникационных систем	ПК-5.1. Имеет представление о методах выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Знаком с достижениями науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств. Знает основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации, методы и средства разработки радиоэлектронных средств и проектирования инфокоммуникационных систем с использованием программных средств автоматизированного проектирования, процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. ПК-5.2. Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, инфокоммуникационных технологий, проводит анализ патентной литературы. Выполняет математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах, распространения электромагнитных волн в различных условиях с использованием прикладных программ. Пользуется методиками выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств и инфокоммуникационных систем. Выполняет математическое моделирование процессов по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ПК-5.3. Исследует физические принципы функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства или инфокоммуникационной системы, определяет факторы, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения. Разрабатывает цифровые модели проектируемого радиоэлектронного средства, проводит компьютерное моделирование, оценивает результат.	Знать: характеристики и основные модели распространения сигналов в радиоканалах систем подвижной связи; способы проведения расчетов по проекту сетей, сооружений и средств связи в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. Уметь: исследовать параметры радио интерфейса и качества передачи в сетях беспроводной связи; формулировать требования к радиосистемам в зависимости от класса трафика и показателей качества; оценивать пропускную способность радиосистем подвижной связи Владеть навыками использования современной научно-технической информацией по исследуемым проблемам и задачам; прогнозирования прохождения радиоволн в системах сотовой связи различных стандартов; проведения исследований, направленных на развитие систем сотовой связи, обеспечение требуемых качественных эксплуатационных показателей и организацию услуг в сетях 4 и 5 поколений

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Планирование сетей мобильной связи» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей мобильной радиосвязи.	Задачи, решаемые с помощью систем частотно-территориального планирования. Обобщенная функциональная схема системы частотно-территориального планирования. Номенклатура баз данных, используемых системами частотно-территориального планирования на примере программного продукта OnePlan RPLS DB RFP. Расчетные модули системы частотно-территориального планирования на примере программного продукта OnePlan RPLS DB RFP. Понятие геоинформационной системы. Принципы создания геоинформационных систем. Требования к цифровым картам местности для решения задач планирования сетей подвижной радиосвязи. Структура геоинформационной системы для систем частотно-территориального планирования.
2	Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	Организация процесса обслуживания вызовов в сетях мобильной связи. Система с отказами в обслуживании. Система с ожиданием обслуживания.
3	Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	Многолучевое распространение сигналов в радиоканалах сетей мобильной связи. Затухание радиосигналов на трассе распространения. Методика МККР. Модель Ли. Модель Окамуры. Модель Окамуры-Хата. Модель COST231-Хата. Модель COST231-Уолфиш-Икегами. Модель Ксиа-Бертони. Рекомендация 3GPP TR 38.901. ГОСТ Р 55897-2013. Замирания радиосигналов. Аддитивные помехи.
4	Тема 4. Частотно-территориальное планирование сетей мобильной связи с частотно-временным разделением каналов.	Постановка задачи частотно-территориального планирования сети с частотно-временным разделением каналов. Алгоритм планирования сети. Методика построения начального приближения. Бюджет потерь. Расчет абонентской емкости, оценка пропускной способности сети при передаче пакетного трафика, оценка трафика управления и сигнализации. Методика оптимизации параметров сети. Методы назначения частот.
5	Тема 5. Планирование сетей мобильной связи с кодовым разделением каналов.	Постановка задачи планирования сети с кодовым разделением каналов. Алгоритм планирования сети. Методика построения начального приближения сети, оценка покрытия и абонентской емкости. Оптимизация параметров сети. Методы распределения кодов в сетях сотовой связи с кодовым разделением каналов. Особенности построения сетей сотовой связи с ортогональным частотным разделением каналов.
6	Тема 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.	Постановка задачи планирования сетей 4 и 5 поколений. Алгоритм планирования сети. Методика построения начального приближения сети, оценка покрытия и абонентской емкости. Оптимизация параметров сети. Методы распределения ресурсов в сетях 4 и 5 поколений.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей мобильной радиосвязи.	Требования к цифровым картам местности для решения задач планирования сетей подвижной радиосвязи. Структура геоинформационной системы для систем частотно-территориального планирования.
2	Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	Организация процесса обслуживания вызовов в сетях мобильной связи. Оценка трафика.
3	Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	Методы оценки затухания при распространении сигналов в радиоканалах сетей мобильной связи. Замирания радиосигналов. Аддитивные помехи.
4	Тема 4. Частотно-территориальное планирование сетей мобильной связи с частотно-временным разделением каналов.	Частотно-территориальное планирование сети с частотно-временным разделением каналов. Методика построения начального приближения. Методика оптимизации параметров сети. Методы назначения частот.
5	Тема 5. Планирование сетей мобильной связи с кодовым разделением каналов.	Алгоритм планирования сети с кодовым разделением каналов. Методика построения начального приближения сети, оценка покрытия и абонентской емкости. Оптимизация параметров сети. Методы распределения кодов в сетях сотовой связи с кодовым разделением каналов.
6	Тема 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.	Алгоритм планирования сетей 4 и 5 поколений. Методика построения начального приближения сети, оценка покрытия и абонентской емкости. Оптимизация параметров сети. Методы распределения ресурсов в сетях 4 и 5 поколений.

Рекомендуемая тематика *лабораторных* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных занятий
1	Тема 1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей мобильной радиосвязи.	Создание и обработка данных для подготовки слоя рельефа местности для использования в программном продукте ONEPLAN RPLS-DB RFP.

2	Тема 1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей мобильной радиосвязи.	Создание слоя застройки и слоя занятости для использования в программном продукте ONEPLAN RPLS-DB RFP.
3	Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	Расчет абонентской емкости, оценка пропускной способности сети стандарта GSM.
4	Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	Расчет абонентской емкости, оценка пропускной способности сети стандарта UMTS.
5	Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	Расчет абонентской емкости, оценка пропускной способности сети стандарта LTE.
6	Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	Расчет абонентской емкости, оценка пропускной способности сети 5 поколения.
7	Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	Расчет бюджета потерь на трассе распространения радиосигнала для сетей стандарта GSM.
8	Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	Расчет бюджета потерь на трассе распространения радиосигнала для сетей стандарта UMTS.
9	Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	Расчет бюджета потерь на трассе распространения радиосигнала для сетей стандарта LTE.
10	Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	Расчет бюджета потерь на трассе распространения радиосигнала для сетей 5 поколения.
11	Тема 4. Частотно-территориальное планирование сетей мобильной связи с частотно-временным разделением каналов.	Планирование сетей стандарта GSM в программном обеспечении ONEPLAN RPLS-DB RFP.
12	Тема 5. Планирование сетей мобильной связи с кодовым разделением каналов.	Планирование сетей стандарта UMTS в программном обеспечении ONEPLAN RPLS-DB RFP.
13	Тема 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.	Планирование сетей стандарта LTE в программном обеспечении ONEPLAN RPLS-DB RFP.
14	Тема 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.	Планирование сетей 5 поколения в программном обеспечении ONEPLAN RPLS-DB RFP.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме занятия, выполнить задание на самостоятельную подготовку, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторного занятия.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей мобильной радиосвязи.	ПК-4 ПК-5	Тестирование, отчет по лабораторной работе
Тема 2. Принципы обслуживания вызовов в системах мобильной связи.	ПК-4 ПК-5	Тестирование, отчет по лабораторной работе
Тема 3. Характеристики радиоканала в сетях мобильной связи.	ПК-4 ПК-5	Тестирование, отчет по лабораторной работе

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Частотно-территориальной планирование сетей мобильной связи с частотно-временным разделением каналов.	ПК-4 ПК-5	Тестирование, отчет по лабораторной работе
Тема 5. Планирование сетей мобильной связи с кодовым разделением каналов.	ПК-4 ПК-5	Тестирование, отчет по лабораторной работе
Тема 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.	ПК-4 ПК-5	Тестирование, отчет по лабораторной работе

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

- Какие из сетей мобильной связи рассчитаны на массовое обслуживание абонентов:
 - сети сотовой связи;
 - сети транкинговой связи;
 - сети персонального радиовызова (пейджинговые);
 - сети персональной спутниковой (мобильной) связи.
- В каких сетях мобильной связи существует возможность организации циркулярного вызова:
 - сети сотовой связи;
 - сети транкинговой связи;
 - сети персонального радиовызова (пейджинговые);
 - сети персональной спутниковой (мобильной) связи.
- Основными элементами сети мобильной связи являются:
 - абонентский терминал;
 - базовая станция;
 - центр коммутации;
 - телефонная сеть общего пользования.
- Функциональными блоками абонентского терминала являются:
 - сумматор мощности;
 - кодер речи;
 - кодер канала;
 - контроллер связи.
- Функциональными блоками базовой станции являются:

- а) сумматор мощности;
 - б) кодер речи;
 - в) кодер канала;
 - г) контроллер связи.
6. Функциональными блоками центра коммутации являются:
- а) сумматор мощности;
 - б) кодер речи;
 - в) кодер канала;
 - г) контроллер связи.
7. Основными требованиями к речевым кодекам являются:
- а) малый динамический диапазон выходных сигналов;
 - б) низкая скорость передачи речи;
 - в) высокая скорость передачи речи;
 - г) большой динамический диапазон выходных сигналов.
8. Основными требованиями к каналу связи сети мобильной связи являются:
- а) количество каналов радиосвязи должно быть равно числу абонентов абонентов;
 - б) каналы радиосвязи должны иметь полосы частот, обеспечивающие передачу стандартных сигналов;
 - в) помехи и искажения в радиоканалах не должны ухудшать качество составных каналов при сопряжении различных систем связи;
 - г) входные и выходные уровни радиосистемы должны обеспечивать стандартный интерфейс между каналами различных систем.
9. Достоинства УКВ диапазона:
- а) большая частотная емкость;
 - б) малые затухания сигналов на трассах радиосвязи;
 - в) отсутствие влияния атмосферных помех;
 - г) малые колебания уровней радиосигналов при движении объектов.
10. Медленные замирания это:
- а) изменение средней мощности сигнала, обусловленное дифракцией;
 - б) изменение средней мощности сигнала, обусловленное многолучевым распространением сигнала;
 - в) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные многолучевым распространением сигнала;
 - г) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные.

11. Быстрые замирания это:

- а) изменение средней мощности сигнала, обусловленное дифракцией;
- б) изменение средней мощности сигнала, обусловленное многолучевым распространением сигнала;
- в) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные многолучевым распространением сигнала;
- г) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные.

12. Интенсивность медленных замираний не превышает:

- а) 1 дБ;
- б) 10 дБ;
- в) 40 дБ;
- г) 60 дБ.

13. Интенсивность быстрых замираний не превышает:

- а) 1 дБ;
- б) 10 дБ;
- в) 40 дБ;
- г) 60 дБ.

14. Периодичность медленных замираний соответствует перемещению подвижной станции на расстояние порядка:

- а) 1 см;
- б) 10 см;
- в) 10 м;
- г) 100 м.

15. Периодичность быстрых замираний соответствует перемещению подвижной станции на расстояние порядка::

- а) 1 см;
- б) 10 см;
- в) 10 м;
- г) 100 м.

16. Для борьбы с последствиями быстрых замираний используют:

- а) помехоустойчивое кодирование;
- б) разнесенный прием;
- в) управляемое переключение частот;
- г) кодирование речи с низкими скоростями.

17. Параметр связности позволяет оценить:
- а) пороговое отношение сигнал/шум;
 - б) скорость передачи данных в канале;
 - в) надежность радиосвязи;
 - г) мощность шума на входе приемника.
18. В методе большого расстояния поле принимается:
- а) стационарным, монотонным и гладким;
 - б) нестационарным, монотонным и гладким;
 - в) стационарным, немонотонным и негладким;
 - г) нестационарным, немонотонным и негладким.
19. В методе малого расстояния поле принимается:
- а) стационарным, монотонным и гладким;
 - б) нестационарным, монотонным и гладким;
 - в) стационарным, немонотонным и негладким;
 - г) нестационарным, немонотонным и негладким.
20. Метод большого расстояния учитывает изменение поля за счет:
- а) затухания в свободном пространстве;
 - б) дифракции на препятствиях;
 - в) интерференции вследствие многолучевого распространения;
 - г) воздействия помех.
21. Модель Окамуры рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
22. Модель Хата рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
23. Модель COST231-Хата рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.

24. Модель COST231-Уолфиш-Икегами рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
25. Основными параметрами абонентской нагрузки в сетях мобильной связи являются:
- а) средняя продолжительность обслуживания вызова;
 - б) средняя интенсивность нагрузки;
 - в) средняя скорость передачи данных;
 - г) число абонентов в соте.
26. Понятие уровня обслуживания используется для :
- а) определения вероятности получения доступа к каналу;
 - б) определения среднего числа абонентов в соте;
 - в) определения максимально возможной скорости передачи;
 - г) определения минимально возможного уровня сигнала.
27. Какие модель обслуживания вызовов используются в сетях мобильной связи:
- а) модель Эрланга А ;
 - б) модель Эрланга В ;
 - в) модель Эрланга С ;
28. Расстояние между ячейками, использующими одни и те же группы частот, зависит от:
- а) частотного диапазона;
 - б) допустимого уровня помех;
 - в) размерности кластера;
 - г) числа базовых станций, расположенных вокруг данной ячейки.
29. Скорость цифрового потока на выходе кодера речи в стандарте GSM составляет:
- а) 4,75 кбит/с;
 - б) 7,95 кбит/с;
 - в) 13 кбит/с;
 - г) 32 кбит/с.
30. В стандарте GSM для модуляции сигнала используется метод:
- а) QPSK;
 - б) QAM;
 - в) MSK;
 - г) GMSK.

31. Абонентскому терминалу стандарта GSM 4 класса соответствует выходная мощность:
- а) 8 Вт;
 - б) 5 Вт;
 - в) 0,8 Вт;
 - г) 2 Вт.
32. Контроллер базовых станций стандарта GSM выполняет следующие функции:
- а) управление распределением радиоканалов;
 - б) модуляция и демодуляция сигналов;
 - в) маршрутизацию вызовов;
 - г) представляет интерфейс с другими сетями связи.
33. Центр коммутации стандарта GSM выполняет следующие функции:
- а) управление распределением радиоканалов;
 - б) модуляция и демодуляция сигналов;
 - в) маршрутизацию вызовов;
 - г) представляет интерфейс с другими сетями связи.
34. Какие данные об абоненте хранятся в домашнем регистре:
- а)IMEI;
 - б)IMSI;
 - в)TMSI;
 - г)LAI.
35. Какие данные об абоненте хранятся в домашнем регистре:
- а)IMEI;
 - б)IMSI;
 - в)TMSI;
 - г)LAI.
36. Какой сетевой элемент генерирует RAND/SRES/Kc:
- а) центр коммутации;
 - б) гостевой регистр;
 - в) домашний регистр;
 - г) центр аутентификации.
37. Какие алгоритмы записаны на SIM карте абонента:
- а) A3;
 - б) A5;
 - в) A8;

- г) ни какие
38. Какие алгоритмы записаны в мобильном телефоне:
- а) A3;
 - б) A5;
 - в) A8;
 - г) ни какие
39. Какие идентификаторы записаны на SIM карте абонента:
- а) IMSI;
 - б) Ki;
 - в) Kc;
 - г) ни какие.
40. Какие идентификаторы записаны в мобильном телефоне:
- а) IMSI;
 - б) Ki;
 - в) Kc;
 - г) ни какие.
41. Входными параметрами при шифровании речи в стандарте GSM являются:
- а) IMSI;
 - б) Ki;
 - в) Kc;
 - г) номер передаваемого кадра.
42. В стандарте GSM в одном частотном канале реализовано:
- а) 4 физических канала;
 - б) 6 физических каналов;
 - в) 8 физических каналов;
 - г) 12 физических каналов.
43. Максимальное время установления соединения в цифровых системах транкинговой связи составляет:
- а) 0,03 с;
 - б) 0,3 с;
 - в) 3 с;
 - г) 30 с.
44. Максимальная скорость передачи в сетях 3G при низкой подвижности абонента составляет:
- а) 144 кбит/с;

- б) 2 Мбит/с;
- в) 44 Мбит/с;
- г) 100 Мбит/с.

45. Какой метод доступа используется в сетях стандарта UMTS:

- а) WCDMA;
- б) TD-CDMA;
- в) OFDMA;
- г) ODMA.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К теме 1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей мобильной радиосвязи.

Работа №1. Подготовка электронной карты местности

1. Цель работы: ознакомиться с принципами использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей подвижной радиосвязи; изучить основные требования к цифровым картам местности для решения задач планирования систем подвижной радиосвязи; типы цифровых карт местности, используемые при планировании сетей радиосвязи; создать с использованием данных, находящихся в свободном доступе, электронную карту местности для выбранного района Калининградской области.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Понятия географической системы координат, системы геодезических координат, картографической проекции.
2. Системы геодезических координат и проекции, используемые при планировании систем подвижной радиосвязи.
3. Требования к цифровым картам местности для решения задач планирования систем радиосвязи.
4. Понятие слоя. Слои, используемые при планировании сетей радиосвязи.
5. Понятие типа занятости местности. Типы занятости, используемые при планировании сетей радиосвязи.
6. ГОСТ Р 55897-2013

Работа №2. Знакомство с программным продуктом OnePlan RPLS DB RFP.

1. Цель работы: изучение основных этапов алгоритма планирования сетей мобильной радиосвязи; определение исходных данных для планирования сети; приобретение навыков

планирования и оптимизации сети мобильной радиосвязи в программном продукте OnePlan RPLS DB RFP.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Алгоритм планирования сети мобильной радиосвязи.
2. Исходные данные, необходимые для планирования сети мобильной радиосвязи.
3. Возможности программного продукта OnePlan RPLS DB RFP.
4. Картографические данные (слои), необходимые для начала работы в OnePlan RPLS DB RFP.
5. Основные этапы планирования сети радиосвязи в программном продукте OnePlan RPLS DB RFP.

К теме 4. Частотно-территориальное планирование сетей мобильной связи с частотно-временным разделением каналов.

Работа №11. Планирование сети сотовой связи GSM для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта GSM; составления частотного плана планируемой сети; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте OnePlan RPLS DB RFP.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Понятие соты, кластера. Принцип динамического распределения каналов и автоматического регулирования мощности.
2. Особенности построения систем мобильной связи с макросотовой структурой.
3. Основные характеристики стандарта GSM.
4. Структурная схема сети стандарта GSM.
5. Радиоинтерфейс в стандарте GSM.
6. Структура логических каналов трафика и управления.
7. Выбор типа частотного кластера.
8. Расчет бюджета радиоканала.
9. Выбор модели распространения радиоволн
10. Оценка трафика. Первая формула Эрланга.
11. Определения числа базовых станций.
12. Составление частотного плана сети GSM.

К теме 5. Планирование сетей мобильной связи с кодовым разделением каналов.

Работа №12. Планирование сети UMTS для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта UMTS; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте OnePlan RPLS DB RFP; сравнительный анализ пространственных параметров сетей GSM и UMTS.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Процесс стандартизации систем 3G.
2. Параметры и архитектура сети UMTS.
3. Технологии радиодоступа в сетях UMTS.
4. Сеть радиодоступа UMTS.
5. Расчет бюджета радиоканала.
6. Выбор модели распространения радиоволн
7. Оценка пропускной способности. Коэффициент загрузки сети.

К теме 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.

Работа №13. Планирование сети LTE для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта LTE; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте OnePlan RPLS DB RFP; сравнительный анализ пространственных параметров сетей GSM, UMTS и LTE.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Параметры и архитектура сети LTE.
2. Радиоинтерфейс LTE.
3. Логические, транспортные и физические каналы LTE.
4. Расчет бюджета радиоканала.
5. Выбор модели распространения радиоволн
6. Оценка пропускной способности. Профиль трафика.
7. Частотное планирование в сетях LTE.

К теме 6. Планирование сетей мобильной связи 4 и 5 поколений.

Работа №14. Планирование сети 5G для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта пятого поколения; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте OnePlan RPLS DB RFP; сравнительный анализ пространственных параметров сетей четвертого и пятого поколений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Параметры и архитектура сети пятого поколения.

2. Особенности радиointерфейса 5G. Сравнение с LTE.
3. Логические, транспортные и физические каналы 5G.
4. Сценарии развертывания сетей пятого поколения.
5. Выбор частотного диапазона.
6. Расчет бюджета радиоканала.
7. Выбор модели распространения радиоволн
8. Оценка пропускной способности. Профиль трафика.
9. Частотное планирование в сетях пятого поколения.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (зачета с оценкой).

1. Задачи, решаемые с помощью систем частотно-территориального планирования.
2. Обобщенная функциональная схема системы частотно-территориального планирования.
3. Номенклатура баз данных, используемых системами частотно-территориального планирования.
4. Расчетные модули системы частотно-территориального планирования.
5. Формирование отчетов и подготовка документации.
6. Понятие геоинформационной системы. Принципы создания геоинформационных систем.
7. Требования к цифровым картам местности для решения задач планирования сетей подвижной радиосвязи.
8. Структура геоинформационной системы для систем частотно-территориального планирования.
9. Организация процесса обслуживания вызовов в сетях мобильной связи. Система с отказами в обслуживании.
10. Организация процесса обслуживания вызовов в сетях мобильной связи. Система с ожиданием обслуживания.
11. Многолучевое распространение сигналов в радиоканалах сетей мобильной связи.
12. Затухание радиосигналов на трассе распространения.
13. Методика МККР.
14. Модель Ли.
15. Модель Окамуры.
16. Модель Окамуры-Хата.
17. Модель COST231-Хата.

18. Модель COST231-Уолфиш-Икегами.
19. Модель Ксиа-Бертони.
20. Замирания радиосигналов.
21. Аддитивные помехи.
22. Постановка задачи частотно-территориального планирования сети с частотно-временным разделением каналов.
23. Алгоритм планирования сети.
24. Методика построения начального приближения.
25. Расчет бюджета потерь.
26. Расчет абонентской емкости, оценка пропускной способности сети при передаче пакетного трафика, оценка трафика управления и сигнализации.
27. Методика оптимизации параметров сети.
28. Методы назначения частот.
29. Постановка задачи планирования сети с кодовым разделением каналов. Алгоритм планирования сети.
30. Методика построения начального приближения сети, оценка покрытия
31. Методика построения начального приближения сети оценка абонентской емкости.
32. Оптимизация параметров сети.
33. Методы распределения кодов в сетях сотовой связи с кодовым разделением каналов.
34. Особенности построения сетей сотовой связи с ортогональным частотным разделением каналов.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность	хорошо		71-85

	более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. -Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2

5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных систем»

Состав лабораторного оборудования:

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7,

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

Специализированное программное обеспечение ONEPLAN RPLS-DB RFP.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы профессиональной радиосвязи»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Системы профессиональной радиосвязи».

Цель дисциплины «Системы профессиональной радиосвязи» является изучение студентами принципов работы и особенностей организации современных систем профессиональной радиосвязи, изучение методов расчета основных параметров частотного плана и энергетических параметров аппаратуры, изучение методов проектирования сетей транкинговой связи различных стандартов.

Задачей дисциплины является обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах разбора принципов построения и работы современных сетей транкинговой связи. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие эксплуатировать, обслуживать и проектировать профессиональные сети связи.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Способен к выполнению работ по обеспечению функционирования инфокоммуникационного оборудования с учетом требований информационной безопасности	ПК-2.1. Знаком с архитектурой и общими принципами функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств инфокоммуникационной сети ПК-2.2. Анализирует сообщения об ошибках в сетевых устройствах и операционных системах, локализует отказы и инициирует корректирующие действия, производить мониторинг администрируемой сети, пользуется контрольно-измерительными приборами и аппаратурой ПК-2.3. Выявляет и определяет сбои и отказы сетевых устройств и операционных систем, устраняет их последствия, проводит работы по исправлению ошибок конфигурации, замене сетевых устройств или их компонентов для устранения ошибок работы	Знать частотные планы, протоколы связи, функциональные схемы и технические характеристики различных стандартов транкинговой связи. Уметь использовать типовые средства систем профессиональной радиосвязи; выбирать для конкретных условий оптимальную схему организации профессиональной мобильной радиосвязи. Владеть навыками настройки и регулировки систем радиосвязи при производстве, установке и технической эксплуатации; навыками оценки конкурентоспособности и перспективности разрабатываемых и действующих радиосистем.
ПК-3. Способность осуществлять модернизацию информационно-коммуникационных систем	ПК-3.1. Имеет представление о принципах организации и функционирования современных информационно-коммуникационных систем. Знаком с продукцией мировых и отечественных производителей телекоммуникационного оборудования различных типов, состоянием и	Знать характеристики и основные модели радиоканалов в системах подвижной связи; методы обработки информационных сигналов в радиосистемах; тенденции развития систем

	перспективами развития информационных и инфокоммуникационных технологий ПК-3.2. Собирает и систематизирует данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств информационно-коммуникационной системы. Рассчитывает показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий. Работает с информацией в условиях неопределенности, избыточности и недостаточности исходных данных. ПК-3.3. Анализирует динамику изменения показателей качества работы информационно-коммуникационной системы и/или ее составляющих, качество выполнения работ на соответствие инструкциям по эксплуатации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств. Анализирует рынок информационно-коммуникационных систем, перспективных разработок в области инфокоммуникационных технологий	подвижной радиосвязи, их интеграции. Уметь формулировать требования к радиосистемам в зависимости от класса трафика и показателей качества; оценивать пропускную способность радиосистем подвижной связи; прогнозировать прохождение радиоволн в системах транкинговой связи различных стандартов. Владеть навыками проведения расчетов по проектированию сетей, сооружений и средств радиосвязи в соответствии с требованиями технического задания по объему и видам передаваемой информации и помехозащищенности; проектирования системы транкинговой связи с учетом конкретных требований; работы с профессиональными САПР в области планирования радиосетей.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы профессиональной радиосвязи» представляет собой дисциплину по выбору *части, формируемой участниками образовательных отношений* блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Принципы построения сетей транкинговой связи.	Основные требования, предъявляемые к системам профессиональной связи. Классификация систем транкинговой связи. Службы транкинговых систем. Архитектура транкинговых систем. Принципы построения многозоновых систем. Каналы межсистемной связи. Способы расширения зоны обслуживания: активные и пассивные ретрансляторы, шлюзы. Оборудование сетей транкинговой связи. Сравнительный анализ аналоговых и цифровых стандартов транкинговой связи.
2	Тема 2. Аналоговые стандарты транкинговых сетей. Преимущества цифровых стандартов транкинговой связи.	Системы транкинговой связи с распределенным и централизованным управлением. Структура систем стандарта SmartTrunk. Системы транкинговой связи с выделенным каналом управления. Системы стандарта MPT-1327, их основные характеристики. Передача данных в системах MPT-1327.
3	Тема 3. Цифровой стандарт транкинговой связи APCO 25.	Архитектура сети связи стандарта APCO 25. Предоставляемые услуги и сетевые процедуры. Радиоинтерфейс. Передача данных в APCO 25. Речевое кодирование. Канальное кодирование. Основные параметры радиотракта. Обеспечение безопасности связи. Перспективы развития.
4	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Архитектура сетей связи стандарта TETRA. Режимы передачи речевой информации и предоставляемые услуги. Радиоинтерфейс стандарта TETRA. Метод кодирования речевых сигналов. Канальное кодирование. Основные параметры радиотракта и электромагнитная совместимость в стандарте TETRA. Передача

		данных с системах стандарта TETRA. Технологии безопасности в сетях TETRA. Оборудование для систем стандарта TETRA фирмы SIMOCO. Оборудование для систем стандарта TETRA фирмы MARCONI INSTRUMENTS. Оборудование для систем стандарта TETRA фирмы ROND&SCHWARZ. Оборудование для систем стандарта TETRA фирмы Motorola. Оборудование для систем стандарта TETRA фирмы Nokia. Сравнительный анализ стандартов APCO 25 и TETRA.
5	Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	Архитектура сетей связи стандарта DMR. Передача речевой информации и данных в стандарте DMR. Радиоинтерфейс стандарта DMR. Метод кодирования речевых сигналов. Канальное кодирование. Модуляция сигналов в стандарте DMR. Технологии безопасности в сетях DMR. Оборудование стандарта DMR фирмы Motorola. Сравнительный анализ стандартов DMR и TETRA.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Принципы построения сетей транкинговой связи.	Классификация систем транкинговой связи. Архитектура транкинговых систем. Оборудование сетей транкинговой связи. Сравнительный анализ аналоговых и цифровых стандартов транкинговой связи.
2	Тема 2. Аналоговые стандарты транкинговых сетей. Преимущества цифровых стандартов транкинговой связи.	Структура систем стандарта SmartTrunk. Системы стандарта MPT-1327, их основные характеристики.
3	Тема 3. Цифровой стандарт транкинговой связи APCO 25.	Архитектура сети связи стандарта APCO 25. Радиоинтерфейс APCO 25. Обеспечение безопасности связи.
4	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Архитектура сетей связи стандарта TETRA. Радиоинтерфейс стандарта TETRA. Передача данных с системах стандарта TETRA. Технологии безопасности в сетях TETRA. Оборудование для систем стандарта TETRA. Сравнительный анализ стандартов APCO 25 и TETRA.
5	Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	Архитектура сетей связи стандарта DMR. Радиоинтерфейс стандарта DMR. Технологии безопасности в сетях DMR. Сравнительный анализ стандартов DMR и TETRA.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Принципы построения сетей транкинговой связи.	Основные принципы построения, характеристики и особенности сетей профессиональной радиосвязи.
2	Тема 2. Аналоговые стандарты транкинговых сетей. Преимущества цифровых стандартов транкинговой связи.	Стандарты и области применения аналоговых транкинговых систем.
3	Тема 3. Цифровой стандарт транкинговой связи APCO 25.	Архитектура сети связи стандарта APCO 25.
4	Тема 3. Цифровой стандарт транкинговой связи APCO 25.	Предоставляемые услуги и сетевые процедуры.
5	Тема 3. Цифровой стандарт транкинговой связи APCO 25.	Радиоинтерфейс и передача данных в APCO 25
6	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Архитектура сетей связи стандарта TETRA.
7	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Режимы передачи речевой информации и предоставляемые услуги.
8	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Радиоинтерфейс стандарта TETRA.
9	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Метод кодирования речевых сигналов. Канальное кодирование.
10	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Основные параметры радиотракта и электромагнитная совместимость в стандарте TETRA.
11	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Передача данных в системах стандарта TETRA.
12	Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	Технологии безопасности в сетях TETRA.
13	Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	Архитектура сетей связи стандарта DMR.
14	Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	Передача речевой информации и данных в стандарте DMR.
15	Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	Радиоинтерфейс стандарта DMR.
16	Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	Сравнительный анализ стандартов транкинговой связи TETRA и DMR.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы.

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме занятия, выполнить задание на самостоятельную подготовку, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практического занятия.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Принципы построения сетей транкинговой связи.	ПК-2 ПК-3	Тестирование, отчет по практической работе
Тема 2. Аналоговые стандарты транкинговых сетей. Преимущества цифровых стандартов транкинговой связи.	ПК-2 ПК-3	Тестирование, отчет по практической работе
Тема 3. Цифровой стандарт транкинговой связи APCO 25.	ПК-2 ПК-3	Тестирование, отчет по практической работе

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA.	ПК-2 ПК-3	Тестирование, отчет по практической работе
Тема 5. Цифровой стандарт транкинговой связи DMR.	ПК-2 ПК-3	Тестирование, отчет по практической работе

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

- Какие из сетей мобильной связи рассчитаны на массовое обслуживания абонентов:
 - сети сотовой связи;
 - сети транкинговой связи;
 - сети персонального радиовызова (пейджинговые);
 - сети персональной спутниковой (мобильной) связи.
- В каких сетях мобильной связи существует возможность организации циркулярного вызова:
 - сети сотовой связи;
 - сети транкинговой связи;
 - сети персонального радиовызова (пейджинговые);
 - сети персональной спутниковой (мобильной) связи.
- Основными требованиями, предъявляемыми к сетям транкинговой связи являются:
 - обеспечение связи в заданной зоне обслуживания независимо от местоположения абонентов;
 - высокая скорость передачи данных;
 - возможность взаимодействия отдельных групп абонентов и организации циркулярной связи;
 - широкий спектр предоставляемых услуг.
- Максимальное время установления соединения в цифровых сетях транкинговой связи составляет
 - 0,03 с;
 - 0,3 с;
 - 3 с;
 - 30 с.

5. Вероятность возникновения занятой линии в сетях транкинговой связи составляет не более
- а) 0,05%;
 - б) 0,5%;
 - в) 5%;
 - г) 15%.
6. Транкинговая система стандарта TETRA относится к системам
- а) без канала управления;
 - б) с распределенным каналом управления;
 - в) с выделенным каналом управления;
7. Транкинговая система стандарта DMR относится к системам
- а) без канала управления;
 - б) с распределенным каналом управления;
 - в) с выделенным каналом управления;
8. Транкинговая система стандарта APCO 25 относится к системам
- а) без канала управления;
 - б) с распределенным каналом управления;
 - в) с выделенным каналом управления;
9. Транкинговая система стандарта SmarTrunk относится к системам
- а) без канала управления;
 - б) с распределенным каналом управления;
 - в) с выделенным каналом управления;
10. Транкинговая система стандарта MPT-1327 относится к системам
- а) без канала управления;
 - б) с распределенным каналом управления;
 - в) с выделенным каналом управления;
11. В стандарте TETRA в одном частотном канале реализовано:
- а) 2 физических канала;
 - б) 4 физических каналов;
 - в) 6 физических каналов;
 - г) 8 физических каналов.
12. В стандарте DMR в одном частотном канале реализовано:
- а) 2 физических канала;
 - б) 4 физических каналов;
 - в) 6 физических каналов;

г) 8 физических каналов.

13. Основными требованиями к речевым кодекам являются:

- а) малый динамический диапазон выходных сигналов;
- б) низкая скорость передачи речи;
- в) высокая скорость передачи речи;
- г) большой динамический диапазон выходных сигналов.

14. Какой метод речевого кодирования используется в стандарте TETRA

- а) ACELP;
- б) CELP;
- в) IMBE;
- г) VSELP.

15. Какой метод речевого кодирования используется в стандарте APCO 25

- а) ACELP;
- б) CELP;
- в) IMBE;
- г) VSELP.

16. Какой метод речевого кодирования используется в стандарте DMR

- а) ACELP;
- б) CELP;
- в) IMBE;
- г) VSELP.

17. Скорость цифрового потока на выходе кодера речи в стандарте TETRA составляет:

- а) 4,4 кбит/с;
- б) 4,8 кбит/с;
- в) 13 кбит/с;
- г) 32 кбит/с.

18. Скорость цифрового потока на выходе кодера речи в стандарте APCO25 составляет:

- а) 4,4 кбит/с;
- б) 4,8 кбит/с;
- в) 13 кбит/с;
- г) 32 кбит/с.

19. Скорость цифрового потока на выходе кодера речи в стандарте DMR составляет:

- а) 4,4 кбит/с;
- б) 4,8 кбит/с;
- в) 13 кбит/с;

г) 32 кбит/с.

20. В каких диапазонах частот возможно использование сетей TETRA

а) 136 – 174 МГц;

б) 403 – 470 МГц;

в) 450 – 527 МГц;

г) 806-870 МГц.

21. В каких диапазонах частот возможно использование сетей APCO 25

а) 136 – 174 МГц;

б) 403 – 470 МГц;

в) 450 – 527 МГц;

г) 806-870 МГц.

22. В каких диапазонах частот возможно использование сетей DMR

а) 136 – 174 МГц;

б) 403 – 470 МГц;

в) 450 – 527 МГц;

г) 806-870 МГц.

23. Какой метод модуляции используется в стандарте TETRA

а) CQPSK;

б) GMSK;

в) QPSK;

г) $\pi/4$ -DQPSK.

24. Какой метод модуляции используется в стандарте APCO 25

а) CQPSK;

б) GMSK;

в) QPSK;

г) $\pi/4$ -DQPSK.

25. Какой метод модуляции используется в стандарте DMR/

а) CQPSK;

б) GMSK;

в) QPSK;

г) $\pi/4$ -DQPSK.

26. Разнос между частотными каналами в стандарте TETRA составляет

а) 6,25 кГц;

б) 12,5 кГц;

в) 25 кГц;

г) 200 кГц.

27. Разнос между частотными каналами в стандарте APCO 25 составляет

а) 6,25 кГц;

б) 12,5 кГц;

в) 25 кГц;

г) 200 кГц.

28. Разнос между частотными каналами в стандарте DMR составляет

а) 6,25 кГц;

б) 12,5 кГц;

в) 25 кГц;

г) 200 кГц.

29. Какой метод доступа используется в стандарте TETRA

а) CDMA;

б) FDMA;

в) TDMA.

30. Какой метод доступа используется в стандарте APCO 25

а) CDMA;

б) FDMA;

в) TDMA.

31. Какой метод доступа используется в стандарте DMR

а) CDMA;

б) FDMA;

в) TDMA.

32. Какие функциональные возможности реализованы в стандарте TETRA

а) групповой вызов;

б) возможность установки открытого канала;

в) имитация активности абонентов;

г) аутентификация абонентов.

33. Какие функциональные возможности реализованы в стандарте APCO 25

а) групповой вызов;

б) возможность установки открытого канала;

в) имитация активности абонентов;

г) аутентификация абонентов.

34. Какие функциональные возможности реализованы в стандарте DMR

а) групповой вызов;

- б) возможность установки открытого канала;
- в) имитация активности абонентов;
- г) аутентификация абонентов.

35. Максимальная скорость передачи данных с коммутацией каналов в стандарте TETRA может составлять

- а) 7,2 кбит/сек;
- б) 19,2 кбит/сек;
- в) 28,8 кбит/сек;
- г) 160 кбит/сек.

36. Максимальная скорость передачи данных с коммутацией пакетов в стандарте TETRA может составлять

- а) 7,2 кбит/сек;
- б) 19,2 кбит/сек;
- в) 28,8 кбит/сек;
- г) 160 кбит/сек.

37. Максимальная скорость передачи данных с использованием сервиса TEDS в стандарте TETRA может составлять

- а) 7,2 кбит/сек;
- б) 19,2 кбит/сек;
- в) 28,8 кбит/сек;
- г) 160 кбит/сек.

38. Максимальная мощность передатчика базовой станции стандарта TETRA может достигать

- а) 40 Вт;
- б) 31.6 Вт;
- в) 1 Вт;
- г) 0.56 Вт.

39. Максимальная мощность передатчика абонентского терминала стандарта TETRA может достигать

- а) 40 Вт;
- б) 31.6 Вт;
- в) 1 Вт;
- г) 0.56 Вт.

40. Максимальная мощность передатчика портативного терминала стандарта TETRA может достигать

- а) 40 Вт;
- б) 31.6 Вт;
- в) 1 Вт;
- г) 0.56 Вт.

41. Максимальный уровень внеполосных излучений для оборудования TETRA при расстройке относительно несущей частоты ± 25 кГц составляет

- а) -45 дБн;
- б) -55 дБн;
- в) -60 дБн;
- г) -70 дБн.

42. Максимальный уровень внеполосных излучений для оборудования TETRA при расстройке относительно несущей частоты ± 50 кГц составляет

- а) -45 дБн;
- б) -55 дБн;
- в) -60 дБн;
- г) -75 дБн.

43. Максимальный уровень побочных излучений для оборудования TETRA при расстройке относительно несущей частоты в пределах ± 250 кГц составляет

- а) -45 дБн;
- б) -55 дБн;
- в) -60 дБн;
- г) -75 дБн.

44. Минимальное значение статической чувствительности приемника базовой станции TETRA при использовании $\pi/4$ DQPSK модуляции

- а) - 115;
- б) - 112;
- в) -110;
- г) -107.

45. Минимальное значение статической чувствительности приемника абонентского терминала TETRA при использовании $\pi/4$ DQPSK модуляции

- а) - 115;
- б) - 112;
- в) -110;
- г) -107.

47. Минимальное значение динамической чувствительности приемника базовой станции TETRA при использовании $\pi/4$ DQPSK модуляции

- а) - 106;
- б) - 103;
- в) -100;
- г) -97.

48. Минимальное значение динамической чувствительности приемника абонентского терминала TETRA при использовании $\pi/4$ DQPSK модуляции

- а) - 106;
- б) - 103;
- в) -100;
- г) -97.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (зачета).

1. Основные требования, предъявляемые к системам профессиональной связи.
2. Критерии классификация систем транкинговой связи.
3. Архитектура транкинговых систем связи.
4. Многозоновые транкинговые сети связи.
5. Стандарты транкинговой связи SmarTrunk и SmarTrunk II.
6. Транкинговые системы протокола MPT–1327.
7. Архитектура сети связи стандарта APCO 25.
8. Предоставляемые услуги APCO 25.
9. Сетевые процедуры APCO 25
10. Радиоинтерфейс стандарта APCO 25.
11. Передача данных в APCO 25
12. Речевое кодирование в APCO 25.
13. Канальное кодирование в APCO 25.
14. Коррекция ошибок при передаче речи.
15. Коррекция ошибок при передаче данных.
16. Модуляция в APCO 25
17. Основные параметры приемника и передатчика.
18. Обеспечение безопасности связи в APCO 25.
19. Архитектура сетей связи стандарта TETRA.

20. Режимы передачи речевой информации и предоставляемые услуги стандарта TETRA.
21. Радиointерфейс стандарта TETRA.
22. Алгоритм кодирования речевых сигналов стандарта TETRA.
23. Структура кодера TETRA
24. Блочное кодирование в стандарте TETRA.
25. Сверточное кодирование в стандарте TETRA.
26. Перемежение и скремблирование в стандарте TETRA.
27. Модуляция и демодуляция сигналов в стандарте TETRA.
28. Передача данных с системах стандарта TETRA в режиме коммутации каналов.
29. . Передача данных с системах стандарта TETRA в режиме коммутации пакетов.
30. Основные параметры приемника и передатчика стандарта TETRA.
31. Аутентификация в сетях TETRA.
32. Шифрование информации в сетях TETRA.
33. Архитектура сетей связи стандарта DMR.
34. Передача речевой информации и данных в стандарте DMR.
35. Радиointерфейс стандарта DMR.
36. Метод кодирования речевых сигналов.
37. Канальное кодирование.
38. Модуляция сигналов в стандарте DMR.
39. Технологии безопасности в сетях DMR.
40. Сравнение стандартов транкинговой связи TETRA и DMR

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Способность	хорошо		71-85

	более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-3833-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866925>

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. -Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2

5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных систем»

Состав лабораторного оборудования:

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7,

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

Специализированное программное обеспечение ONEPLAN RPLS-DB RFP.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологическое предпринимательство»

Шифр: 11.04.02

**Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии
и системы связи»**

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составители:

Лисевич А.В., маркетолог НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» БФУ им. И.Канта.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины «Технологическое предпринимательство»
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы
4. Виды учебной работы по дисциплине
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
- 9 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
- 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Технологическое предпринимательство».

Целью изучения дисциплины «Технологическое предпринимательство» является овладение обучающимися знаниями о технологическом предпринимательстве, методах генерации технологических идей, их трансформации в продукты и последующая коммерциализация продуктовых решений.

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

Код и Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и механизмов управления проектом на каждом из этапов УК-2.2 Использует методы и механизмы управления проектом для решения профессиональных задач	Знать: жизненный цикл инновационного проекта Уметь: выделять научную и экономическую проблему и ставить конкретную задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания проектной идеи, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой УК-3.2. Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели	Знать: общие формы организации деятельности коллектива; психологию межличностных отношений; принципы организации обсуждения различных идей и мнений; основы стратегического планирования работы коллектива для достижения поставленной цели. Уметь: создавать в коллективе психологически безопасную доброжелательную среду; учитывать в своей профессиональной деятельности интересы коллег; предвидеть результаты как личных, так и коллективных действий; планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды. Владеть: принципами разработки стратегии сотрудничества и на ее основе организации работы команды для достижения поставленных целей; навыками преодоления разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологическое предпринимательство» «относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль «Системы и сети мобильной радиосвязи»..

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации данной дисциплины в дистанционном формате, трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации данной дисциплины.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.	Инновационные территории: инновационный центр «Сколково», Иннополис, Кремниевая долина. Рынки НТИ, импортозамещение; метод ТАМ-SAM-SOM; Боли потребителей, критерии эффективности при создании продуктов. Способы обойти конкурентов.
2	Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.	Поиск перспективных идей инновационных продуктов, изучение рынков инноваций, бенчмаркинг.
3	Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;	НИР, ОКР, НИОКР: определение, содержание, отличия, формулировка и порядок проведения. Правила составления эффективного технического задания на проведение НИР, ОКР, НИОКР.
4	Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.	Инфраструктурные организации: АСИ, РВК, международные венчурные фонды, бизнес-ангелы, региональные фонды поддержки предпринимательства. Основные формы поступления финансовых средств для нужд инновационных проектов: гранты, займы, субсидии, венчурные инвестиции, кредиты. Программы и особенности участия: фонды/конкурсные программы, поддерживающие инновационные проекты, отраслевые акселераторы.
5	Команда инновационного проекта.	Проектные роли: Hard skills и Soft skills. Определяем CEO проекта. Методы управления проектами: Agile, Scrum, Kanban. Онлайн-инструменты управления проектами
6	Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.	Бизнес – модель, модель монетизации, бизнес-план инновационного проекта: суть, структура, виды и правила составления.
7	Маркетинговая стратегия инновационного проекта.	Маркетинговая стратегия: определение, виды, решения. Особенности маркетинга инновационных продуктов, тестировка. Жизненный цикл инновационного продукта: создание, выводение на рынок, совершенствование.
8	Охрана интеллектуальной собственности.	Базовые понятия патентного права. Патент, полезная модель, лабораторный образец. Федеральный институт промышленной собственности. Работа с порталом https://www.fips.ru/ . Международная патентная система РСТ
9	Презентация инновационного проекта.	Форматы презентации инновационных проектов: спич-сессия, классическая презентация, формат tedx. Структура презентации, формы визуализации данных, ответы на вопросы.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

- Характеристики инновационного предпринимателя;
- Нормативно-правовая база регулирования предпринимательства в России;
- Организационно-правовые формы предпринимательства. Правовая документация

ведения предпринимательской деятельности;

- Контрактное производство: суть, риски, окупаемость;
- Международные классификации объектов промышленной собственности (МПК, МКТУ, МКПО);
- Особенности маркетинга инноваций;
- Особенности вывода инновационного продукта на рынок;
- Риски инновационного бизнеса (технологические, финансовые, инфраструктурные, рыночные).

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации данной дисциплины в дистанционном формате, трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации данной дисциплины.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.	УК-1	Коллоквиум
Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.	УК -3	Коллоквиум, портфолио проекта
Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;	УК-2	Коллоквиум, портфолио проекта
Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.	УК-2	Коллоквиум, портфолио проекта
Команда инновационного проекта.	УК-2	Коллоквиум, портфолио проекта
Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.	УК -3	Коллоквиум, портфолио проекта
Маркетинговая стратегия инновационного проекта.	УК -3	Коллоквиум, портфолио проекта
Охрана интеллектуальной собственности.	УК-1	Коллоквиум, портфолио проекта
Презентация инновационного проекта.	УК -3	Коллоквиум, портфолио проекта

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания:

Тема 1. Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.

Изучите дорожные карты рынков НТИ на ресурсе https://nti2035.ru/documents/Road_maps/ и составьте сводную таблицу ключевых сегментов рынков НТИ

Тема 2. Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.

1.1. Изучите и проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства стран Азиатского региона и Индии. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

1.2. Проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства в странах СНГ. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

1.3. Проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства в США и странах Восточной и Западной Европы. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Что такое стартап?
2. Отличительные характеристики стартап- проекта от предпринимательского проекта?
3. Зачем инновационному проекту финансовая модель?
4. Характеристика рынков НТИ?
5. Как финансовая модель может помочь в оценке стоимости?
6. Какие есть внешние и внутренние ограничения в финансовой модели?
7. Зачем проекту прогнозировать денежные потоки?
8. Взаимосвязь SAM, SOM, PAM и TAM?
9. Что такое потребительский сегмент?
10. Ключевые характеристики для определения целевой аудитории?
11. Что такое портрет потребителя и для чего его строят?
12. В чем состоит специфика портрета потребителя на высокотехнологичных рынках?
13. Что такое контрактное производство?
14. Отличительные особенности ноу-хау, патента и полезной модели?
15. Что такое масштабируемый бизнес?
16. Что такое трекшн карта?
17. Что такое HADI-цикл?
18. Венчурные фонды: деятельность и структура?
19. Краудфандинг: понятие и особенности?
20. Оптимальная структура инвестиционной презентации?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Бизнес с нуля: Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели / Э. Рис; Пер. с англ. А. Стативки. - 5-е изд. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 253 с.: 70x100 1/16 (Переплёт,с/о) ISBN 978-5-9614-5401-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/768886>
2. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Альтшуллер Г.С., - 9-е изд. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 402 с.: ISBN 978-5-9614-5558-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/915077>
3. Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора / Остервальдер А., Пинье И., - 2-е изд. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 288 с.: ISBN 978-5-9614-1844-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916078>
4. Разработка ценностных предложений: Как создавать товары и услуги, которые захотят купить потребители. Ваш первый шаг: Учебное пособие / Остервальдер А., Пинье И., Бернарда Г. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 312 с.: ISBN 978-5-9614-4907-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/923404>
5. Стартап: Настольная книга основателя / Бланк С.М., Дорф Б., - 3-е изд. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 616 с.: ISBN 978-5-9614-5027-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924002>

Дополнительная литература:

1. Управление инновационными проектами: Учебное пособие / В.Л.

Попов, Н.Д. Кремлев, В.С. Ковшов; Под ред. В.Л. Попова - М.: НИЦ ИНФРАМ, 2014. - 336 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет)

ISBN 978-5-16-010105-7, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455400>

3. Управление высшим образованием и наукой: опыт, проблемы, перспективы:

Моногр./ Р.М. Нижегородцев; Под общ. ред. Р.М. Нижегородцева, С.Д.

Резника. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с.: 60х90 1/16. - (Научная мысль).

(п) ISBN 978-5-16-009913-2, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=461877>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Психология и педагогика в высшей школе»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составители: Шпилевая С.Г., доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины «Психология и педагогика в высшей школе».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Психология и педагогика в высшей школе».

Целью освоения дисциплины «Психология и педагогика в высшей школе» является формирование у обучающихся способности и готовности применять психологические механизмы педагогического общения на основе учета в профессиональной деятельности психологических особенностей студентов и преподавателей.

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

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2. Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	Знать: особенности межкультурной коммуникации в условиях современного поликультурного пространства. Уметь: осуществлять коммуникацию с представителями иных национальностей и конфессий в процессе межкультурного взаимодействия. Владеть: навыками обеспечения создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач УК-6.2. Определяет способы совершенствования собственной деятельности и ее приоритеты на основе самооценки УК-6.3. Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию	Знать: - закономерности психического развития человека в условиях обучения в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования; - современные психолого-педагогические средства организации образовательного процесса в образовательных организациях; Уметь: - планировать и моделировать образовательный процесс с учетом современных достижений теории и практики педагогики и возрастной психологии; - применять методы педагогического исследования, диагностических и исследовательских средств возрастной психологии для изучения и коррекции педагогических процессов и явлений в образовательной деятельности; - применять анализ педагогической и психологической научной и методической литературы для решения практических задач профессиональной деятельности; - использовать научно-исследовательские и образовательные порталы сети Интернет в научной и профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Психология и педагогика в высшей школе» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль «Системы и сети мобильной радиосвязи».

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым

образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Педагогика в системе гуманитарных знаний и наук о человеке. Формы и методы осуществления целостного педагогического процесса Научные основы содержания современного образования	Общее представление о педагогике как науке. Объект, предмет, функции педагогики. Взаимосвязь педагогической науки и практики. Связь педагогики с другими науками. Структура педагогической науки. Категориально-понятийный аппарат современной педагогики. Сущность методов осуществления целостного педагогического процесса. Классификации методов осуществления целостного педагогического процесса. Методы формирования сознания в целостном педагогическом процессе. Методы организации деятельности в целостном педагогическом процессе. Методы стимулирования и мотивации деятельности. Методы контроля эффективности педагогического процесса. Взаимосвязь методов осуществления педагогического процесса и условия их оптимального выбора Понятие содержания образования, его сущность. Образование как общечеловеческая ценность, процесс и результат. Образование как социокультурный феномен и педагогический процесс. Содержание образования: определение понятий «образование», «содержание образования», «базовая культура личности». Теории содержания образования. Различные подходы к определению и конструированию содержания образования. Концепции содержания образования по И.Я. Лернеру, В.В. Краевскому, М.Н. Скаткину. Источники и факторы формирования содержания образования в современных условиях. Принципы отбора содержания образования. Документы, определяющие содержание образования и их характеристика (учебный план, учебная программа, учебники и учебные пособия). Тенденции совершенствования содержания образования в России: гуманитаризация, дифференциация, вариативность, фундаментальность, прикладная направленность. Образовательные стандарты содержания образования, их структура и функции.
2	Тема 2. Современные педагогические технологии. Сущность процесса воспитания	Понятие педагогической технологии. Научные основы педагогических технологий. Классификация педагогических технологий. Критерии эффективности педагогических технологий. Современное традиционное обучение: целевые ориентации; концептуальные положения; особенности содержания и методики. Педагогические технологии на основе личностной ориентации педагогического процесса. Педагогика сотрудничества: целевые ориентации; концептуальные положения; особенности содержания и методики. Личностно ориентированное развивающее обучение. Научное обоснование теории развивающего обучения. Система обучаемого развития (Ж. Пиаже, З. Фрейд, Дж. Дьюи). Система развивающего обучения (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, С.Л.Рубинштейн, Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов и др.). Урок в системе развивающего обучения. Гуманно-личностная технология Ш.А. Амонашвили. Проблемное обучение: целевые ориентации; концептуальные положения; особенности содержания и методики. Технология программированного обучения: целевые ориентации; концептуальные основы; принципы программированного обучения; виды обучающих программ. Модульное обучение и рейтинговый контроль. Игровые технологии. Деловые игры. Технология деловой игры. Исследовательская технология обучения (Д. Брунер, В.Г. Разумовский). Технологии обучения на основе укрупнения дидактических единиц, схемных и знаковых модулей учебного материала (В.Ф. Шаталов, П.М. Эрдниев). Особенности содержания и методика. Проектная технология обучения. Проект в системе учебных занятий. Технологии коллективного способа обучения (кооперативного обучения). Компьютерные (информационные) технологии.

6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа
(предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Педагогика в системе гуманитарных знаний и наук о человеке. Формы и методы осуществления целостного педагогического процесса. Научные основы содержания современного образования	Лекция 1. Общее представление о педагогике как науке. Объект, предмет, функции педагогики. Взаимосвязь педагогической науки и практики. Лекция 2. Сущность методов осуществления целостного педагогического процесса. Классификации методов осуществления целостного педагогического процесса. Методы формирования сознания в целостном педагогическом процессе. Методы организации деятельности в целостном педагогическом процессе. Лекция 3. Понятие содержания образования, его сущность. Образование как общечеловеческая ценность, процесс и результат. Образование как социокультурный феномен и педагогический процесс. Лекция 4. Теории содержания образования. Различные подходы к определению и конструированию содержания образования. Концепции содержания образования по И.Я. Лернеру, В.В. Краевскому, М.Н. Скаткину.
2	Тема 2. Современные педагогические технологии. Сущность процесса воспитания	Лекция 5. Понятие педагогической технологии. Научные основы педагогических технологий. Классификация педагогических технологий. Лекция 6. Педагогические технологии на основе личностной ориентации педагогического процесса. Педагогика сотрудничества. Научное обоснование теории развивающего обучения. Система обучаемого развития. Лекция 7. Проблемное обучение: целевые ориентации; концептуальные положения; особенности содержания и методики. Модульное обучение и рейтинговый контроль. Игровые технологии. Деловые игры. Технология деловой игры. Лекция 8. Исследовательская технология обучения (Д. Брунер, В.Г. Разумовский). Технологии обучения на основе укрупнения дидактических единиц, схемных и знаковых модулей учебного материала (В.Ф. Шаталов, П.М. Эрдниев). Особенности содержания и методика. Проектная технология обучения.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Наименование Темы	Содержание темы
1	Тема 1. Педагогика в системе гуманитарных знаний и наук о человеке. Формы и методы осуществления целостного педагогического процесса. Научные основы содержания современного образования	Педагогический процесс как система и целостное явление. Структура и свойства ЦПП. Движущие силы педагогического процесса. Закономерности и принципы целостного педагогического процесса. Систематика педагогических закономерностей и принципов. Общее понятие о дидактике. Сущность процесса обучения. Структурные компоненты процесса обучения: целевой, потребностно-мотивационный, содержательный, деятельностно-процессуальный, эмоционально-волевой, контрольно-регулирующий, оценочно-результативный. Бинарный характер процесса обучения как выражение взаимосвязи и взаимообусловленности преподавания и учения. Функции процесса обучения: образовательная, развивающая, воспитывающая. Характеристики процесса обучения в традиционной и личностно ориентированной парадигмах обучения.

2	Тема 2. Современные педагогические технологии. Сущность процесса воспитания	Игровые технологии. Деловые игры. Технология деловой игры. Исследовательская технология обучения (Д. Брунер, В.Г. Разумовский). Технологии обучения на основе укрупнения дидактических единиц, схемных и знаковых модулей учебного материала (В.Ф. Шаталов, П.М. Эрдниев). Особенности содержания и методика. Проектная технология обучения. Проект в системе учебных занятий. Технологии коллективного способа обучения (кооперативного обучения). Компьютерные (информационные) технологии.

Требования к самостоятельной работе обучающихся

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Педагогика в системе гуманитарных знаний и наук о человеке. Формы и методы осуществления целостного педагогического процесса. Научные основы содержания современного образования	УК-4; УК-6	тест
Тема 2. Современные педагогические технологии. Сущность процесса воспитания	УК-4; УК-6	тест

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Тестовые задания

1. Продолжите предложение: Предметом изучения психологии является...

- а) сознание
- б) душа
- в) психика
- г) поведение

2. Соедините название метода психологии и его определение:

1) наблюдение	а) метод психологического исследования, при помощи которого целенаправленно и продуманно создаётся ситуация, когда изучаемое свойство выделяется,

	проявляется и оценивается
2) опрос	б) метод психологического исследования, использующий стандартизованные задачи и вопросы, имеющие определённую шкалу значений
3) эксперимент	в) преднамеренное и целенаправленное зрительное восприятие психологических особенностей и поведения человека
4) тестирование	г) метод исследования, при использовании которого человек отвечает на ряд задаваемых ему вопросов

3. Продолжите предложение Сознание – это...

- а) наивысшая форма отражения в животном мире, которая позволяет представить объект целиком и полностью
- б) высшая форма отражения действительного мира, свойственная только людям
- в) функция мозга, заключающаяся в отражении объективной действительности в идеальных образах

4. Продолжите предложение Восприятие – это...

- а) процесс сознательного или бессознательного отбора одной информации и игнорирования другой**
- б) процесс запоминания, сохранения и воспроизведения информации
- в) процесс приёма и преобразования информации, обеспечивающий отражение объективной реальности и ориентировку в окружающем мире

5. Выберите свойства восприятия

- а) категориальность
- б) устойчивость
- в) предметность**
- г) целостность**
- д) константность**

6. Продолжите предложение Воображение – это...

- а) процесс создания представлений (образов) и ситуаций, никогда не воспринимавшихся человеком в действительности**
- б) высший познавательный процесс, итогом которого является не образ, а мысль, идея
- в) процесс сознательного или бессознательного отбора одной информации и игнорирования другой

7. Продолжите предложение Память – это...

- а) высший познавательный процесс, итогом которого является не образ, а мысль, идея
- б) процесс запоминания, сохранения и воспроизведения информации
- в) процесс сознательного или бессознательного отбора одной информации и игнорирования другой

8. Продолжите предложение Внимание – это...

- а) процесс сознательного или бессознательного отбора одной информации и игнорирования другой
- б) процесс приёма и преобразования информации
- в) процесс запоминания, сохранения и воспроизведения информации

9. Продолжите предложение Мышление – это...

- а) процесс создания представлений (образов) и ситуаций, никогда не воспринимавшихся человеком в действительности
- б) процесс запоминания, сохранения и воспроизведения информации
- в) высший познавательный процесс, итогом которого является не образ, а мысль, идея

10. Выберите формы мышления

- а) умозаключение
- б) суждение
- в) ощущение
- г) понятие

11. Соедините название эмоционального процесса и его определение:

1) эмоции	а) сложные соединения разнообразных соединений и аффектов, связанные у человека с различными событиями в его жизни, с людьми и предметами
2) настроение	б) особо выраженные эмоциональные состояния, сопровождаемые видимыми изменениями в поведении человека
3) аффекты	в) сложный комплекс, который частично связан с внешними переживаниями, частично основан на общем расположении организма к определенным эмоциональным состояниям, частично зависит от ощущений, исходящих из органов тела
	г) переживания человека, сопровождаемые

4) чувства	чувствами приятного и неприятного, удовольствия и неудовольствия

12. Продолжите предложение Воля – это...

- а) желание и способность человека действовать в направлении сознательно поставленной цели, преодолевая внутренние и внешние препятствия
- б) состояние чрезмерно сильного и длительного психологического напряжения, которое возникает у человека, когда его нервная система получает эмоциональную перегрузку
- в) сильное, всё подавляющее чувство, подчиняющее себе все остальные эмоции и желания

13. Продолжите предложение Речь – это...

- а) основная знаковая система, которую усваивают и которой пользуются люди с раннего детства и в течение всей жизни
- б) вид деятельности человека, связанный с использованием естественного языка в различных ситуациях для решения разнообразных задач и решения различных целей
- в) высший познавательный процесс, итогом которого является не образ, а некоторая мысль, идея

14. Назовите функции речи

- а) служит средством обмена информацией между людьми
- б) выражает мысли и чувства говорящего
- в) используется для управления познавательными процессами и поведением
- г) изучает психологию и поведение людей разного возраста, а также законы психического и поведенческого возрастного развития

15. Соедините вид речи и его определение

1) устная речь	а) вид речи, который составляет основу речевого мышления человека и интеллектуального общения людей
2) письменная речь	б) речь, в которой участвует только один человек
3) монологическая речь	в) речь, которую человек порождает и поддерживает с помощью голосового аппарата
4) диалогическая речь	г) речь, в которой участвуют двое и более людей
5) внутренняя речь	д) речь, которая существует в виде печатного или написанного от руки текста

16. Выберите личностные характеристики человека

- а) способности
- б) характер
- в) восприятие
- г) мышление
- д) эмоции
- е) мировоззрение

17. Соедините название психологической характеристики и её определение

1) характер	а) развёрнутая система взглядов человека на окружающую действительность, на общество, на людей
2) мировоззрение	б) форма активного взаимодействия, в ходе которого человек целесообразно воздействует на объекты окружающего мира и за счет этого удовлетворяет свои потребности
3) потребность	в) совокупность устойчивых индивидуальных особенностей личности, складывающаяся и проявляющаяся в деятельности и общении, обуславливая типичные для нее способы поведения
4) деятельность	г) это состояние нужды организма в чём-то, что не обязательно осознано

18. Выберите компоненты деятельности (2 ответа)

- а) привычка
- б) форма
- г) навык
- д) умение

19. Продолжите предложение Межличностное отношение – это...

- а) форма активного взаимодействия, в ходе которого человек целесообразно воздействует на объекты окружающего мира и за счет этого удовлетворяет свои потребности
- б) совокупность социальнопсихологических явлений, характеризующих восприятие связей, возникающих между социальными группами
- в) взаимная готовность субъектов к определенному типу взаимодействия

20. Выберите примеры малых групп

- а) народ
- б) семья
- в) спортивная команда

21. Продолжите предложения. Педагогика – это...

- а) наука о целенаправленном процессе передачи человеческого опыта и подготовки подрастающего поколения к жизнедеятельности
- б) наука о педагогическом процессе
- в) наука о воспитании
- г) наука об обучении и воспитании человека
- д) наука о методах и формах обучения

22. Автором «Великой дидактики» был...

- а) Френсис Бэкон
- б) Ян Амос Коменский
- в) древнегреческий философ

23. Объектом исследования педагогики являются...

- а) обучение
- б) обучение и воспитание
- в) учителя и учащиеся

24. Образование – это...

- а) целенаправленный процесс обучения и воспитания;
- б) процесс передачи накопленных поколениями знаний и культурных ценностей
- в) передача исторического и культурного опыта

25. Основными элементами педагогической системы являются ...

- а) система дошкольного образования
- б) система среднего специального образования
- в) система школьного образования
- г) система высшего образования
- д) система начального высшего образования
- е) система послевузовского образования
- ж) система послешкольного образования

26. Образовательные учреждения – это ...

- а) социальные институты, которые приобретают государственный статус системы образования в стране
- б) детские сады, школы, техникумы, институты, университеты
- в) все учреждения, в которых проводится обучение и воспитание

27. Содержание образования определяется ...

- а) конституцией страны
- б) государственными стандартами
- в) законами об образовании

28. В российском образовании выделяют уровни ...

- а) начального образования
- б) среднего образования
- в) неполного высшего образования
- г) высшего образования
- д) неполного среднего образования

29. К высшим учебным заведениям в России относят ...

- а) институт
- б) академию
- в) техникум
- г) школу
- д) университет

30. Получение образования в университете подтверждается ...

- а) справкой об окончании университета
- б) дипломом о высшем образовании

31. Дидактика — это ...

- а) раздел общей педагогики, направленный на изучение и раскрытие теоретических основ организации процесса обучения (закономерностей, принципов, методов обучения), а также на поиск и разработку новых принципов, стратегий, методик, технологий и систем обучения
- б) раздел педагогики, изучающий процесс обучения
- в) раздел педагогики, изучающий воспитание

32. Учение – это ...

- а) деятельность учителя
- б) деятельность учащихся
- в) деятельность учителя и учащихся

33. Преподавание – это ...

- а) деятельность учителя
- б) деятельность учащихся
- в) деятельность учителя и учащихся

34. Принцип научности подразумевает, что...

- а) учащиеся на уроках изучают различные науки
- б) получаемые на уроках знания являются достоверными и соответствуют современным достижениям науки и техники
- в) используемые на уроках методы соответствуют современным достижениям науки и техники

35. Принцип наглядности подразумевает, что...

- а) на уроках используют различный иллюстративный материал
- б) ход обучения строится от конкретного к абстрактному, от представления к мышлению
- в) учащиеся получают знания в ходе самостоятельных наблюдений

36. Принцип системности и последовательности подразумевает, что...

- а) учащиеся овладевают знаниями в определенном, логически обоснованном порядке
- б) урок строится строго систематично и последовательно

37. Дидактикой установлены следующие правила доступности обучения ...

- а) идти от легкого к трудному
- б) идти от известного к неизвестному
- в) идти от простого к сложному
- г) идти от нового к старому
- д) идти от практики к теории

38. Ведущими формами организации обучения являются ...

- а) урок
- б) лекция
- в) самостоятельные занятия
- г) лабораторный практикум
- д) учебная экскурсия
- е) консультация
- ж) семинар

39. Основными структурными элементами урока являются ... (расположите в необходимой последовательности) –

- а) организационное начало и постановка задач урока
- б) объяснение нового материала
- в) актуализация необходимых знаний и умений, проверка домашнего задания
- г) задание на дом
- д) контроль и оценка учебных достижений учащихся в течение урока
- е) подведение итогов урока
- ж) закрепление или повторение изученного на уроке
- з) чтение текста

40. Основными структурными элементами урока являются ... (расположите в необходимой последовательности)

- а) сообщение плана лекции и рекомендуемой литературы для самостоятельной работы
- б) проверка домашнего задания
- в) формулировка темы
- г) рассказ преподавателя

Перечень вопросов для промежуточного контроля (экзамена).

Вопросы

1. Предмет, задачи и основные категории педагогики высшей школы.
2. Методы педагогических исследований.
3. Целеполагание в системе высшего профессионального образования.
4. Таксономия целей.
5. Цели и принципы обучения и воспитания в высшей школе в современных условиях.
6. Роль высшего образования в развитии современной цивилизации.

7. Перспективы и тенденции развития высшей школы.
8. Непрерывное образование: цели, задачи, принципы.
9. Учреждения, обеспечивающие получения высшего образования, их задачи. Современный университет.
10. Последипломное образование.
11. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования: структура, функции, требования к реализации.
12. Личностно-профессиональное становление выпускника.
13. Преподаватель вуза как субъект процесса обучения.
14. Содержание и структура деятельности преподавателя, условия ее эффективности.
15. Особенности педагогической деятельности преподавателя по реализации личностно - ориентированного образования.
16. Предмет, задачи и основные категории дидактики высшей школы.
17. Сущность, структура, движущие силы процесса обучения в высшей школе.
18. Закономерности и принципы обучения как методологические и дидактические регуляторы преподавательской деятельности.
19. Методы обучения в высшей школе.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и	хорошо		71-85

	большей степени самостоятельности и инициативы	иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Околелов, О. П. Педагогика высшей школы : учебник / О.П. Околелов. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 187 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/19449. - ISBN 978-5-16-011924-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1900992>

Дополнительная литература

1. Симонов, В. П. Педагогика и психология высшей школы. Инновационный курс для подготовки магистров : учебное пособие / В.П. Симонов. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - ISBN 978-5-9558-0336-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941736>.
2. Мандель, Б. Р. Педагогика современной высшей школы: история, проблематика, принципы / Мандель Б.Р. - Москва :Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 471 с.ISBN 978-5-16-102953-4 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/795807>
3. Шарипов, Ф. В. Педагогика и психология высшей школы : учебное пособие / Ф. В. Шарипов. - Москва : Логос, 2020. - 448 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-587-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213106>

**10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении
образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени
Иммануила Канта»
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации»
Шифр: 11.04.02
**Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы
связи»**
Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»
Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Суслина А.А., к.п.н., доцент

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины «Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации».

Целью изучения дисциплины «Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации» является владение иностранным языком как средством, обеспечивающим потребности социально-культурной деятельности, что предполагает, прежде всего, умение самостоятельно, «через всю жизнь», работать над изучением языка, поддерживать и пополнять свои знания и умения, развивать свою коммуникативную и информационную культуру. В основе данной программы лежит деятельностный подход к изучению иностранного языка: человек как субъект социальной деятельности в процессе овладения иностранным языком приобретает ряд компетенций (сумму знаний, умений и личностных качеств, необходимых для совершения различных действий): общие, коммуникативные и профессиональные компетенции. Коммуникативная языковая компетенция включает лингвистический, социолингвистический и прагматический компоненты, каждому из которых соответствуют знания, умения и навыки. Коммуникативная компетенция реализуется на практике в различных видах речевой деятельности, связанных с восприятием (аудирование, чтение), порождением языковых сообщений (говорение, письмо), с интерактивными действиями (диалог) и медиацией (перевод, реферирование). Профессиональная языковая компетенция представляет собой набор коммуникативных и общих знаний и умений, необходимых для использования иностранного языка при осуществлении профессиональной деятельности в рамках отдельной квалификации.

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

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2. Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	Знать: – принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках; – правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации на английском языке. Уметь: – применять на деловую

		коммуникацию в устной и письменной формах, методы и технологии, в том навыки делового общения на русском и иностранном языках. Владеть: – навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; – навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках; – методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и английском языках.
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Анализирует аксиологические системы; обосновывает актуальность их учета в социальном и профессиональном взаимодействии УК-5.2. Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп	Знать: – закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте. Уметь: – понимать и воспринимать разнообразие общества в и социально- историческом, этическом и философском контекстах Владеть: – простейшими методами адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах; – навыками общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули).

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и

самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Модуль 1	• Computer users; • Computer architecture; • Computer applications; Peripherals.
2	Модуль 2	• Operating systems; • Graphical user interfaces; • Application programs; Multimedia.
3	Модуль 3	• Computing support (1) • Networks;

		• Network configurations; The World Wide Web
4	Модуль 4 (проект)	• The Internet; • Websites; • Creating a webpage; Communications systems.
5	Модуль 5	• Computing support(2) • Data security (1); • Data security (2); Software engineering;
6	Модуль 6	• Recent developments in IT; • The future of IT; • Online services; Data transmission
7	Модуль 7	• People in computing; • Programming and languages • Comparing software packages; Computer security.
8	Модуль 8 (проект)	• Data storage and management; • Computers in Education; • CALL; Computers in Medicine.
9	Модуль 9	• Netspeak maxims; • The language of e-mail; • Computers for the disabled; Robotics.
10	Модуль 10	• Robots characteristics; • Virtual reality; • VR input devises; Machine translation.
11	Модуль 11	• AI and expert systems; • Computer-to-video conversion; • Listing; Computers in the office.
12	Модуль 12 (проект)	• Magnetic storage; • Optical discs and drivers; • Flash memory; Spreadsheets and databases.
13	Модуль 13	• 1424-bit color; • Co15mputer graphics; • Programming languages; Application programs.
14	Модуль 14	• Graphics and design; • Computer memory; CPU and ALU;
15	Модуль 15	• Job interview; • writing CV and letter of application (Covering letter);

		My Master degree work; My Master degree project (theses, paper)

6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы

Учебные занятия проходят в форме практических занятий.

Содержание основных тем курса.

Модуль 1. COMPUTER USERS (Computer architecture: Computer applications; Peripherals)

Грамматический материал

“to be”, to have в Present Simple, повелительное наклонение; личные местоимения; указательные местоимения; множественное число существительных. Present Simple, Present Continuous, Past Simple, Past Continuous. Порядок слов в английском предложении. Виды вопросительных предложений.

Устные разговорные темы.

Name some types of devices that use 'computers on a chip'.
What uses of handheld computers are mentioned in the text?
What are the benefits of using computers with the following items?
a) Security systems; b) Cars; c) Phones
What smart devices are mentioned in the text?
What are smart cards used for?
What are the advantages of multimedia?
What can medical expert systems do?
How can computers help the disabled?
What types of computing systems are made available to people in remote locations
using electronic classrooms or boardrooms?
What aspects of computing can people power determine?

1.1 Аудирование

Listen and write down the disadvantages of digital cameras (Unit4, Peripherals, p.25)

1.2 Письмо

Describe how you use computers in your study and in your free time.

1.3 Чтение

A) Cache Memory.
B) Ready for the Billion-Byte drive.
C) an article on the speciality (SPE)

1.4 DVD

6 min English (BBC) Computers VS Humans

1.5 Лексико-грамматический тест

Name: _____ Date: _____

Section 1: Vocabulary

1 Match 1–5 with a–e to make common word partnerships.

1	mobile	a	station
2	data	b	phone
3	training	c	team
4	work	d	processing

5 sales e course

2 Complete this conversation with the words in the box. You do not need all the words.

buy cost expensive much send

- 6
7 A: How much does the new laptop (6) _____?
8 B: £449.
9 A: That's very (7) _____. My new one was only £349. Are you going to (8) _____ it?
10 B: I don't know. Perhaps I need to (9) _____ George an email and ask him. He's an expert.
11 A: Good idea.

Section 2: Language

1 Choose the correct answer, A, B or C.

John (1) _____ from the USA (2) _____ works for a big computer company. The company (3) _____ 2,000 employees. He's based in the London office but he often (4) _____ around Europe. He is (5) _____ system analyst. He (6) _____ work on Mondays and Tuesdays but he works at the weekend. (7) _____ are six people in his team. He likes (8) _____ job because it's very interesting.

1 A does	B is	C come
2 A and	B so	C or
3 A has got	B got	C gets
4 A travels	B travelling	C is travelling
5 A system analyst	B a system analyst	C an system analyst
6 A isn't	B don't	C doesn't
7 A They	B There	C Their
8 A he	B him	C his

Section 3: Skills development

1 Complete this conversation with a–g.

- Sacha: Hi, my name's Sacha.
Faris: (1) _____. I'm Faris.
Sacha: Do you work for IBM?
Faris: (2) _____.
Sacha: Which company do you work for?
Faris: (3) _____. I'm the new Chief Systems Analyst.
Sacha: (4) _____! Do you like your job?
Faris: (5) _____.
Sacha: Where are you based?
Faris: (6) _____.
Sacha: Would you like to join me for lunch?
Faris: (7) _____, thanks.
a Absolutely – it's very interesting
b Pleased to meet you
c In San Francisco
d Oh, congratulations
e I'd love to
f No, I don't

g GF Systems

Section 4: Reading

1 Read these emails and complete the booking form.

From: Carla Lang, Training Officer
To: All staff
Subject: Workshops in May

Section 5: Listening

1 ▶ 03 Listen and choose the correct answer, A, B or C.

1 Karim is a _____.
A system analyst B web designer C network administrator

2 Karim works in _____.
A Qatar B Kuwait C the UK

3 Glenda is from _____.
A Kuwait B the US C the UK

2 ▶ 20 Listen. Are these sentences *true (T)* or *false (F)*?

4 George needs some information about the website. (T / F)

5 Susan wants to know how many external visitors they get on the website. (T / F)

6 Susan wants the report by next month. (T / F)

7 The report must include where the visitors are from. (T /

F)

Hi everyone

Please let me know which workshop you'd like to attend next month and which day you would like to go. Places are limited, so please contact me before 30th April.

Workshops available:

Security procedures: 1 day, 13th or 14th May

Website design: 1 day, 15th or 16th May

12 Setting up a network: 1 day, 20th or 21st May

13

14 Best wishes

15 Carla

16

17 From: Guy Danvers, Head of IT Department

18 To: Carla Lang, Training Officer

19 Subject: Workshops in May

20

21 Hi Carla

22

23 Two people in my department would like to participate in a workshop. The first is Mansoor Khan, one of our web designers. He wants to do the network

workshop but he's away 16th–20th May. I hope there's a place for him on the second day. The second person is me. I'd like to do the 14th May workshop as I'm away on the 15th and 16th. I did the website design last month and it was excellent.

24

25 Kind regards

26 Guy

27

28 Booking form for workshops

29

30 Department: (1) _____

31

32 **PERSON 1** **PERSON 2**

33 Name: (2) _____ (6) _____

34 Job: (3) _____ (7) _____

35 Course: (4) _____ (8) _____

36 Preferred date: (5) _____ (9) _____

37

1.7. Самостоятельная работа студентов

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) :
модуль 1, 2, 5.

Подготовка презентации по статье по специальности (SPE)

Модуль 2. OPERATING SYSTEMS (Graphical user interfaces; Application programs; Multimedia).

Грамматический материал

Present Perfect, Past Simple, Past Perfect. Препозитивные атрибутивные словосочетания. Перевод двучленных сочетаний типа “существительное + существительное”. Перевод многочленных словосочетаний типа “существительное + существительное + существительное”

2.1 Устные разговорные темы

Computer Architecture; HW Installation & Maintenance; Info Tech Applications (1); 4 Info Tech Applications (2); Multi-user Operating System; Network Technology; Software Development Life Cycle; Standalone Computer System Support; Software Development Procedural Lang.

2.2 Аудирование

Listen to the description of a computer course.

2.3 Письмо

Write a description of your own computing course, or one of its components, in the same way.

2.4 Чтение

- 1) Operating Systems: Hidden software.
- 2) An article on the speciality (SPE).

2.5 Watching Videos: Choose and watch any news report on RT.

2.6 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ Date: _____

1 Complete these questions with the words in the box. You do not need all the words.

how long	how many	how much	how often
what	when	where	which who why

- 1 A: _____ hits do they get each week? B: About 1,500.
 2 A: _____ do people visit entertainment sites? B: Because they want to relax.
 3 A: _____ website do you go to? B: I like news websites.
 4 A: _____ do you use CNN for? B: Finding out about world news.
 5 A: _____ do you use Facebook? B: In the evening.
 6 A: _____ can I buy electronic products? B: Try amazon.com.
 7 A: _____ do you visit Myspace? B: Every day.
 8 A: _____ do you spend on the site each day? B: About an hour.
 9 A: _____ traffic does each site get? B: It gets a lot of visitors.

2 Choose the correct words in *italics*.

When you are developing a website, (10) *first* / *secondly* you must discuss with the customer their requirements for the site to find out what they want. (11) *After* / *Secondly*, you need to analyse the information you received. (12) *Next* / *After* that you can develop a website specification. (13) *Then* / *Finally* you design and develop the website. (14) *Next* / *To finish* you get a specialist to write the content. (15) *Finally* / *Thirdly*, you test the site.

3 Complete this text with the correct form of *be* or *have*.

There (16) _____ a lot of information on the first site but there (17) _____ many photos and there (18) _____ a site map. The second site (19) _____ a lot of features and there (20) _____ excellent graphics.

4 Match 1–5 to a–e to make words or phrases.

21 meta	a	profile
22 well-	b	optimisation
23 visitor	c	designed
24 user	d	tag
25 page	e	map

5 Complete the words in these sentences.

- 26 That website is very in _ _ r _ _ t _ _ g.
 27 These websites p r _ m _ t _ environmentally friendly shopping.
 28 On Spanishforall.com I can p r _ c _ _ s _ my Spanish.
 29 The flight website is very i _ f _ _ m _ _ _ v _ . It gives you details of thousands of flights.
 30 Many websites o _ f _ r a service.

2.7 Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab): модуль 7.

Презентация на 7 мин по прочитанной статье по специальности.

Модуль 3. COMPUTING SUPPORT (I) (Networks; Network configurations; The World Wide Web)

Грамматический материал

The future (plans): the present continuous, going to, will, might. The future (predictions): will, might, may, could, going to, likely. Инфинитив, герундий, причастие.

3.2 Устные разговорные темы

Data Communications; Information Systems & Services; Systems Development; Communication

Project Management; Mathematics for Computing; LAN Topologies; PC Bus Architectures; Modems; How to connect printers; Unix Operating System; Pascal; Writing a program; Creating a database; Maintenance of desktops; Wordprocessing and other office applications; Binary system.

3.3 Аудирование

Listen to predictions about future communications, Listen to telephone conversations involving misunderstanding.

3.4 Письмо

Decide which applications programs would be used and for what purpose. Write your recommendations for one of the users/ Give reasons for each applications program you recommend:

The name of the game; The company who produce it; The platform on which it's played; The bad points; The good points; The star rating.

3.5 Чтение

- 1) Application service providers.
- 2) An article on the speciality (SPE).

DVD watching

The Virtual Revolution

3.6 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ **Date:** _____

1 Write questions with *could, can or would*.

4 Example:

5 you / help me? *Could you help me, please?*

6

7 1 give me / the new password?

8 2 shut / the door?

9 3 check / my answers?

10 4 recommend / an external hard drive?

11 5 enter / the data for me?

12 6 explain that / again?

13

2 Complete these conversations with *should or shouldn't*.

14 7 A: My computer isn't working.

15 B: You _____ buy a new computer.

- 16 8 A: I can't remember my password.
 17 B: You _____ ask the administrator.
 18 9 A: I gave my password to a friend.
 19 B: You _____ give you password to another person.
 20 10 A: What _____ I do? There's no internet connection.
 21 B: Call the network administrator.
 22 11 A: My computer's crashed and I've lost all my work!
 23 B: You _____ always back up your work.
 24 12 A: The battery overheated.
 25 B: You _____ leave the laptop on charge all the time.

26 3 Complete this conversation with the words in the box. You do not need all the words.

27 enter got has right 's should then

- 28
 29 A: Can you help me, please?
 30 B: What (13) _____ the problem?
 31 A: I don't know how to access the customer information.
 32 B: (14) _____ your username and password. All (15) _____?
 33 A: Yes, but what do I do (16) _____?
 34 B: Press 2 followed by CUSTOMER. (17) _____ that?
 35 A: Oh, yes. Here it is. Thanks.

4 Match words 1–5 with definitions a–e.

36 18 human resources	a	data about quantity of product in storage
37 19 data collection	b	double-checking and cleaning data
38 20 stock management	c	data about product specifications, details and design
39 21 data validation	d	data about employees, training and recruitment
40 22 data tabulation	e	gathering raw data
41 23 production	f	arranging data into table format for analysis
- 42

5 Complete these sentences with the words in the box. You do not need all the words.

43 about at between for from in into of

- 44
 45 24 You must put that _____ the first column.
 46 25 What's the difference _____ these two systems?
 47 26 I'm worried _____ my computer. It's very slow.
 48 27 Akil works _____ a big computer company.
 49 28 You need to retrieve the data _____ the database.
 50 29 How many people can access the information _____ the same time?
 51 30 We organise the data _____ relevant groups.

Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) : модуль 8.

Презентация по изученной статье (выбор магистранта) на 7 мин.

Модуль 4.: PROJECT

Проектная групповая деятельность студентов по представленным ниже темам:

- The future of the Internet;
- Creating a webpage.
- Communications systems.

Зачет. Структура зачета:

Монологическое высказывание по одной из предложенных тем:

- What difference is there between applications software and operating systems?
- Why is the supervisor program the most important operating system program?
- What is the difference between resident and non-resident programs?
- What are the main functions of an operating system?

2. Лексико-грамматический тест (БРС)

Модуль 5. Data security (1) (Software engineering; Computing support(2); Data security (2); Software engineering)

4.1 Грамматический материал

Modal verbs, used to; relative clause with a participle. Причастия I, II. Причастные обороты

4.2 Устные разговорные темы

Which operating system is used on Apple Macintosh microcomputers? What is Penpoint designed for? Action; List all the files in a directory; Delete a file; Rename a file; Copy a file; Send a file to a printer; Obtain help; Create a directory; show date and time; Show users on system; Talk to other users on system; Search for a string in a file; VMS command Unix command; Name one system used on IBM mainframes; Which operating system is Linux related to? Name an IBM operating system similar to MS-DOS. Which operating system replaced MS-DOS? Which systems are in fact graphically orientated shells for MSDOS? How many versions of Windows 9X were developed? Which operating systems are designed for networks? Which operating system is used by DEC VAX minicomputers?

4.3 Аудирование

Listen to the recordings which explain how the process works and take brief notes on each stage.

4.4 Письмо

Describe the advantages and disadvantages of networks. Try to link some of the advantages and disadvantages with your own examples.

4.5 Чтение

- 1) Network Communications.
- 2) An article on the speciality (SPE)

4.6 Watching an RT news reports on the recent events

4.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ **Date:** _____

Section 1: Vocabulary

1 Match 1–5 with a–e to make common word partnerships.

1	mobile	a	station
2	data	b	phone
3	training	c	team
4	work	d	processing
5	sales	e	course

2 Complete this conversation with the words in the box. You do not need all the words.

buy cost expensive much send

- A: How much does the new laptop (6) _____?
- B: £449.
- A: That's very (7) _____. My new one was only £349. Are you going to (8) _____ it?
- B: I don't know. Perhaps I need to (9) _____ George an email and ask him. He's an expert.
- A: Good idea.

Section 2: Language

1 Choose the correct answer, A, B or C.

John (1) _____ from the USA (2) _____ works for a big computer company. The company (3) _____ 2,000 employees. He's based in the London office but he often (4) _____ around Europe. He is (5) _____ system analyst. He (6) _____ work on Mondays and Tuesdays but he works at the weekend. (7) _____ are six people in his team. He likes (8) _____ job because it's very interesting.

1	A does	B is	C come
2	A and	B so	C or
3	A has got	B got	C gets
4	A travels	B travelling	C is travelling
5	A system analyst	B a system analyst	C an system analyst
6	A isn't	B don't	C doesn't
7	A They	B There	C Their
8	A he	B him	C his

Section 3: Skills development

1 Complete this conversation with a–g.

Sacha: Hi, my name's Sacha.

Faris: (1) _____. I'm Faris.

Sacha: Do you work for IBM?

Faris: (2) _____. Sacha: Which company do you work for?

Faris: (3) _____. I'm the new Chief Systems Analyst.

Sacha: (4) _____! Do you like your job?

Faris: (5) _____. Sacha: Where are you based?

Faris: (6) _____. Sacha: Would you like to join me for lunch?

Faris: (7) _____, thanks.

- a Absolutely – it's very interesting
- b Pleased to meet you
- c In San Francisco
- d Oh, congratulations
- e I'd love to
- f No, I don't
- g GF Systems

Section 4: Reading

1 Read these emails and complete the booking form.

From: Carla Lang, Training Officer
To: All staff
Subject: Workshops in May

Hi everyone

Please let me know which workshop you'd like to attend next month and which day you would like to go. Places are limited, so please contact me before 30th April.

Workshops available:

Security procedures: 1 day, 13th or 14th May
Website design: 1 day, 15th or 16th May
Setting up a network: 1 day, 20th or 21st May

Best wishes
Carla

From: Guy Danvers, Head of IT Department
To: Carla Lang, Training Officer
Subject: Workshops in May

Hi Carla

Two people in my department would like to participate in a workshop. The first is Mansoor Khan, one of our web designers. He wants to do the network workshop but he's away 16th–20th May. I hope there's a place for him on the second day. The second person is me. I'd like to do the 14th May workshop as I'm away on the 15th and 16th. I did the website design last month and it was excellent.

Kind regards
Guy

Booking form for workshops

Department: (1) _____

	PERSON 1	PERSON 2
Name:	(2) _____	(6) _____

Job:	(3) _____	(7) _____
Course:	(4) _____	(8) _____
Preferred date:	(5) _____	(9) _____

4.7. Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab):
модуль 9.

Подготовка презентации по прочитанной статье по специальности (SPE)

Модуль 6. *Recent developments in IT* (The future of IT; Online services; Data transmission)

5.1 Грамматический материал

Comparatives/ Superlatives. Определительный причастный оборот.

Обстоятельный причастный оборот. Объектный причастный оборот (сложное дополнение).

5.2 Устные разговорные темы

Name three different email protocols. Which email protocol is used to transfer messages between server computers? Why is SMTP unsuitable for delivering messages to desktop PCs? Name two host-based mail. Where are email messages stored in an SMTP system? What happens when you use your Web mail account to access a POP3 mailbox? Give an advantage and a disadvantage of

having an option to leave POP3 messages on the server. What are the advantages of using the MAP4 protocol? Web mail systems use some of the same protocols as client/server mail. Some can access an ISP-based POP3 mailbox, allowing you to read your mail anywhere you can find a browser.

5.3 Аудирование

Listen to the recording to find the answers to these questions.

- 1 Why did John choose this topic?
- 2 What package is Netscape Composer a part of?
- 3 What previous experience did he have of website creation?
- 4 What's the price of his 'free' domain name?
- 5 What does he mean by 'Yahoo! just seems to swallow submissions'?
- 6 What do you think Yahoo! Clubs are?
- 7 List 4 tips he gives for other website builders.
- 8 List 4 website addresses he mentions.

5.4 Письмо

Write an evaluation of one of the websites listed (www.environment-agency.gov.uk
www.compaq.com www.abcissa.force9.co.uk/birds news.bbc.co.uk
www.orange.co.uk) or a website of your choice.

5.5 Чтение

- 1) The Anatomy of a virus.
- 2) An article on the speciality (SPE).

5.6. Watching

Watch a latest news report on RT.

5.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ Date: _____

1 Write questions with *could*, *can* or *would*.

Example:

you / help me?

Could you help me, please?

1 give me / the new password?

2 shut / the door?

3 check / my answers?

4 recommend / an external hard drive?

5 enter / the data for me?

6 explain that / again?

2 Complete these conversations with *should* or *shouldn't*.

7 A: My computer isn't working.

B: You _____ buy a new computer.

8 A: I can't remember my password.

B: You _____ ask the administrator.

9 A: I gave my password to a friend.

B: You _____ give you password to another person.

10 A: What _____ I do? There's no internet connection.

B: Call the network administrator.

11 A: My computer's crashed and I've lost all my work!

B: You _____ always back up your work.

12 A: The battery overheated.

B: You _____ leave the laptop on charge all the time.

3 Complete this conversation with the words in the box. You do not need all the words.

enter got has right 's should then

A: Can you help me, please?

B: What (13) _____ the problem?

A: I don't know how to access the customer information.

B: (14) _____ your username and password. All (15) _____?

A: Yes, but what do I do (16) _____?

B: Press 2 followed by CUSTOMER. (17) _____ that?

A: Oh, yes. Here it is. Thanks.

Match words 1–5 with definitions a–e.

18 human resources

a data about quantity of product in storage

19 data collection

b double-checking and cleaning data

20 stock management
design

c data about product specifications, details and

21 data validation
recruitment

d data about employees, training and

22 data tabulation

e gathering raw data

23 production

f arranging data into table format for analysis

5 Complete these sentences with the words in the box. You do not need all the words.

about at between for from in into of

- 24 You must put that _____ the first column.
25 What's the difference _____ these two systems?
26 I'm worried _____ my computer. It's very slow.
27 Akil works _____ a big computer company.
28 You need to retrieve the data _____ the database.
29 How many people can access the information _____ the same time?
30 We organise the data _____ relevant groups.

5.8 Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) :
модуль 4.

Подготовка презентации по прочитанной статье по специальности (SPE)

Модуль 7. People in computing (Programming and languages; Comparing software packages;

Computer security)

6.1 Грамматический материал

Zero and first conditionals, Second Conditional; каузативный, или побудительный, оборот. Независимый причастный оборот (Абсолютная причастная конструкция)

-Ing/ Ed adjectives

6.2 Устные разговорные темы

Carry out a survey of mobile phone use amongst your classmates. Find out:

1 How many have mobile phones.

2 What they use them for.

3 What makes they have.

4 How often they use them per day.

5 What additional features their phones have, e.g. (phone book messages; calls register; games; calculator; alarm call)

6.3 Аудирование

Listen to the ex-hacker and answer the questions:

1) How could you hack into a system?

2) How could you stop people hacking into a system?

6.4 Письмо

Write your own description of how your browser finds the page you want. When you have finished, compare your answer with the listening script. Then write a website entry.

6.5 Чтение

1) The extract from a virus information database. "Method of infection"

2) An article on the speciality (SPE)

6.6 Watching a latest news report on RT

6.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

I. Look up in the dictionary how to pronounce the following words. Write them down in the dictionary.

accounting	to edit	a folder
drafting	to finance	schematic
spreadsheet	charts	via
to gain	to scatter	enhance
to create	a cabinet	brochures

II. Read the text and do the exercises that follow it.

Application Programs

An Application Program is a software program that performs a specific function, such as accounting, word processing or drafting. There are some categories of application program to choose from spreadsheet, Database Management, Computer Aided Design (CAD), Communications, Graphic presentations, desktop Publishing, Integrated Programs, Window and Windows – based Programs. Within each category, there are several software programs which have gained industry-wide acceptance. Word processing: is the most common application for a personal computer. Most word processing software programs allow us to create, edit, and save documents, along with changing the position of the text in a document, inserting new information in the middle of the text, or removing words and sections no longer needed. With a typewriter, you would have to re-type the entire document after a few major changes. Given a computer, a document can be stored electronically and retrieved at any time for modification. Examples of word processing programs include: – Word Perfect; –MS-Word; –Multimate; –Wordstar; –Displaywrite; –Word for Windows; –Word Perfect for Windows. Accounting and spreadsheets: One of the primary functions of the first mainframe computers was to store and calculate volumes of financial data for banks and large businesses. Nowadays, a personal computer is capable of handling the accounting and finances of almost any small to medium-sized business. Many different programs are available for plotting financial trends and performing everyday bookkeeping functions. One of the most popular financial tools is called a spreadsheet. An electronic spreadsheet is a software program, which performs mathematical calculations and ‘want – if’ analysis. Besides replacing your pencil and calculator for solving financial and statistical problems, spreadsheets can display line graphics, bar charts, and scatter plot diagrams. Often accounting and spreadsheet programs are designed to work together, in efforts to provide the financial solution. Examples of accounting programs include: ACCPAC Simply Accounting, ACCPAC plus, Business Vision Turbo, New Views Accounting, Great Plains, Dac Easy, Peach Tree, Abacus II. Examples of spreadsheet programs include: Lotus 1-2-3, MS-Excel, Quatro Pro, Supercalc. Database Management. A database is a simply collection of related information. Some common examples are a phone book, an inventory list, a personal file. A Database Management Software program assists in manipulating and organizing the information in a database. A database application is any task ordinarily handled by a filing cabinet, multiply file folders, or some other information storage system. In a manual system, for example, each drawer in filing cabinet is reserved for a specific purpose, such as maintaining profile sheets on customers. Each profile is written on a standard form and a clerk places the file folder in the drawer. This manual process is identical to a computerized database, where the database software performs the function of the filing clerk. Rather than placing the customer profiles in the filing cabinet drawer, a computerized database stores each profile electronically on a disk. Some examples of a database management programs: Dbase, R:BASE, Paradox, FoxPro, Q&A, Oracle. Computer Aided Design. Computers are the perfect tools for creating drawing or architectural plans. Because the drawings can be saved, it is easy to incorporate modifications, design improvements and corrections. Computers are often used on the final process of converting a computer drawing into a physical product. One such example is the manufacturing of electronic circuit boards. First, the electronic circuit drafting program produces the schematic design, then a second program tests the design by simulating the circuit’s operation, and

finally a third program constructs the circuit board from the design layout. Computer Aided Design programs are: AutoCAD, TANGO, PCAD, Generic CAD. Communications: Computers can communicate with each other via regular telephone lines and modems. Communication software programs enable different types of computers to exchange data using a common language. The IBM PC can actually emulate various types of equipment, around the world, with the help of software. Communication programs are: Smartcom, Kermit, Crosstalk, PC Talk, Pro Comm, PC Anywhere, CloseUp. Graphic Presentations: There are actually some people, who prefer to look at 14 columns of numbers across several pages for analyzing a business' performance. These people are called accountants. However, most people are visual learners of diagrams, graphs and charts for representing numerical trends. There are a variety of programs for displaying information graphically: –Lotus 1-2-3, Exel, Quatro Pro, Chartmaster, Chart, Harvard Graphics, Micrografix Powerpoint, DrawPerfect. Desktop Publishing is the process of taking a document and inserting graphics and applying enhanced formatting options. These programs take text from the more common word processor and produce print-shop quality output. Desktop publishing programs are used to create newsletters, brochures, reports, book and other publications. Desktop publishing programs include: Aldus PageMaker, Ventura Publisher, AMI Professional. Integrated Programs: they unite one or more of the primary computer applications, whether word processing, spreadsheet or database into a single package. These programs allow people to experiment with the major computer applications, while only investing in a single product. The most popular integrated programs are: –MS-Works, Q&A, Eight in one, Symphony, Framework. Microsoft Windows. Windows is a program, which enhances many aspects of using a microcomputer. It provides a graphical user interface (GUI and pronounced «Gooney») for programs running under the Windows environment. In other word, Windows allows a person to use a mouse and choose special symbols to point at and select desired functions, rather than having to remember commands. As well Windows' products allow a WYSIWYG ('what you see is, what you get') screen display, especially important for word processing and desktop publishing programs.

Here are some examples of Window – based products:

1. Word Perfect for Windows (word processing).
2. MS-Word for Windows (word processing).
3. MS-Exel for Windows (spreadsheet).
4. Aldus Page Maker (desktop publishing).
5. AMI Professional (word processing).
6. ACCPAC Simply Accounting (accounting).

III. Translate these into your own language:

1. software program
2. application program
3. industry-wide acceptance
4. along with changing the position
5. no longer needed
6. to re-type the entire document
7. calculate volumes of financial data
8. bookkeeping functions
9. to assist in manipulating and organizing the information
10. perfect tools
11. program tests the design
12. emulate various types
13. select desired functions

IV. Find English equivalents to the following words and expressions in the text:

1. выполнять специфическую функцию
2. самая распространенная прикладная программа

3. создавать, редактировать, сохранять документы
 4. вставлять новую информацию
 5. удалять слова, которые больше не нужны
 6. может сохраниться электронно
 7. получить в любое время
 8. быть способным, быть в состоянии что-либо выполнять
 9. ручной процесс
 10. пласт
 11. используется, чтобы создать
 12. позволяет людям экспериментировать
 13. выбрать
- V. Finish the sentences according to the text.
1. An application program is a software
 2. Word processing software programs allow us
 3. An electronic spreadsheet is a
 4. A data base application is any task
 5. Computers are perfect tools for
 6. Communication programs enable different types of computers
 7. There are some people who prefer to look at 14 columns of numbers across several pages for
 8. These programs take text from the more common word processor and
 9. Windows allows a person
- VI. Give appropriate definitions and examples of the following application programs:
- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1. word-processing | 5. communications |
| 2. accounting and spreadsheets | 6. graphic presentations |
| 3. database management | 7. desktop publishing |
| 4. computer aided design | 8. Microsoft Windows |
- VII. What kind of programs do you choose to perform the following tasks:
1. to create, edit and save documents;
 2. to make a phone book, inventory list, a personal file;
 3. to store and calculate volumes of financial data for banks;
 4. to use a mouse and choose special symbols to point at and select desired functions;
 5. to create drawings or architectural plans;
 6. to communicate with other persons via regular telephone to exchange data using a common language;
 7. to unite one or more of the primary computer applications.
- VIII. Answer the questions:
1. What is an application program?
 2. What does word processing software program allow to do?
 3. What was one of the primary functions of the first mainframe computers?
 4. What is a personal computer capable doing now?
 5. What is spreadsheet?
 6. What is database?
 7. What are the perfect tools for creating drawings?
 8. What are desktop publishing programs used to?
 9. What is windows?
- IX. Give a short summary of the text.

6.8. Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) :
модуль 4,10.

Подготовка презентации по статье по специальности на 7 мин (SPE)

Модуль 8. **PROJECT**

Проектная групповая деятельность студентов по представленным ниже темам:

- Data storage and management;
- Computers in Education;
- CALL;
- Computers in Medicine
- The eyes of your computer?
- How screen displays work?
- Printer

Зачет. Структура зачета:

2. Монологическое высказывание по одной из предложенных тем:

What other types of computer crime are there? Make a list:

- Love bug creates worldwide chaos.
- Hackers crack Microsoft software codes.
- Web phone scam.

How does a Trojan differ from a virus?

What does data encryption provide?

What system is commonly used for encryption?

3. Лексико-грамматический тест (БРС)

Модуль 9. **Netspeak maxims** (The language of e-mail; Computers for the disabled; Robotics)

7.1 Грамматический материал

Present Perfect/ Present Perfect Continuous Modal Verbs. Особенности герундия как части речи. Герундиальная конструкция.

7.2 Устные разговорные темы

1. Have you ever had a problem with a virus?

2. Have you ever had a software problem?

3. What kind of problem?

4. What did you do about it?

5. How did you get help?

List the security measures to protect hardware and software. Which measures would prevent or limit the effects of the computer disasters?

7.3 Аудирование

Radio programme interview with a computer support officer diagnosing a fault and giving advice to a customer.

7.4 Письмо

Write an essay on the Global Positioning System (GPS)

7.5 Чтение

Backup HSM and Media choice.

An article on the speciality (SPE).

7.6 Watch a latest news report on RT

7.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

I. Look up in the dictionary how to pronounce the following words. Write them down in the dictionary.

to adjust

to check in

to maintain

advanced	to enable	a marvel
to amend	to execute	random
to assist	to guide	to rely on
to conjure	an image	a relative ease
to contribute	huge	to resemble
conversing	launching	a terminal

II. Read the text and do the exercises that follow it.

Computer Applications

Many people have or will have had some experience of 'conversing' with computers. They may have their own micro-computer, they may use a terminal from the main company at work or they may have a television set with a view data facility. Those who do not have this experience may observe the staff at, for example, an airline check-in or a local bank branch office sitting at their desks, pressing keys on a typewriter like a keyboard and reading information presented on a television type screen. In such a situation the check-in clerk or the branch cashier is using the computer to obtain information (e.g. to find out if a seat is booked) or to amend information (e.g. to change a customer's name and address). The word computer conjures up different images and thoughts in people's mind depending upon their experiences. Some view computers as powerful, intelligent machines that can maintain a 'big brother' watch over everyone. Others are staggered and fascinated by the marvels achieved by the space programs of the superpowers, where computers play an important part. Numerous factories use computers to control machines that make products. A computer turns the machines on and off and adjusts their operations when necessary. Without computers, it would be impossible for engineers to perform the enormous number of calculations needed to solve many advanced technological problems. Computers help in the building of spacecraft, and they assist flight engineers in launching, controlling and tracking the vehicles. Computers also are used to develop equipment for exploring the moon and planets. They enable architectural and civil engineers to design complicated bridges and other structures with relative ease. Computers have been of tremendous help to researchers in the biological, physical and social sciences. Chemists and physicists rely on computers to control and check sensitive laboratory instruments and to analyze experimental data. Astronomers use computers to guide telescopes and to process photographic images of planets and other objects in space. Computers can be used to compose music, write poems and produce drawings and paintings. A work generated by a computer may resemble that of a certain artist in birth style and form, or it may appear abstract or random. Computers are also used in the study of the fine arts, particularly, literature. They have also been programmed to help scholars identify paintings and sculptures from ancient civilizations. But computers do not have intelligence in the way humans do. They cannot think for themselves. What they are good at is carrying out arithmetical operations and making logical decisions at phenomenally fast speed. But they only do what humans program gives them to do. Apart from the speed at which computers execute instruction, two developments in particular have contributed to the growth in the use of computers – efficient storage of large amounts of data and diminishing cost. Today, computers can store huge amount of information on magnetic media and any item of this information can be obtained in a few milliseconds and displayed or printed for the user.

III. Translate these into your own language:

1. some experience of conversing	8. advanced technological problem
2. view data facility	9. to guide telescopes
3. to obtain information	10. ancient civilization
4. powerful, intelligent machine	11. arithmetical operations
5. to be staggered and fascinated	12. logical decisions
6. to adjust operations	13. to execute instructions
7. enormous number of calculations	14. efficient storage

IV. Translate these into English:

1. использовать терминал главной компании
 2. нажимать кнопки на клавиатуре
 3. получить информацию
 4. различные образы
 5. компьютер включает и выключает машины
 6. разработать оборудование для исследования Луны и других планет
 7. чувствительное оборудование
 8. анализировать экспериментальные данные
 9. могут быть использованы для сочинения музыки
 10. работа, управляемая компьютером
 11. помочь ученым определить
 12. не могут думать сами
 13. хорошо справляться с выполнением
 14. вносить вклад
- V. Give the situation from the text in which the following words and expressions are used:
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. people have some experience | 6. to process photographic images of |
| 2. different images | 7. to resemble |
| 3. it would be impossible | 8. intelligence |
| 4. spacecraft | 9. fast speed |
| 5. enable to design | 10. magnetic media |
- VI. Fill in the gaps necessary prepositions:
1. People may use a terminal the main company work.
 2. A clerk can press keys a typewriter.
 3. The word computer conjures a different images.
 4. A computer turns the machine and
 5. Computers help building of spacecraft.
 6. They are used to develop equipment exploring the moon and planets.
 7. Chemists and physicists rely computers to control sensitive instruments.
 8. Computers don't have intelligence the way humans do.
 9. Computers are good arithmetical operations.
 10. Computers can store huge amounts of information magnetic media.
- VII. Ask questions to which the following statements might be the answers:
1. People may use a terminal from the main company at work.
 2. In such a situation the check-in clerk is using the computer to obtain information.
 3. The word computer conjures up different images and thoughts in people's mind.
 4. Numerous factories use computers to control machines that make products.
 5. A computer turns the machine on and off and adjust their operations.
 6. Computers help in the building of spacecraft and assist flight engineers in launching.
 7. Chemist and physicists rely on computers.
 8. A work generated by a computer may resemble that a certain artist in a birth style and form.
 9. Computers do only what humans program them to do.
 10. Computers obtain huge amounts of information in a few milliseconds.
- VIII. Agree or disagree with the following statements:
1. Only a few people have or will have had some experience of «conversing» with computers.
 2. The word computer conjures up the same images and thoughts in computer's brain depending upon the structure of the computer.
 3. Without computers it would be impossible for engineers to perform the enormous number of calculations.
 4. Architects and civil engineers can't design complicated bridges and other structures with the help of computers.

5. Computers haven't been of tremendous help to researchers in the biological, physical and social sciences.
 6. Poets and physicists rely on computers to control and check sensitive laboratory equipments.
 7. Computers can be used to compose music, write poems and produce drawings and paintings.
 8. Computers have intelligence in the way humans do.
 9. Today, computers are very big, slow and can store little information on magnetic media.
- IX. Write the plan of the text to retell it in English.
- X. Points for discussion: advantages and disadvantages of computers.

4.8 Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) : модуль 10.

Подготовка презентации на 7 мин по прочитанной статье (SPE)

Модуль 10. Robots characteristics (Virtual reality; VR input devices; Machine translation)

8.1 Грамматический материал

Articles and Quantifiers; Инфинитив и инфинитивные обороты. (Complex Object)

Relative clauses. (Complex Subject)

8.2 Устные разговорные темы

- A schoolteacher wants his young pupils to learn some basic mathematics by controlling a simple robot.
- The owner of a small business wants to create a simple database program to keep track of his stock.
- An engineer wants to develop a program for calculating the stresses in a mechanical device.
- A student wants to create webpages for a personal website.
- A systems programmer wants to add some new modules to an operating system.

8.3 Аудирование

Listen to an interview between a systems analyst and a hotel owner who wants to introduce a better computer system. What questions do you think the analyst will ask? Make a list; then compare your list with others in your group

8.4 Письмо

Write a website review.

Write a news item like the short newspaper texts or about any other hacking case known to you.

8.5 Чтение

- 1) Object-oriented programming.
- 2) An article on the speciality (SPE).

8.6 Watching a latest news report on RT

8.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ Date: _____

1 Choose the correct words in *italics*.

- 1 Many / *Much* shops sell online these days.
- 2 We haven't got *some* / *much* knowledge about e-commerce security.
- 3 Do we need to spend *many* / *a lot of* money on security?

- 4 We have a *few / little* problems at the moment.
 5 *Some / A little* websites are easier to navigate than others.
 6 Nasser has a *few / little* knowledge of web design.

2 Complete this text with the words in the box.

and (x2) but or so

Our company sells clothes (7) _____ shoes online. We have a lot of customers (8) _____ not enough. We need to get more people coming to the website, (9) _____ we are improving it. Customers tell us that it is very slow (10) _____ crashes sometimes. We therefore need to make it operate faster (11) _____ customers will give up and buy from another website.

3 Complete this conversation with *will* or *won't*.

- A: (12) _____ the new system be easy to use?
 B: Yes, it (13) _____ .
 A: What happens first?
 B: The customers (14) _____ type in all their details to register.
 A: (15) _____ they be able to place an order then?
 B: No, they (16) _____ . They (17) _____ need an account number before they can do that. They (18) _____ be able to buy anything without this number.
 A: Will the bank check the payment?
 B: If the customer doesn't have the money to pay, the order (19) _____ be rejected and the customer (20) _____ get the products.

4 Complete each sentence with one word from each box. You do not need all the words.

browse check go open pay put

account checkout order shopping transaction websites

- 21 You have to _____ a(n) _____ in order shop at ABG online.
 22 I often _____ looking for products at good prices.
 23 You must _____ the items in your _____ cart.
 24 You should always _____ your _____ before you pay.
 25 You can _____ for the _____ with a credit or debit card.
5 Choose the correct words in *italics*.
 26 *Thank / Please* you for coming to this presentation.
 27 First, I'm going to *talk / present* about e-commerce security.
 28 We need product information and promotions to *attract / choose* customers.
 29 You need firewalls to help stop cyber *leaks / attacks*.
 30 When the customer *places / receives* the order, our server will confirm availability. Then the customer will be asked to pay.

8.8 Самостоятельная работа студентов
 Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) :
модуль 1,2.
Презентация по изученной статье по специальности (SPE)

Модуль 11. AI and expert systems (Computer-to-video conversion; Listing; Computers in the office.)

9.1 Грамматический материал

Third Conditional; Passive voice; Инфинитивный оборот, вводимый предлогом for

(предложный инфинитивный оборот) Независимый инфинитивный оборот

9.2 Устные разговорные темы

- A programmer working for the US army wants to create a program for controlling a new type of weapon.
- A finance company needs to process data from its branch offices on its mainframe computer.
- A website designer wants to enable the data on his website to be easily processed by a number of different programs.
- A student studying artificial intelligence wants to write some programs for a course project.
- A college lecturer wants his students to learn the principles of programming.
- A professional programmer wants to create and sell a program for use in language learning.
- A website designer wants to password-protect a section of a website.

9.3 Аудирование

Listen to a documentary programme "Computers will catch up with the power and speed of the human brain by 2050. Some time after that they will start outstripping us and taking over from us"

9.4 Письмо

A wiki entry

9.5 Чтение

Licence to chill

Dawn of the cyberbabes

An article on the speciality (SPE)

9.6 Watch a latest news report on RT

9.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ **Date:** _____

1 Complete this conversation with the present perfect of the verbs in brackets.

A: Hi, Emma. (1) _____ (you / do) that job for Mr Jones?

B: No, I (2) _____. I (3) _____ (not have) time.
I (4) _____ (be) so busy this morning.

A: (5) _____ (you / phone) him to ask what's wrong?

B: Yes, I (6) _____.

A: What's the problem?

B: His screen (7) _____ (go) blank. He (8)

_____ (not be) able to access any of his files this morning.

A: (9) _____ (he / check) all the cables?

B: Yes, he (10) _____. They're all OK.

A: I wonder what caused this problem. Any ideas?

2 Write questions in the present perfect.

Example:

we / finish / the checks? *Have we finished the checks?*

11 you / see / Fatma?

12 they / find / the problem?

13 he / run / the system check?

14 she / update / the drivers?

3 Rewrite these sentences using the word in bold and is/are used.

Example:

This tool tightens screws.

to

This tool *is used to tighten* screws.

15 A multimeter measures electrical properties.

to

A multimeter _____ electrical properties.

16 Cable testers check electrical connections in wired devices.

for

Cable testers _____ electrical connections in wired devices.

17 A system diagnostic card tests the system operation as it boots up.

for

A system diagnostic card _____ the system operation as it boots up.

18 Diagnostic software identifies problems in computer hardware.

to

Diagnostic software _____ problems in computer hardware.

19 Wire strippers remove insulation.

for

Wire strippers _____ insulation.

4 Complete the words in these sentences.

20 A s _____ tightens and removes screws.

21 T _____ are used to hold small objects.

22 A r _____ ratchet driver drives screws and nuts easily.

23 A h _ _ k _ _ drives screws and bolts into six-sided sockets.

24 P _ _ _ _ hold objects and cut or bend tough materials.

25 Insertion/Extraction c _ _ _ _ _ insert and remove fibre connections in tight spaces.

5 Complete this text with the words in the box. You do not need all the words.

checked	disconnected	installed	plugged	saved	switched	worked

I (26) _____ my computer off yesterday and today I can't turn it on again. It (27) _____ fine yesterday. I (28) _____ all the cable connections – they were all (29) _____ in correctly. Luckily, I (30) _____ all my files onto a flash drive, so I can use another computer today.

9.8 Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) : модуль 10,16.

Презентация на 7 мин по теме статьи (SPE)

Модуль 12. PROJECT

Проектная групповая работа студентов по предложенным темам :

- Computers for the disabled
- Magnetic storage;
- Optical discs and drivers;
- Flash memory;

Модуль 13 24-bit color (Computer graphics; Programming languages; Application programs.)

13.1 Грамматический материал

Reported speech; General revision.

13.2 Устные разговорные темы

How do you think developments in IT will affect these areas of life in the next ten years?

Compare your predictions with others in your group. Try to agree on a ranking from *most likely* to *least likely*:

- 1 How do you justify your claim that we are 'in the midst of convergence'?
- 2 What will be the difference between computers and humans after 2020?
- 3 What do you mean by a 'positive feedback loop' in computer development?
- 4 Why will knowledge of a major language be the only IT skill needed?
- 5 Which of the predictions do you accept?

13.3 Аудирование

Listen to the programme on how computers will catch up with the power and speed of the human brain by 2050. Some time after that they will start outstripping us and taking over from us.

13.4 Письмо

Summarise the views of Pearson and of the experts you heard on the recording on the Future of Information Technology. Give your own comments on their views. Write about 250 words.

13.5 Чтение

- Ananova
- The rise of the robots
- An article on the speciality (SPE)

13.6 Watch a latest news report on RT

13.7 Лексико-грамматический тест на закрепление материала

Name: _____ Date: _____

1 Complete this text with the past simple of the verbs in brackets and the words in the box.

ago because in last yesterday

Erik Larssen (1) _____ (graduate) from university (2) _____ 2006 and (3) _____ (get) a job with IBM in England. Two years (4) _____ he (5) _____ (leave) that job (6) _____ he wanted to travel around the world. (7) _____ July he (8) _____ (go) to America to work for Microsoft. (9) _____ he (10) _____ (buy) his first apartment. He (11) _____ (see) it for the first time last week and he loved it.

2 Write questions about Erik Larssen. Use the past simple.

- 12 A: _____ (graduate from university?)
B: In 2006.
- 13 A: _____ (get / job?)
B: At IBM, in England.
- 14 A: _____ (leave?)
B: Two years ago.
- 15 A: _____ (to America?)
B: To work for Microsoft.
- 16 A: _____ (buy / yesterday?)
B: His first apartment.

3 Match 17–20 to a–d to make questions.

- 17 Why don't you _____ a _____ changing the modem?
18 How about asking _____ b _____ we check the cables?
19 Why don't _____ c _____ look at the instructions?
20 What about _____ d _____ a colleague?

4 Complete these sentences with the words in the box.

bridge gateway hub repeater router

- 21 The _____ connects networks that use the same protocol.
22 A _____ is an entrance to another network.
23 A _____ sends the digital signal further on in the network
24 A _____ channels incoming data but shares the bandwidth.
25 A _____ connects networks and sends packages of data between them.

5 Choose the correct words in *italics*.

- 26 I don't think the software is compatible *with / to* this computer.
27 We can check the information *in / on* the internet.
28 My computer is connected *with / to* the network.
29 The data is shared *between / over* all authorised users.
30 The LAN connects devices *between / over* a small area.

13.8 Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) :
модуль 13.

Подготовка презентации на 7 мин по теме статьи (SPE)

Модуль 14. Graphics and design (Computer memory; CPU and ALU;)

14.1 Грамматический материал General revision

14.2 Устные разговорные темы

Search for the latest developments in the area of Information Technology you read in the SPE article. Make a summary of your findings to report to the rest of the class. In addition to journals, magazines and newspapers, you can try these websites:

Domestic appliances

www.electrolux.co.uk

Avatars

www.pulse3d.com

www.biovirtual.com

www.i-dtv.com www.bt.com/talkzone www.digimask.com

www.channel5.co.uk www.merloni.com

www.kiwilogic.com

www.margherita.com

www.softimage.com

www.aristonchannel.com

www.ananova.com

www.sony.co.uk

www.zanussi.co.uk

Robotics

www.aibo-europe.com

www.honda.co.jp/english/technology/robot

www.robotbooks.com/Mitsubishi-robots.htm

14.3 Аудирование

Listen to the recording and note each points made by each speaker for or against e-publishing

14.4 Письмо

Converting to a new system Write a paragraph describing each of these strategies for converting to a new computer system. Explain what its advantages and disadvantages are. (Write 250 words)

14.5 Чтение

Sporting robots

An article on the speciality (SPE)

14.6 Watch a latest news report on RT

14.7 Лексико-грамматический тест

Name: _____ **Date:** _____

1 Complete this conversation with the present perfect of the verbs in brackets.

A: Hi, Emma. (1) _____ (you / do) that job for Mr Jones?

B: No, I (2) _____. I (3) _____ (not have) time.

I (4) _____ (be) so busy this morning.

A: (5) _____ (you / phone) him to ask what's wrong?

B: Yes, I (6) _____.

A: What's the problem?

B: His screen (7) _____ (go) blank. He (8)

_____ (not be) able to access any of his files this morning.

A: (9) _____ (he / check) all the cables?

B: Yes, he (10) _____. They're all OK.

A: I wonder what caused this problem. Any ideas?

2 Write questions in the present perfect.

Example:

we / finish / the checks?

Have we finished the checks?

11 you / see / Fatma?

12 they / find / the problem?

13 he / run / the system check?

14 she / update / the drivers?

3 Rewrite these sentences using the word in bold and *is/are used*.

Example:

This tool tightens screws.

to

This tool *is used to tighten* screws.

15 A multimeter measures electrical properties.

to

A multimeter _____ electrical properties.

16 Cable testers check electrical connections in wired devices.

for

Cable testers _____ electrical connections in wired devices.

17 A system diagnostic card tests the system operation as it boots up.

for

A system diagnostic card _____ the system operation as it boots up.

18 Diagnostic software identifies problems in computer hardware.

to

Diagnostic software _____ problems in computer hardware.

19 Wire strippers remove insulation.

for

Wire strippers _____ insulation.

Complete the words in these sentences.

20 A s _____ tightens and removes screws.

21 T _____ are used to hold small objects.

22 A r _____ ratchet driver drives screws and nuts easily.

23 A h _ _ k _ _ drives screws and bolts into six-sided sockets.

24 P _ _ _ _ hold objects and cut or bend tough materials.

25 Insertion/Extraction c _ _ _ _ _ insert and remove fibre connections in tight spaces.

5 Complete this text with the words in the box. You do not need all the words.

checked	disconnected	installed	plugged	saved	switched	worked

I (26) _____ my computer off yesterday and today I can't turn it on again. It

(27) _____ fine yesterday. I (28) _____ all the cable connections – they

were all (29) _____ in correctly. Luckily, I (30) _____ all my files

onto a
flash drive, so I can use another computer today.

14.8 Самостоятельная работа студентов

Внеаудиторное чтение - 5 тыс. знаков (по специальности).

Изучение грамматического материала. Грамматика (My grammar lab) :
модуль 10,16.

Презентация на 7 мин по теме статьи (SPE)

Модуль 15. Job interview (writing CV and letter of application (Covering letter); My Master degree work; My Master degree project (theses, paper))

15.1 Грамматический материал

General revision

15.2 Устные разговорные темы

My education; My career; My master's degree work

Have you ever gone through a job interview? What questions were you asked?

Have you ever gone through a job interview in English? How did you manage? What questions were you asked?

Have you ever given presentations in English?

Was it a successful presentation? Why? Why not?

What examples of good presentations can you give

What examples of good presentations can you give

What is important when you present something? Give your tips

15.3 Аудирование

Listen to the job interview and analyse the answers

15.4 Письмо

- Study the c.v. of Paul who was interviewed in the listening assignment. Then write your own c.v. in the same way. For the purpose of this task, you can invent experience and assume you have passed all your examinations! Convert your notes into a written report. Your report should have these sections: 1 Area of IT-definition 2 Technology involved - hardware and software 3 Applications 4 Possible future developments
- Write CV and letter of application (Covering letter).

15.5 Проектная групповая работа студентов по предложенным темам:

Prepare a report on your Master's degree work (7 мин)

Требования к самостоятельной работе обучающихся

- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних и индивидуальных заданий по отдельным разделам дисциплины;
- написание различных видов речевых произведений;
- внеаудиторное чтение литературы по специальности и периодики;

- восприятие радио- и телепередач, художественных фильмов, театральных постановок, лекций, аудиозаписей на иностранном языке;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (зачету и экзамену).

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций			Способ контроля
		Текущий контроль	рубежный контроль по дисциплине	промежуточный контроль по дисциплине	
Модуль 1 - Computer users; - Computer architecture; - Computer applications; - Peripherals.	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 2 - Operating systems; - Graphical user interfaces; - Application programs; - Multimedia	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 3 - Computing support (1) - Networks; - Network configurations; - The World Wide Web	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	—	устно письменно
Модуль 4 (проект) - The Internet; - Websites; - Creating a webpage; - Communication systems	УК-4 УК-5	Презентация	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно
Модуль 5 - Computing support(2) - Data security (1); - Data security (2); - Software engineering;	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 6 - Recent developments in IT; - The future of IT; - Online services; - Data transmission	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 7 - People in computing; - Programming and languages	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно

- Comparing software packages; - Computer security.					
Модуль 8 (проект) - Data storage and management; - Computers in Education; - CALL; - Computers in Medicine.	УК-4 УК-5	Презентация	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно
Модуль 9 - Netspeak maxims; - The language of e-mail; - Computers for the disabled; - Robotics.	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 10 - Robots characteristics; - Virtual reality; - VR input devises; - Machine translation.	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 11 - AI and expert systems; - Computer-to-video conversion; - Listing; - Computers in the office.	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 12 (проект) - Magnetic storage; - Optical discs and drivers; - Flash memory; - Spreadsheets and databases.	УК-4 УК-5	Презентация	Лексико-грамматический тест на закрепление материала		устно
Модуль 13 24-bit color; - Computer graphics; - Programming languages; - Application programs.	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на закрепление материала	-	устно письменно
Модуль 14 Graphics and design;	УК-4 УК-5	Устный опрос	Лексико-грамматический тест на		устно

- Computer memory; - CPU and ALU;			закрепление материала		
Модуль 15 - Job interview; - writing CV and letter of application (Covering letter); - My Master degree work; - My Master degree project (theses, paper)	УК-4 УК-5	Устный опрос Презентация	Лексико-грамматический тест на закрепление материала		устно письменно

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Тестовые задания для самоконтроля (в системе БРС)

Пример тест 1:

1) Underline the answer which best answers the question or fits the space.

0 Where are you from?
A I'm France. B I'm from France. C French. D I'm French.

1 How old are you?
A I have 16. B I am 16. C I have 16 years. D I am 16 years.

2 Are you having a nice time?
A Yes, I'm nice. B Yes, I'm having it. C Yes, I am. D Yes, it is.

3 Could you pass the salt please?
A Over there. B I don't know. C Help yourself. D Here you are.

4 Yesterday I went _____ bus to the National Museum.
A on B in C by D with

5 Sue and Mike _____ to go camping.
A wanted B said C made D talked

6 Who's calling, please?
A Just a moment. B It's David Parker. C I'll call you back. D Speaking.

7 They were _____ after the long journey, so they went to bed.
A hungry B hot C lazy D tired

- 8 Can you tell me the _____ to the bus station?
A road B way C direction D street
- 9 _____ you remember to buy some milk?
A Have B Do C Should D Did
- 10 - Don't forget to put the rubbish out.
- I've _____ done it!
A yet B still C already D even
- 11 You don't need to bring _____ to eat.
A some B a food C many D anything
- 12 What about going to the cinema?
A Good idea! B Twice a month. C It's Star Wars. D I think so.
- 13 - What would you like, Sue?
- I'd like the same _____ Michael please.
A that B as C for D had
- 14 _____ people know the answer to that question.
A Few B Little C Least D A little
- 15 It's not _____ to walk home by yourself in the dark.
A sure B certain C safe D problem
- 16 _____ sure all the windows are locked.
A Take B Have C Wait D Make
- 17 I'll go and _____ if I can find him.
A see B look C try D tell
- 18 What's the difference _____ football and rugby?
A from B with C for D between
- 19 My car needs _____.
A repairing B to repair C to be repair D repair
- 20 Tim was too _____ to ask Monika for a dance.
A worried B shy C selfish D polite
- 21 I haven't had so much fun _____ I was a young boy!
A when B for C during D since
- 22 Sorry, I don't know _____ you're talking about.
A that B what C which D why
- 23 I'm afraid you _____ smoke in here.
A could not B don't have to C are not allowed to D can't be

- 24 Everyone wanted to go out _____ John.
A apart B unless C however D except
- 25 Honestly! I saw a ghost! I'm not _____ it up!
A having B laughing C making D joking

I. Лексико-грамматический тест по модулю

TEST

Пример контрольной работы по 1 модулю. Вариант 1

Listening

1 *Track 13* Listen to a teacher talking about a school trip and complete the notes.

Visit to the Science Museum

Date: ¹ *27th May*

Coach leaves at: ² _____ a.m.

Museum opens: ³ _____ a.m. to 6p.m.

1st guided tour at: ⁴ _____

Name of exhibition: Antenna

⁵ _____ break at: 11a.m.

Number of themed galleries: 20

Recommended: ⁶ _____ the Modern World and The Secret Life of the ⁷ _____

Lunch: in picnic area at ⁸ _____ p.m.

IMAX film at: 1.15p.m.

Name of film: ⁹ _____ Station

2nd guided tour at: 2.45p.m.

Name of exhibition: Fast ¹⁰ _____

Free time: ¹¹ _____ to 5.30p.m.

Home by: 8.00p.m.



2 Listen again. Are the sentences true (T) or false (F)?

- 1 The teacher advises his students to be in the car park by 7.30a.m. F
- 2 They've all been to the museum before.
- 3 The Wellcome Wing had been closed until last week.
- 4 The teacher recommends two exhibitions about gadgets in the home.

- 5 They'll watch a film about what it's
like to live and work in space. ____
- 6 The afternoon guided tour is about the development of Formula One cars. ____

	5

Pronunciation

3 Track 14 Listen and write the number of words in each sentence. Contracted forms count as one word.

- 1 7
2 ____
3 ____
4 ____
5 ____
6 ____

	5

Vocabulary and Grammar

4 Match 1–6 with a)–f).

Decide in your group what these kinds of computer crime are.
Then match the crimes to the short descriptions which follow.

- 1 Salami Shaving
 - 2 Denial of Service attack
 - 3 Trojan Horse
 - 4 Trapdoors
 - 5 Mail bombing
 - 6 Software Piracy
 - 7 Piggybacking
 - 8 Spoofing
 - 9 Defacing
 - 10 Hijacking
- a Leaving, within a completed program, an illicit program that allows unauthorised - and unknown - entry.
- b Using another person's identification code or using that person's files before he or she has logged off.
- c Adding concealed instructions to a computer program so that it will still work but will also perform prohibited duties. In other words, it appears to do something useful but actually does something destructive in the background.
- d Tricking a user into revealing confidential information such as an access code or a credit-card number.
- e Inundating an email address with thousands of messages, thereby slowing or even crashing the server.
- f Manipulating programs or data so that small amounts of money are deducted from a large number of transactions or accounts and accumulated elsewhere. The victims are often unaware of the crime because the amount taken from any individual is so small.
- g Unauthorised copying of a program for sale or distributing to other users.
- h Swamping a server with large numbers of requests.
- i Redirecting anyone trying to visit a certain site elsewhere.
- j Changing the information shown on another person's website

	5

5 Complete the sentences with the prepositions in the box. Use some words more than once.

Put the verbs in brackets in the

	5

Put the verbs in brackets in the correct form in this description of how smart cards work.

Smart cards prevent unauthorised users (access) systems and permit authorised users (have) access to a wide range of facilities. Some computers have smart card readers (allow) you (buy) things on the Web easily and safely with digital cash. A smart card can also send data to a reader via an antenna (coil) inside the card. When the card comes within range, the reader's radio signal (create) a slight current in the antenna (cause) the card (broadcast) information to the reader which (allow) the user, for example, (withdraw) money from an ATM or (get) access to a system.

6 Complete the sentences. Use the correct form of the word in capitals.

- 1 She's been unemployment for six months. She can't find a job. EMPLOY
- 2 The job market for university graduates is much more _____ these days. COMPETE
- 3 My son wants to specialise in _____ engineering. GENE
- 4 I heard a _____ talk about the meaning of dreams. FASCINATE
- 5 They were sent home from school for _____ the teacher. OBEY
- 6 I didn't get an interview because I didn't have the right _____. QUALIFY

Link these statements with *while* or *until*, whichever is most appropriate.

- 1 Calculate all sales. There are no more sales.
- 2 Search for records containing the term. There are still records containing the term.
- 3 Total extra items. Extra items remain.
- 4 Search member records. There are no more records.
- 5 Print all addresses. There are still addresses available.
- 6 Display client names. There are no names remaining.
- 7 List all guests. There are no guests left.
- 8 Total monthly sales. There are no more sales for the current year

7 Replace the verb in italics with a phrasal verb of similar meaning. All the phrasal verbs required have been used in this book.

- 1 Don't *discard* your credit card receipts; they could help fraudsters.
- 2 Trying to *penetrate* computer systems is against the law.
- 3 The typical hacker is a young person who has not *matured* yet.
- 4 The best way to *begin* hacking into a system is to try to get hold of a password.
- 5 If someone *telephones* you and asks for your password, don't *provide* it.
- 6 Hackers *closed* Hotmail for five hours.
- 7 Hackers *accumulated* a telephone bill of £1m for Scotland Yard.
- 8 The difficult thing was to *determine* how the website would look.
- 9 So you won't forget, *record* the ID number the support technician gives you.
- 10 *Examine* the manufacturers' websites before you phone for help.

8 Underline the correct answer: a), b), c) or d).

- 1 We don't c eat out on Tuesdays.
a) easily b) early c) usually d) never

- 2 I couldn't leave at six because I _____ finished the report.
a) had b) hadn't c) wasn't d) wouldn't
- 3 We talked for hours about _____ we used to live.
a) where b) which c) that d) which
- 4 She _____ to get promoted before me.
a) should b) might not c) won't d) isn't likely
- 5 Your order _____ sent by first class post and will arrive tomorrow.
a) is being b) has being c) will d) is
- 6 He asked me what time _____ arrive.
a) we'll b) we'd c) would we d) we have
- 7 If I'd seen you, I _____ hello.
a) 'd say b) 'll say c) would've said d) had said
- 8 We _____ them since we were children.
a) know b) knew c) 've been knowing
d) 've known
- 9 While we _____ to check in, they announced that our plane was delayed.
a) waited b) are waiting c) were waiting
d) had waited
- 10 He's been working there since _____.
a) five months b) March c) two years
d) a long time.
- 11 _____ we arrived, the concert had started.
a) While b) Until c) As soon as d) By the time

☐ 10

9 Complete the second sentence so that it means the same as the first.

- 1 We last saw each other six months ago.
We haven't seen each other for six months.
- 2 There aren't many nice places to eat here.
There are only _____.
- 3 If sales don't improve, I'll lose my job.
Unless _____.
- 4 They're building a new factory near the river.
A new factory _____.
- 5 He told them they shouldn't smoke so much.
He warned _____.
- 6 I wasn't able to get in touch with her.
I didn't _____.

☐ 5

10 Complete the text about popular words with one word in each gap.

Do you tweet on Twitter?

It ¹ will probably come as no surprise that not only was Twitter the fastest growing website ² _____ 2009, but 'Twitter' was also the most widely used word in the media. 'Obama' was in ³ _____ place and 'H1N1', the name of the swine flu virus that spread all over ⁴ _____ world, was in third. More surprisingly, the success of Stephanie Meyer's *Twilight* series of ⁵ _____ and films pushed the word 'vampire' into fifth place.

The popularity of the ⁶ _____ 'Twitter' summed up the rise of social networking on the Internet. It was also a 'fun' word, ⁷ _____ led to the creation of a whole new set of vocabulary. For example, 'tweet', 'tweetaholic' and even 'tweet up', which means to arrange to ⁸ _____ up with your friends.

If further proof of social networking as ⁹ _____ huge cultural force was needed, the New Oxford American Dictionary chose 'unfriend' as its 2009 Word of the ¹⁰ _____. To 'unfriend' means to remove someone as a friend on a social networking ¹¹ _____ like Facebook. Have you unfriended anyone recently?

10

Пример контрольной работы по 1 модулю. Вариант 2

Listening

1 **Track 13** Listen to a teacher talking about a school trip and complete the notes.

Visit to the Science Museum

Date: ¹ 27th May

Coach leaves at: ² _____ a.m.

Museum opens: 10a.m. to ³ _____ p.m.

1st guided tour at: ⁴ _____

Name of Exhibition: Antenna

Coffee break at: ⁵ _____ a.m.

Number of themed galleries: ⁶ _____

Recommended: Making the ⁷ _____ World and The Secret Life of the Home

Lunch in: ⁸ _____ area at 12.30p.m.

IMAX film at: 1.15p.m.

Name of film: Space ⁹ _____

2nd guided tour at: 2.45p.m.

Name of exhibition: ¹⁰ _____ Forward

Free time: 3.45 to ¹¹ _____ p.m.

Home by: 8.00p.m.

5

2 Listen again. Are the sentences true (T) or false (F)?

- 1 The teacher advised his students to be in the car park by 7.30a.m. F
- 2 The Wellcome Wing has exhibitions about modern art and science.
- 3 The teacher recommended two permanent exhibitions about contemporary science.
- 4 The students will watch a film about daily life on the International Space Station.
- 5 *Fast Forward* is an exhibition about how Formula One technology is being adapted for use in daily life.
- 6 The visit will end with a guided tour of some interesting new galleries.

 5

Pronunciation

3 Track 14 Listen and write the number of words in each sentence. Contracted forms count as one word.

- 1 7
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

 5

Vocabulary and Grammar

4 Match 1–6 with a)–f).

1 organic	<u>d</u>	a) money
2 natural	<u> </u>	b) off
3 hand	<u> </u>	c) course
4 dating	<u> </u>	d) food
5 genetic	<u> </u>	e) research
6 romantic	<u> </u>	f) luggage
7 log	<u> </u>	g) talent
8 raise	<u> </u>	h) estate
9 online	<u> </u>	i) site
10 council	<u> </u>	k) comedy
11 do	<u> </u>	l) engineering

 5

5 Complete the sentences with the prepositions in the box. Use some words more than once.

with in to on down up for at

- 1 I haven't made friends with many people at work yet.
- 2 Please come in and make yourself home.
- 3 Ben's always had an aptitude cooking.
- 4 I don't think it'll work. She has so little in common him.
- 5 Since they got back from Singapore, they haven't been able to settle again.
- 6 His teacher thinks Tim's not paying enough attention his homework.
- 7 If they'd left earlier, they would've been able to check for their flight on time.

8 I was embarrassed because I was wearing my jeans, but everybody else had dressed _____ for the party.

9 I wouldn't rely _____ him if I were you.

10 I know you didn't do it _____ purpose.

11 Unfortunately, dancing doesn't come naturally to him.

	5

6 Complete the sentences. Use the correct form of the word in capitals.

1 She's been unemployed for six months. She can't find a job. EMPLOY

2 They _____ the teacher so they had to do extra homework. OBEY

3 The problem is that she's too good. She's _____ for the job. QUALIFY

4 I think he's got a very _____ job in the government. INFLUENCE

5 Please accept my apologies. I _____ what you said. UNDERSTAND

6 If you'd arrived on time, he wouldn't have been so . ANNOY

	5

7 Correct one mistake in each question.

1 What for did you do that?

*What did you do that **for**?*

2 Who's the woman that she was so rude to you?

3 Have you see them last weekend?

4 Who did sent you that lovely card?

5 If he'd spoke to you, what would you have done?

6 How is made this table?

	5

8 Underline the correct answer: a), b), c) or d).

1 We don't *c* eat out on Tuesdays.

a) easily b) early c) usually d) never

2 She them since she was at primary school.

a) knows b) knew c) 's been knowing

d) 's known

3 While they at the gate, they found out the flight would be five hours late.

a) waited b) are waiting c) were waiting

d) had waited

4 I've been working here for _____.

a) five months b) March c) two years ago

d) last year

5 we arrived, the concert started.

a) While b) Until c) As soon as d) By the time

6 He couldn't leave work early because he _____ asked his boss.

a) had b) hadn't c) wasn't d) wouldn't

7 We talked for hours about _____ we used to play together in a band.
a) when b) which c) that d) which

8 I _____ to get promoted before him.
a) should b) might not c) won't
d) 'm not likely

9 Your order _____ sent by first class post and will arrive tomorrow.
a) 's been b) has being c) will d) is

10 She asked them what time _____ leave.
a) they'll b) they'd c) would they d) they have

11 If I'd met you, we _____ had lunch.
a) would b) won't have c) could've d) might

10

9 Complete the second sentence so that it means the same as the first.

1 We last saw each other six months ago.

We haven't seen each other for six months.

2 They're delivering the furniture tomorrow.

The furniture _____.

3 She told us it would be a good idea to take a taxi.

She advised _____.

4 The quality isn't as good as it used to be.

The quality is _____.

5 There wasn't much food left after the party.

There was only _____.

6 If it doesn't stop raining, we won't be able to go for a walk.

Unless _____.

5

10 Complete the text with one word in each gap.

Do you tweet on Twitter?

It ¹ will probably come as no surprise that not only was Twitter ² _____ fastest growing website in 2009, but 'Twitter' was also the ³ _____ widely used word in the media. 'Obama' was in second place and 'H1N1', the name of the swine flu virus that spread all over the world, was in ⁴ _____. More surprisingly, the success of Stephanie Meyer's *Twilight* series of books and ⁵ _____ pushed the word 'vampire' into fifth place.

The popularity of the word 'Twitter' summed up the rise of ⁶ _____ networking on the internet. It was also a 'fun' word, which led to the creation of a whole new set of vocabulary. For example, 'tweet', 'tweetaholic' and even 'tweet up', ⁷ _____ means to arrange to meet ⁸ _____ with your friends.

If further proof of social networking as a huge cultural force was needed, ⁹ _____ New Oxford American Dictionary chose 'unfriend' as its 2009 Word of the Year. To 'unfriend' means to remove someone as a ¹⁰ _____ on a social networking site like Facebook.

¹¹ _____ you unfriended anyone recently?

Reading

11 Match gaps 1–6 in the text with sentences

a)–g) opposite. There is **one** extra sentence you do not need.

Teenage boy climbs Everest

In May 2010, American teenager Jordan Romero made history by becoming the youngest person to climb the highest peak in the world, Mount Everest (8,848m). ¹ a. The first thing he did when he reached the summit was to make a phone call, saying, 'Mom, I'm calling you from the top of the world!'

Jordan made the climb with his father Paul, his step-mother Karen Lundgren and three Sherpa guides, all experienced mountaineers. However, despite Jordan's age, he was by no means an inexperienced climber. In fact, this was his sixth major achievement in his dream to climb the Seven Summits, the highest peaks on all seven continents.

² _____. Between 2007 and 2009, he climbed five others in North and South America, Australia and Europe. Having climbed the Asian one, this left only the Vinson Massif (4,892m) in Antarctica to achieve his dream of being the youngest person to climb all seven.

³ _____. There was a painting on a corridor wall in his California school which showed the highest point on every continent, and it fascinated him. He did some research and then one day, he said to his father, 'Dad, I want to climb the Seven Summits.' His father immediately started training him and the following year they climbed Kilimanjaro.

Despite Jordan's achievements, the Everest climb also attracted criticism from people who said he was too young to take such risks. It is true that climbing at such high altitudes can be dangerous. ⁴ _____. Furthermore, a previous record holder for the youngest person to climb Mount Everest, 16 year old Temba Tsheri from Nepal, lost five fingers from frostbite during his climb due to the extreme cold.

But Jordan's father rejected the criticisms, saying, 'We were so prepared, everything went absolutely perfectly. ⁵ _____. He said they'd spent several weeks getting used to the high altitude. He thought Jordan had trained hard and had been ready for the challenge.

Jordan himself said, 'I'm the one who started this project. ⁶ _____. I know it's a big goal and lucky for me, my family is supporting me every step of the way. In fact my family is my team.'

He hopes his adventure will inspire young people around the world to set themselves challenges – to get fit and aim high.

- a) ~~Jordan was 13 years old.~~
- b) Age has nothing to do with anything.
- c) Jordan says he was first inspired to climb at the age of nine.
- d) The cold and the lack of oxygen has killed many climbers in the past.
- e) It's my dream we are following.
- f) Their knowledge and experience of the mountain will help keep us all safe.
- g) He conquered the first one, Mount Kilimanjaro (5,895m), in Africa when he was ten.

12 Read the text again and choose the correct answer: a), b), or c).

1 When Jordan got to the top of Everest, he called his c.

- a) father
- b) friends
- c) mother

2 He hasn't climbed the highest mountain in _____ yet.

- a) Africa
- b) Asia
- c) Antarctica

3 Jordan first got interested in climbing when he was _____.

- a) at school
- b) seven
- c) a teenager

4 The main criticism of Jordan's Everest climb was _____.

- a) the cold
- b) his age
- c) the lack of oxygen

5 Before the climb, _____.

- a) Jordan did a lot of training
- b) Jordan's father was very worried
- c) Jordan had frostbite

6 Jordan wanted to climb Everest because _____.

- a) it was what he dreamt of
- b) his family wanted him to do it
- c) he wanted to encourage young people to keep fit

5

Speaking

13 Cross out the option or response that is not possible.

1 So should I dress smartly tonight?

- a) ~~I see.~~
- b) Of course.
- c) That's right.

2 Did you know that if you miss breakfast, you can't concentrate so well?

- a) Oh, really?
- b) I have no idea.
- c) Can't you?

3 What should I get them as a wedding present?

- a) Don't forget to send them a card.
- b) I don't know.
- c) If I were you, I'd give them some money.

4 I'm afraid our flight has been cancelled.

- a) You can't be serious.
- b) Well done.
- c) That's terrible!

5 A: Would you suggest taking a swimsuit?

B: Yes, _____ quite hot in June.

- a) it's generally
- b) on the whole, it's
- c) it tends to

6 A: That was a fantastic play, wasn't it?

B: Yes, but I _____ the seats were overpriced.

- a) for one thing
- b) do think
- c) must say

5

14 Match gaps 1–11 in the conversation with a)–k) below.

A: ¹ Have a my car keys, Anna?
 B: I'm fairly ² I left them on the table.
 A: No, I've looked there. Did you put them in your handbag?
 B: It's ³ I can't remember. Where *is* my handbag anyway?
 A: I ⁴ a clue. You know, I think we should buy a red carpet!
 B: Really? Why red?
 A: I read an article about it. Apparently red helps you remember details better.
 B: What exactly ⁵ mean?
 A: Well, for one ⁶, we're getting very forgetful these days.
 B: Yes, but the way I ⁷, that's because we spend too much time using computers.
 A: ⁸! I think I'll try using a red screen on mine.
 B: OK, but ⁹ you do, don't buy a red carpet!
 A: OK, don't worry. Hey! ¹⁰ guess what!
 B: You found the keys?
 A: Yes, they were in my pocket ...
 B: You're ¹¹!

a) ~~you seen~~	g) Exactly
b) whatever	h) joking
c) possible	i) haven't got
d) thing	j) do you
e) You'll never	k) see it
f) sure	

10

Writing

15 Underline the correct alternatives.

The best meal of my life!

What's the ¹*more / most* delicious food you've ever eaten? Mine was chicken soup. ²*In all probability / On the whole*, it wasn't just the soup itself, but where and when it was eaten. It happened ³*during / while* I was working in Morocco during Ramadan, ⁴*which / when* Muslims don't eat or drink anything from sunrise ⁵*until / by* sunset, and never complain.

I'm not a Muslim, ⁶*however / also* I admired the willpower of my friends ⁷*so / such* a lot that one day I decided to share the experience with them. It was one of the most memorable days of my life, full of unexpected feelings ⁸*or / and* emotions.

⁹*Finally / As* the sun was going down, I joined the crowds of people in the square, ¹⁰*which / where* cafés had prepared bowls of steaming chicken soup and sticky, sweet desserts. Everyone had a bowl of soup and held their spoons, ready to eat. ¹¹*As soon as / As well as* the sun set, we lifted our spoons. Food had never tasted so good.

5

16 Choose one of the topics below and write an essay / a story on a separate piece of paper. Use the paragraph notes to help you. Write 130–150 words.

Topic A

If you could choose to be a famous person from history, who would you choose?

Para 1: say who the person is and what they are famous for
 Para 2: give two or three reasons why you would like to be them
 Para 3: say what things you would do differently from them, and why

Topic B

Write a story beginning with these words:
It was the most important day of my life.

Para 1: say why the day was important
 Para 2: describe what happened on this day
 Para 3: say what the conclusion was – positive or negative

	10

Total:	100

Reading

11 Match gaps 1–6 in the text with sentences

a)–g) opposite. There is one extra sentence you do not need.

Teenage boy climbs Everest

In May 2010, American teenager Jordan Romero made history by becoming the youngest person to climb the highest peak in the world, Mount Everest (8,848m). ¹ e. The first thing he did when he reached the summit was to make a phone call, saying, 'Mom, I'm calling you from the top of the world!'

Jordan made the climb with his father Paul, his step-mother Karen Lundgren and three Sherpa guides, all experienced mountaineers. However, despite Jordan's age, he was by no means an inexperienced climber. In fact, this was his sixth major achievement in his dream to climb the Seven Summits, the highest peaks on all seven continents.

² _____. Between 2007 and 2009, he climbed five others in North and South America, Australia and Europe. Having climbed the Asian one, this left only the Vinson Massif (4,892m) in Antarctica to achieve his dream of being the youngest person to climb all seven.

³ _____. There was a painting on a corridor wall in his California school which showed the highest point on every continent, and it fascinated him. He did some research and then one day he said to his father, 'Dad, I want to climb the Seven Summits.' His father immediately started training him and the following year they climbed Kilimanjaro.

Despite Jordan's achievements, the Everest climb also attracted criticism from people who said he was too young to take such risks. It is true that climbing at such high altitudes can be dangerous. ⁴ _____. Furthermore, a previous record holder for the youngest person to climb Mount Everest, 16-year-old Temba Tsheri from Nepal, lost five fingers from frostbite during his climb due to the extreme cold.

But Jordan's father rejected the criticisms, saying, 'We were so prepared, everything went absolutely perfectly. ⁵ _____. ' He said they'd spent several weeks getting used to the high altitude. He thought Jordan had trained hard and had been ready for the challenge.

Jordan himself said, 'I'm the one who started this project. ⁶ _____. I know it's a big goal and luckily for me, my family is supporting me every step of the way. In fact my family is my team.'

He hopes his adventure will inspire young people around the world to set themselves challenges – to get fit and aim high.

- a) The cold and the lack of oxygen has killed many climbers in the past.
- b) It's my dream we are following.
- c) Their knowledge and experience of the mountain will help keep us all safe.
- d) He conquered the first one, Mount Kilimanjaro (5,895m), in Africa when he was ten.
- e) ~~Jordan was 13 years old.~~
- f) Age has nothing to do with anything.
- g) Jordan says he was first inspired to climb at the age of nine.

☐ 10

12 Read the text again and choose the correct answer: a), b) or c).

1 When Jordan got to the top of Everest, he called his c.

- a) father
- b) friends
- c) mother

2 He'd already climbed _____ of the highest mountains in the world.

- a) five
- b) six
- c) seven

3 Jordan climbed Kilimanjaro when he was _____.

- a) seven
- b) nine
- c) ten

4 Some people thought Jordan shouldn't climb Everest because _____.

- a) he would get frostbite
- b) the mountain was too high
- c) he wasn't old enough

5 Before the climb, _____.

- a) Jordan trained very hard
- b) he spent several months on Everest
- c) his father was very worried

6 Jordan would like _____.

- a) everybody to climb mountains
- b) to inspire other teenagers
- c) to find more challenges

☐ 5

Speaking

13 Cross out the option or response that is not possible.

1 So should I dress smartly tonight?

- a) ~~I see.~~
- b) Of course.
- c) That's right.

2 I'm afraid the party's been cancelled.

- a) Really?
- b) Well done.
- c) That's a shame.

3 A: Do you recommend taking a sweater?

B: Yes, _____ quite cold in the evenings.

- a) it's generally b) on the whole, it's
c) it tends to

4 A: That was a fantastic meal, wasn't it?

B: Yes, but I _____ the food was overpriced.

- a) for one thing b) do think c) must say

5 Did you know that if you listen to Bach, it helps you to learn better?

- a) Oh, really? b) I have no idea.
c) Does it? That's interesting.

6 What should we get Harry and Sara for their wedding anniversary?

- a) Don't forget to buy them a plant.
b) I don't know.
c) If I were you, I'd just send them a card.

5

14 Match gaps 1–11 in the conversation with

a)–k) below.

A: ¹Have a my car keys, Anna?

B: I'm ²_____ sure I left them on the table.

A: No, I've looked there. Did you put them in your handbag?

B: Maybe. I ³_____. Where *is* my handbag anyway?

A: I haven't got ⁴_____. You know, I think we should buy a red carpet!

B: ⁵_____? Why red?

A: I read an article about it. Apparently red helps you remember details better.

B: You've ⁶_____.

A: Well, ⁷_____ thing, we're getting very forgetful these days.

B: Yes, but ⁸_____ I see it, that's because we spend too much time using computers.

A: Exactly! I think I'll try using a red screen on mine.

B: OK, but whatever ⁹_____, don't buy a red carpet!

A: Don't worry. Hey, you'll ¹⁰_____ what!

B: You found the keys?

A: Yes, in my pocket ...

B: ¹¹_____ joking!

a) ~~you seen~~	g) Really
b) the way	h) a clue
c) you do	i) lost me
d) fairly	j) can't remember
e) never guess	k) for one
f) You're	

10

Writing

15 Underline the correct alternatives.

The best meal of my life!

What's the ¹*more / most* delicious food you've ever eaten? Mine was chicken soup. ²*In general / In all likelihood* it wasn't just the soup itself, but where and ³*what / when* it was eaten. It happened when I was working in Morocco ⁴*while / during* Ramadan, when Muslims don't eat ⁵*or / but* drink anything from sunrise to sunset, and never complain.

⁶*Although / However* I'm not a Muslim, I admired the willpower of my friends so much ⁷*than / that* one day I decided to share the experience with them. It was one of the most memorable days of my life, full of unexpected feelings and emotions.

⁸Finally / By the time the sun was setting, I'd joined the crowds of people in the square, ⁹which / where the cafés had prepared bowls of steaming chicken soup ¹⁰as well as / also deliciously sweet desserts. Everyone had a bowl of soup in front of them and held their spoons ready to eat. ¹¹After that / As soon as the sun went down, we lifted our spoons. Food had never tasted so good.

	5

16 Choose one of the topics below and write an essay / a story on a separate piece of paper. Use the paragraph notes to help you. Write 130–150 words.

Topic A

If you could choose to be a famous person from history, who would you choose?

Para 1: say who the person is and what they are famous for

Para 2: give two or three reasons why you would like to be them

Para 3: say what things you would do differently from them, and why

Topic B

Write a story beginning with these words:

It was the most important day of my life.

Para 1: say why the day was important

Para 2: describe what happened on this day

Para 3: say what the conclusion was – positive or negative

	10

Total:	100

II. Текст по специальности для письменного перевода

яя

GREEK SCHOOL OF MATHEMATICS (classical period)

Historians traditionally place the beginning of Greek mathematics proper to the age of Thales of Miletus (ca. 624–548 BC). Little is known about the life and work of Thales, so little indeed that his date of birth and death are estimated from the eclipse of 585 BC, which probably occurred while he was in his prime. Despite this, it is generally agreed that Thales is the first of the seven wise men of Greece. The two earliest mathematical theorems, Thales' theorem and Intercept theorem are attributed to Thales. The former, which states that an angle inscribed in a semicircle is a right angle, may have been learned by Thales while in Babylon but tradition attributes to Thales a demonstration of the theorem. It is for this reason that Thales is often hailed as the father of the deductive organization of mathematics and as the first true mathematician. Thales is also thought to be the earliest known man in history to whom specific mathematical discoveries have been attributed. Although it is not known whether or not Thales was the one who introduced into mathematics the logical structure that is so ubiquitous today, it is known that within two hundred years of Thales the Greeks had introduced logical structure and the idea of proof into mathematics.

Another important figure in the development of Greek mathematics is Pythagoras of Samos (ca. 580–500 BC). Like Thales, Pythagoras also traveled to Egypt and Babylon, then under the rule of Nebuchadnezzar, but settled in Croton, Magna Graecia. Pythagoras established an order called the Pythagoreans, which held knowledge and property in common and hence all of the discoveries by individual Pythagoreans were attributed to the order. And since in antiquity it was customary to give all credit to the master, Pythagoras himself was given credit for the discoveries made by his order. Aristotle for one refused to attribute anything specifically to Pythagoras as an individual and only discussed the work of the Pythagoreans as a group. One of the most important characteristics of the Pythagorean order was that it maintained that the pursuit of philosophical and mathematical studies was a moral basis for the conduct of life. Indeed, the words philosophy (love of wisdom) and mathematics (that which is learned) are said[by whom?] to have been coined by Pythagoras. From this love of knowledge came many achievements. It has been customarily said[by whom?] that the Pythagoreans discovered most of the material in the first two books of Euclid's Elements.

Distinguishing the work of Thales and Pythagoras from that of later and earlier mathematicians is difficult since none of their original works survive, except for possibly the surviving "Thales-fragments", which are of disputed reliability. However many historians, such as Hans-Joachim Waschkies and Carl Boyer, have argued that much of the mathematical knowledge ascribed to Thales was developed later, particularly the aspects that rely on the concept of angles, while the use of general statements may have appeared earlier, such as those found on Greek legal texts inscribed on slabs. The reason it is not clear exactly what either Thales or Pythagoras actually did is that almost no contemporary documentation has survived. The only evidence comes from traditions recorded in works such as Proclus' commentary on Euclid written centuries later. Some of these later works, such as Aristotle's commentary on the Pythagoreans, are themselves only known from a few surviving fragments.

Критерии и шкала оценивания компетенций

При оценивании степени усвоения компетенций путем проведения тестирования используется следующая шкала:

- менее 50 % правильных ответов – неудовлетворительно (недостаточный уровень освоения компетенции);
- 50 – 69 % правильных ответов – удовлетворительно (пороговый уровень освоения компетенции);
- 70 – 89 % правильных ответов – хорошо (продвинутый уровень освоения компетенции);
- 90 – 100 % правильных ответов – отлично (высокий уровень освоения компетенции).

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (экзамена)

I. Зачеты:

1. Лексико-грамматический тест (10 Б)

2. Баллы за семестр :

5 (презентация) + 5 (чтение и изложение содержания спецтекста) + 15 (монологические высказывания) + 15 (выполнение домашних заданий и работа на занятии)+ 20 (различные виды письма) + 10 (тест БРС)

65 баллов и более – зачтено

II. Экзамен:

1. Письменный перевод текста по специальности (проводится до экзамена).
2. Чтение и изложение содержания спецтекста или газетной статьи на английском языке (проводится до экзамена)
3. Контрольная работа (проводится до экзамена)
Монологическое высказывание по одной из изученных тем:

Устные темы, выносимые на экзамен:

1. Spreadsheets and databases
2. Magnetic storage
3. Optical discs and drivers
4. Flash memory
5. What is a Computer?
6. What is it capable to do?
7. The basic job of a computer is the processing of information, isn't it?
8. How do we call a program, which tells the computer what to do?
9. Computers have many remarkable powers, don't they?
10. What can computer solve?
11. Can computers do anything without a person?
12. Only a few people have or will have had some experience of «conversing» with computers.
13. The word computer conjures up the same images and thoughts in computer's brain depending upon the structure of the computer.
14. Without computers it would be impossible for engineers to perform the enormous number of calculations.
15. Architects and civil engineers can't design complicated bridges and other structures with the help of computers.
16. Computers haven't been of tremendous help to researchers in the biological, physical and social sciences.
17. Poets and physicists rely on computers to control and check sensitive laboratory equipments.
18. Computers can be used to compose music, write poems and produce drawings and paintings.
19. Computers have intelligence in the way humans do.

20. Today, computers are very big, slow and can store little information on magnetic media.
21. What is information?
22. Do computers work by using binary or decimal system?
23. What is the base of the binary system?
24. How can any information be represented?
25. What is the ASC II Code?
26. What have all computers in common?
27. How can we classify computers?
28. What are general /special-purpose computers used for?
29. What are three primary types of personal computers?
30. What is the primary difference between personal computer and workstation?
31. What are major tasks of a workstation?
32. What is minicomputer used for?
33. What does the supercomputer differ from the general-purpose mainframe computer?
34. What are two main characteristics of the supercomputer?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательно е описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалль ная шкала (академичес кая) оценка	Двухбал льная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинг овая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональн ой деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятельнос ти и инициативы	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворите льный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворит ельно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетвор ительно	не зачтено	Менее 55

Добавлено примечание ([ВИБ1]):

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

Основная литература

1. Никрошкина, С. В. Английский язык для магистрантов. Введение в научно-исследовательскую деятельность. English for Master Students. Introduction to Research : учебное пособие / С. В. Никрошкина, Ю. В. Ридная. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 75 с. - ISBN 978-5-7782-4315-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1869252>.

Дополнительная литература

1. Сальная, Л. К. English for Information Security : учебник / Л. К. Сальная ; под ред. Г. А. Краснощеквой ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. - 154 с. - ISBN 978-5-9275-3344-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088211>.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория построения телекоммуникационных сетей и систем»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Молчанов Сергей Васильевич, к. ф.-м. н., доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Теория построения телекоммуникационных сетей и систем».

Цель дисциплины «Теория построения телекоммуникационных сетей и систем» - изучение общих принципов методов моделирования, проектирования, анализа и построения телекоммуникационных сетей и систем, изучения принципов работы, технических характеристик, конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых технических средств.

Задачами дисциплины являются:

- умение использовать теоретические знания для решения задач при исследованиях и проектировании телекоммуникационных систем;
- изучение методов и компьютерных систем проектирования при проведении исследований в области построения телекоммуникационных систем.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Имеет представление о фундаментальных законах природы и основных физических и математических принципах и методах накопления, передачи и обработки информации ОПК-1.2. Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций	Знать: современные тенденции развития в области техники и технологий основ инфокоммуникационных систем, способы их использования при решении конкретных телекоммуникационных задач. Уметь: применять стратегии и сценарии построения и модернизации инфокоммуникационных систем Владеть: навыками проведения сравнительной оценки различных способов построения инфокоммуникационных систем
ОПК-2. Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.1. Знаком с принципами и методами исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, способен оценивать их достоинства и недостатки ОПК-2.2. Использует новые принципы и методы при исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	Знать: новые тенденции и методы исследований в области техники и технологий основ инфокоммуникационных систем. Уметь: оценивать и рассчитывать основные характеристики инфокоммуникационных систем Владеть: навыками организации и проведения исследовательских и проектных работ при разработке телекоммуникационных систем.

	ОПК-2.3. Внедряет новые принципы и методы обработки и передачи информации при реализации современных инфокоммуникационных систем и сетей	

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина *«Теория построения телекоммуникационных сетей и систем»* представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала

в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем	Введение. Задачи анализа и синтеза структуры сетей. Математические методы оптимизации. Анализ структурных характеристик сетей электросвязи. Синтез структуры перспективных сетей электросвязи. Теоретический инструментарий, применяемый при мягком и жестком системном подходе к решению задач анализа, синтеза и управления телекоммуникационными системами. Эталонная модель ВОС. Уровневая организация протоколов функционирования телекоммуникационных систем, основные понятия и определения. Назначение уровней и спецификация протоколов. Взаимодействие уровней. Управление системой и уровнями. Роль стандартов проекта IEEE 802
2	Тема 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем	Статические и динамические модели каналов связи и сетей. Общие требования для построения математических моделей. Физическая модель. Логическая модель. Статическое и симуляционное моделирование.
3	Тема 3 Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеоинформации по каналам связи.	Особенности передачи мультисервисного трафика по кабельным, оптоволоконным, беспроводным оптическим, беспроводным радиоканалам передачи. Технологии MPEG для цифровой обработки аудио и видео информации. Алгоритмы сжатия изображения и звука: Передача изображений в системах профессиональной мобильной радиосвязи.
4	Тема 4 Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.	Основные направления стандартизации. Общие принципы TMN. Функциональная, информационная и физическая архитектура. Практическая реализация. Рекомендации МСЭ-Т по TMN и управлению. Механизмы обеспечения надежности средств и систем связи. Классификация средств и систем связи с точки зрения надежности Показатели надежности. Методы анализа надежности средств и систем связи. Выбор метода анализа надежности Контроль надежности средств и систем связи. Показатели качества и готовности цифровых линий связи. Показатели качества. Показатели неготовности.
5	Тема 5 Принципы построения и развития мультисервисных сетей, организация технической и программной защиты информации(СЗИ) в сетях нового поколения.	Системные и технологические принципы модернизации местных сетей электросвязи. Принципы модернизации местных транспортных сетей. Принципы модернизации местных коммутируемых сетей. Рекомендации по переходу к сетям нового поколения. Этапы создания СЗИ: Основные направления обеспечения безопасности информационных технологий. Виды угроз. Защита каналов связи. Описание набора средств для обеспечения оперативности и качества определения информации, подлежащей защите при передаче их по каналам связи.

		Внедрение и организация использования выбранных мер, способов и средств защиты в каналах связи Осуществление контроля целостности и управление системой защиты в каналах связи
6	Тема 6 Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование, ряд Фурье и синусно-косинусная форма, вещественная и комплексная форма, дискретное преобразование Фурье, корреляционный анализ, свертка. Место первичных мультиплексоров на цифровой сети связи. Ортогональное и неортогональное частотное мультиплексирование – методы повышения спектральной эффективности телекоммуникационных систем.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем	Введение. Задачи анализа и синтеза структуры сетей. Математические методы оптимизации. Анализ структурных характеристик сетей электросвязи. Синтез структуры перспективных сетей электросвязи. Теоретический инструментарий, применяемый при мягком и жестком системном подходе к решению задач анализа, синтеза и управления телекоммуникационными системами.
2	Тема 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем	Эталонная модель ВОС. Уровневая организация протоколов функционирования телекоммуникационных систем, основные понятия и определения. Назначение уровней и спецификация протоколов. Взаимодействие уровней. Управление системой и уровнями. Роль стандартов проекта IEEE 802.
3	Тема 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем	Статические и динамические модели каналов связи и сетей. Общие требования для построения математических моделей..
4	Тема 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем	Физическая модель. Логическая модель. Статическое и симуляционное моделирование
5	Тема 3 Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеоинформации по каналам связи.	Особенности передачи мультисервисного трафика по кабельным, оптоволоконным, беспроводным оптическим, беспроводным радиоканалам передачи.
6	Тема 3 Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеоинформации по каналам связи.	Технологии MPEG для цифровой обработки аудио и видео информации. Алгоритмы сжатия изображения и звука: Передача

		изображений в системах профессиональной мобильной радиосвязи.
7	Тема 4 Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.	Основные направления стандартизации. Общие принципы TMN. Функциональная, информационная и физическая архитектура. Практическая реализация. Рекомендации МСЭ-Т по TMN и управлению.
8	Тема 4 Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.	Механизмы обеспечения надежности средств и систем связи. Классификация средств и систем связи с точки зрения надежности Показатели надежности. Методы анализа надежности средств и систем связи. Выбор метода анализа надежности Контроль надежности средств и систем связи. Показатели качества и готовности цифровых линий связи. Показатели качества. Показатели неготовности.
9	Тема 5 Принципы построения и развития мультисервисных сетей, организация технической и программной защиты информации(СЗИ) в сетях нового поколения.	Системные и технологические принципы модернизации местных сетей электросвязи. Принципы модернизации местных транспортных сетей. Принципы модернизации местных коммутируемых сетей. Рекомендации по переходу к сетям нового поколения.
10	Тема 5 Принципы построения и развития мультисервисных сетей, организация технической и программной защиты информации(СЗИ) в сетях нового поколения.	Этапы создания СЗИ: Основные направления обеспечения безопасности информационных технологий. Виды угроз. Защита каналов связи. Описание набора средств для обеспечения оперативности и качества определения информации, подлежащей защите при передаче их по каналам связи. Внедрение и организация использования выбранных мер, способов и средств защиты в каналах связи Осуществление контроля целостности и управление системой защиты в каналах связи
11	Тема 6 Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование, ряд Фурье и синусно-косинусная форма, вещественная и комплексная форма, дискретное преобразование Фурье, корреляционный анализ, свертка.
12	Тема 6 Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи	Место первичных мультиплексоров на цифровой сети связи. Ортогональное и неортогональное частотное мультиплексирование – методы повышения спектральной эффективности телекоммуникационных систем

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем	Анализ структурных характеристик сетей электросвязи при различных сценариях абонентской нагрузки
2	Тема 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем	Динамическое моделирование локальной сети с использованием программных средств.

3	Тема 3 Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеоинформации по каналам связи.	Исследование характеристик волоконно-оптической системы связи при разных значениях протяженности линии связи.
4	Тема 4 Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.	Анализ влияния параметров системы радиосвязи на качество передачи сигналов
5	Тема 5 Принципы построения и развития мультисервисных сетей, организация технической и программной защиты информации(СЗИ) в сетях нового поколения.	Способы оценки характеристик сетей связи при передаче мультисервисного трафика
6	Тема 6 Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи	Исследование адаптивной системы радиосвязи с OFDM на основе БПФ

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Анализ и синтез структуры сетей. Математические методы оптимизации. Анализ структурных характеристик сетей электросвязи. Эталонная модель ВОС. Роль стандартов проекта IEEE 802 Статические и динамические модели каналов связи и сетей. Особенности передачи мультисервисного трафика по кабельным, оптоволоконным, беспроводным оптическим, беспроводным радиоканалам передачи. Технологии MPEG для цифровой обработки аудио и видео информации. Основные направления стандартизации. Общие принципы TMN. Механизмы обеспечения надежности средств и систем связи. Классификация средств и систем связи с точки зрения надежности Показатели надежности. Методы анализа надежности средств и систем связи. Показатели качества. Показатели неготовности. Принципы модернизации местных транспортных сетей. Принципы модернизации местных коммутируемых сетей. Рекомендации по переходу к сетям нового поколения. Этапы создания СЗИ: Основные направления обеспечения безопасности информационных технологий. Внедрение и организация использования выбранных мер, способов и средств защиты в каналах связи. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование, ряд Фурье и синусно-косинусная форма, вещественная и комплексная форма, дискретное преобразование Фурье, корреляционный анализ, свертка. Место первичных мультиплексоров на цифровой сети связи. Ортогональное и неортогональное частотное мультиплексирование – методы повышения спектральной эффективности телекоммуникационных систем.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам

студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем	ОПК-1	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем	ОПК-1	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 3 Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеoinформации по каналам связи.	ОПК-2	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 4 Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.	ОПК-2	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 5 Принципы построения и развития мультисервисных сетей, организация технической и программной защиты информации(СЗИ) в сетях нового поколения.	ОПК-2	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 6 Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи	ОПК-2	Тестирование, выполнение практических работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

К Теме 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
SingleSelection	Укажите, какие функции выполняет физический уровень в эталонной модели взаимодействия открытых систем	передача битов передача кадров передача пакетов	1
SingleSelection	Какая основная функция сетевого уровня?	маршрутизация коммутация трансляция	1
SingleSelection	Какая основная функция транспортного уровня?	виртуальное соединение физическое соединение коммутация пакетов	1
SingleSelection	Какая основная функция канального уровня?	организация доступа к среде передачи коммутация пакетов физическое соединение	1
SingleSelection	Каков принцип предоставления услуг между уровнями применяется в модели.	нижележащий - вышележащему вышележащий-нижележащему горизонтально	1
SingleSelection	Какая адресация используется на канальном уровне.	физическая логическая комбинированная	1
SingleSelection	Какова разрядность логической адресации в стандарте IP v.4	32 128 64	1

SingleSelection	Какова разрядность логической адресации в стандарте IP v.4	32 128 64	2
SingleSelection	Между какими уровнями протокол отвечает за организацию взаимодействия	одноименными соседними противоположными	1
SingleSelection	На каком уровне модели формируется логическая структура кадр	прикладной представительный, сеансовый транспортный сетевой канальный физический	канальный
SingleSelection	На каком уровне модели формируется поток данных.	прикладной представительский сеансовый	сеансовый
MultipleSelection	Каковы основные функции канального уровня?	правила доступа к среде передачи организация логической структуры коммутация каналов	1,2
MultipleSelection	Назовите уровни модели взаимодействия открытых систем	прикладной представительный, сеансовый транспортный сетевой канальный физический	1,2,3,4,5,6,7
MultipleSelection	Какие уровни модели взаимодействия открытых систем называют сетнезависимые	прикладной представительный, сеансовый транспортный сетевой канальный физический	5,6,7
ShortAnswer	В чем заключается основное свойство механизма создания виртуальных каналов		Механизм виртуальных каналов создает в сети устойчивые пути следования трафика через сеть с коммутацией пакетов. Этот механизм учитывает существование в сети потоков данных.

Comparison	Сопоставьте величины	1	В		1-3;2-1;3-1
		2	С		
		3	А		
DetailedAnswer	Определение понятия протокол и интерфейс.				Протокол – набор правил и процедур. Интерфейс – набор услуг.

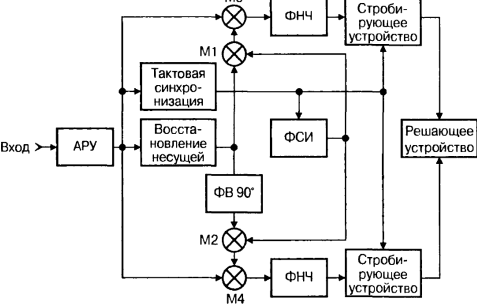
К теме 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
SingleSelection	Очевидно поток вызовов, генерируемый пользователями сети, носит.... характер.	случайный стационарный детерминированный	1
SingleSelection	Предполагаемую нагрузку определяют как произведение λT_{cp} , где λ - это	вероятность поступления вызовов интенсивность поступления вызовов вероятность блокировки вызова	2
SingleSelection	В общем случае длительность обслуживания поступивших в сеть вызовов является..... величиной.	случайной детерминированной	1
SingleSelection	Частота поступления вызовов, являющаяся случайной величиной, обычно описывается распределением	Пуассона Эрланга Гаусса	1
SingleSelection	Каким законом описывается система массового обслуживания с отказами	модель Эрланга В модель Эрланга С модель Литтла	1
SingleSelection	Какой тип обслуживания телефонных вызовов наиболее распространен:	без потерь телефонного сообщения с потерями телефонного сообщения с задержкой телефонного сообщения	2
SingleSelection	При оценках емкости систем сотовой связи обычно используется модель ..	модель Эрланга В модель Эрланга С модель Эрланга А	1
	При объединении простейших потоков получается ...	ординарный поток простейший поток поток без последствия	2
MultipleSelection	Потери телефонной нагрузки измеряются в	промиллях процентах эрлангах децибелах	1,2

		битах Батах	
ShortAnswer	Час наибольшей нагрузки [ЧНН] -		Период суток, в течение которого нагрузка имеет наибольшее значение
Comparison	Коэффициент концентрации нагрузки: $K_k = Y_{\text{чнн}} / Y_{\text{сут}}$	1. для Москвы 2. для Санкт-Петербурга 3. для областных центров 4. для районных центров	В 0,1 С 0,14 А 0,11 D 0,19
DetailedAnswer	В системе с отказами (модель Эрланга В; в английской терминологии — Lost-calls-cleared conditions, т.е. условия сброса вызовов, получивших отказ) вероятность отказа (вероятность поступления вызова в момент, когда все каналы заняты) определяется выражением		$P_B = \frac{A^N / N!}{\sum_{n=0}^N (A^n / n!)},$ где N – число каналов, A – трафик.
DetailedAnswer	Поток вызовов -		Последовательность моментов поступления вызовов.
DetailedAnswer	Длительность занятия - ...		Среднее время, в течение которого занят обслуживающий прибор при одном занятии.
DetailedAnswer	Отсутствие последствия -		Независимость от предыдущего состояния
DetailedAnswer	Ординарность -		Появление одновременно только одного вызова

К теме 3 Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеоинформации по каналам связи.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
Multipleselect ion	Кадры и фрагменты кадров в стандартах MPEG-1 и MPEG-2 могут кодироваться с применением:	Смежного метода Перекрёстного метода Межкадрового метода Внутрикадрового метода	3,4
Multipleselect ion	Искажения, создаваемые внутрикадровым кодированием:	Размытие изображения Ложные границы Эффект ступенек Зернистый шум	1,3
Multipleselect ion	Искажения, создаваемые межкадровым кодированием:	Ложные границы Появление неправильных цветов в макроблоке Эффект ступенек Зернистый шум	2,3,4
Singleselectio n	Важнейшая особенность стандарта MPEG-4 является:	Высокая степень компрессии Объектно-ориентированный подход Наличие жестких ограничений на разрешение	2
Multipleselect ion	К составляющим сцену в стандарте MPEG-4 относят:	Аудиообъекты Мульткадры Субкадры Видеообъекты	1,4
Multipleselect ion	Причины возникновения ошибочных символов при передаче телевизионного сигнала:	Действие шумов различной природы (тепловой шум, шум генерации-рекомбинации) Индустриальные и атмосферные помехи Ошибки при кодировании аудио-видео потока Многолучевое распространение радиоволн	1,2,4
Singleselectio n	Термином скремблирование в стандарте MPEG-2 называют:	Изменение характеристик потока данных с целью предотвращения несанкционированного получения этой информации в неискаженном виде Перемеживание данных перед передачей по каналу связи, для превращения пакетных ошибок в набор рассредоточенных по времени одиночных ошибок Процесс деения потока на пакеты, для дальнейшей передачи по линиям связи	1
Singleselectio n	Исправляющая способность кода - это:	Количество ошибок, которые корректирующий код может пропустить в определённом интервале последовательности двоичных символов Отношение количества ошибок, которые корректирующий код может исправить к общему числу ошибок Количество ошибок, которые корректирующий код может	3

		исправить в определённом интервале последовательности двоичных символов	
Multipleselection	К блочным корректирующим кодам относят:	Разделимые Циклические Сверточные Коды Рида-Соломона	1,2,4
Singleselection	В стандарте DVB-C с целью обеспечить наиболее эффективное использование полосы частот для осуществления передачи по кабельным сетям максимального количества телевизионных программ используют:	Квадратурную фазовую манипуляцию Многопозиционную квадратурную амплитудную модуляцию Ортогональное частотное мультиплексирование Ортогональное частотное мультиплексирование с кодированием	2
Singleselection	В стандарте DVB-T для передачи сигналов цифрового телевидения по стандартным каналам ТВ-вещания и от воздействия различных внешних помех и многолучевого приема используют:	Ортогональное частотное мультиплексирование Многопозиционную квадратурную амплитудную модуляцию Ортогональное частотное мультиплексирование с кодированием Квадратурную фазовую манипуляцию	3
Singleselection	На рисунке изображена: 	Структурная схема приемника с квадратурной амплитудной модуляцией Структурная схема приемника с квадратурной фазовой модуляцией Структурная схема приемника с амплитудно-фазовой модуляцией Структурная схема приемника с амплитудно-кодовой модуляцией	1

Тема 4 Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
SingleSelection	Укажите, сколько уровней согласно модели ИСО имеет система управления сетью TMN	5 7 3	1
SingleSelection	Какой уровень представляет собой саму сеть связи, т.е. объект управления	сетевых элементов управления элементами управления сетью	1

MultipleSelection	Согласно модели ИСО система управления сетью строится иерархически и имеет следующие уровни:	сетевых элементов управления элементами управления сетью управление обслуживанием административного управления физический	1,2,3,4,5
SingleSelection	Какая основная функция уровня управления элементами?	контроль биллинг администрирование	1
MultipleSelection	Функции, связанные с управлением телекоммуникационными системами, можно разбить на две части:	общие прикладные операционные диагностические	1,2
MultipleSelection	Функциональная архитектура TMN описывается посредством функциональных блоков (ФБ):	сетевого элемента операционной системы рабочей станции медиатора адаптера контроллера	1,2,3,4,5
SingleSelection	Какая предложена структура управления объектами	менеджер-агент распределенный ведущий централизованная	1
SingleSelection	Какой сетевой протокол, используется на 7-м (прикладном) уровне во всех профилях, служат CMIP	CMIP SNMP TCP IP	2
DetailedAnswer	Дайте определение агенту		Агент - это часть процесса, которая непосредственно управляет соответствующими управляемыми объектами.

К теме 5 Принципы построения мультисервисных сетей, техническая и программная реализация систем защиты информации(СЗИ) в сетях связи.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
SingleSelection	Очевидно поток вызовов, генерируемый пользователями сети, носит.... характер.	случайный стационарный детерминированный	1
SingleSelection	Предполагаемую нагрузку определяют как произведение λT_{cp} , где λ - это	вероятность поступления вызовов интенсивность поступления вызовов вероятность блокировки вызова	2

SingleSelection	В общем случае длительность обслуживания поступивших в сеть вызовов является..... величиной.	случайной детерминированной	1
SingleSelection	Частота поступления вызовов, являющаяся случайной величиной, обычно описывается распределением	Пуассона Эрланга Гаусса	1
SingleSelection	Каким законом описывается система массового обслуживания с отказами	модель Эрланга В модель Эрланга С модель Литтла	1
SingleSelection	Какой тип обслуживания телефонных вызовов наиболее распространен:	без потерь телефонного сообщения с потерями телефонного сообщения с задержкой телефонного сообщения	2
SingleSelection	При оценках емкости систем сотовой связи обычно используется модель ..	модель Эрланга В модель Эрланга С модель Эрланга А	1
	При объединении простейших потоков получается ...	ординарный поток простейший поток поток без последствия	2
MultipleSelection	Потери телефонной нагрузки измеряются в	промиллях процентах эрлангах децибелах битах Ватах	1,2
ShortAnswer	Час наибольшей нагрузки [ЧНН] -		Период суток, в течение которого нагрузка имеет наибольшее значение
Comparison	Коэффициент концентрации нагрузки: $K_k = Y_{чнн} / Y_{сут}$	1. для Москвы В 0,1 2. для Санкт-Петербурга С 0,14 3. для областных центров А 0,11 4. для районных центров D 0,19	1-1;2-3;3-2; 4-4
DetailedAnswer	В системе с отказами (модель Эрланга В; в английской терминологии — Lost-calls-cleared conditions, т.е. условия сброса вызовов, получивших отказ) вероятность отказа (вероятность		$P_B = \frac{A^N / N!}{\sum_{n=0}^N (A^n / n!)},$ где N – число каналов, A – трафик.

	поступления вызова в момент, когда все каналы заняты) определяется выражением		
DetailedAnswer	Поток вызовов -		Последовательность моментов поступления вызовов.
DetailedAnswer	Длительность занятия - ...		Среднее время, в течение которого занят обслуживающий прибор при одном занятии.
DetailedAnswer	Отсутствие последствия -		Независимость от предыдущего состояния
DetailedAnswer	Ординарность -		Появление одновременно только одного вызова

По Теме 6 Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
Singleselection	Цифровая схема модуляции OFDM использует:	Ограниченное количество разнесенных ортогональных поднесущих, каждая из которых модулируется по обычной схеме модуляции	4
		Большое количество разнесенных ортогональных поднесущих, каждая из которых модулируется по обычной схеме модуляции	
		Большое количество разнесенных ортогональных поднесущих, которые модулируются одним и тем же методом	
		Большое количество близко расположенных ортогональных поднесущих, каждая из которых модулируется по обычной схеме модуляции	
Singleselection	Практическим путем сигналы OFDM получают:	Путем использования оконного преобразования Фурье	2
		Путем использования быстрого преобразования Фурье	
		Путем использования многомерного преобразования Фурье	
		Путем использования дискретного во времени преобразования Фурье	
Singleselection	Эффект Доплера представляет собой:	Возникновение многолучевости при работе в городских условиях с	3

		плотной застройкой и наличием радиозаполненных зон	
		Эффект расширения спектра сигнала из-за многолучевости	
		Изменение частоты и длины волн, регистрируемых приёмником, вызванное движением их источника и/или движением приёмника	
		Возникновения фазового шума из-за не идеальности современных приёмников и передатчиков	
Singleselection	$\Delta f = f_i - f_{i-1} = 1/T_i$ Данная формула выражает:	Величину защитного интервала OFDM сигнала	2
		Условие ортогональности поднесущих OFDM сигнала	
		Спектр OFDM сигнала	
		Частотный диапазон при многолучевости	
Multipleselection	К минусам систем с OFDM относят:	Необходимость высокой синхронизации частоты и времени	1,3
		Базовые операции реализуются методами цифровой обработки	
		Снижение спектральной эффективности сигнала из-за защитного интервала	
		Возникновение взаимных помех, ухудшающих условия приема при возрастании числа активных абонентов	
Singleselection	Длительность циклического префикса выбирается таким образом, чтобы:	Быть больше, чем длительность импульсного отклика канала связи	1
		Быть равным половине длительности импульсного отклика канала связи	
		Быть меньше, чем длительность импульсного отклика канала связи	
		Быть равным длительности импульсного отклика канала связи	
Singleselection	Циклический префикс добавляется:	После кодовой последовательности нечетного количества символов	2
		В начало каждого символа	
		После кодовой последовательности четного количества символов	
		В конец каждого символа	

Типовые задания при выполнении практических работ:

К Теме 1. Введение, задачи анализа и синтеза структуры сетей связи, математические методы оптимизации, модель многоуровневой архитектуры телекоммуникационных систем

Работа №1. Анализ структурных характеристик сетей электросвязи при различных сценариях абонентской нагрузки

1. Цель работы:

Закрепление теоретических знаний в области анализа и синтеза структуры сетей связи.

Задачи:

С помощью программных средств необходимо построить модель телекоммуникационной сети заданной топологии.

В соответствии с топологией сети произвести подбор необходимого сетевого оборудования конкретного производителя в базе данных программы.

Задать сетевой трафик между абонентами и произвести анализ полученных результатов.

Добиться безошибочной работы модели при различных сценариях абонентской нагрузки

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Как сконфигурировать сервер для обработки прикладного трафика?
2. Как подключить модем к рабочей станции?
3. Какие параметры трафика можно задавать и изменять?
4. В какой последовательности задается трафик в сети?
5. Модель OSI и её уровни.
6. Изучить возможности применяемых программных средств, а также приобрести практические навыки проектирования и моделирования работы сети, а также оценки принятых проектных решений.

К теме 2. Основы моделирования телекоммуникационных систем.

Работа № 2. Динамическое моделирование локальной сети с использованием программных средств.

1. Цель работы: является динамическое моделирование локальной сети с визуальными возможностями программного пакета в отношении моделирования архитектуры и функционирования сети.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Виды статического и динамического моделирования сетей связи.
2. Дайте определение локальной сети.
3. Какие типы сетей выделяют? Дайте характеристику.
4. Что такое сетевая топология? Какие сетевые топологии выделяют? Дайте характеристику.
5. Что такое физическая среда передачи? Какие среды физической передачи существуют? Дайте характеристику каждой из них.

6. Какие выделяют сетевые технические средства? Перечислите и дайте характеристику.
7. Что такое сервер?
8. Что включает в себя сетевое ПО?

К Теме 3. Общая теория передачи сигналов по различным средам, особенности передачи звуковой и видеоинформации по каналам связи.

Работа № 3. Исследование характеристик волоконно-оптической системы связи при передаче мультимедийного трафика.

1. Цель работы: Оценить влияние разных сред передачи сигналов при использовании мультимедийного трафика по каналам связи.

Задачи:

Исследование энергетических характеристик волоконно-оптической системы связи при разных значениях протяженности линии связи.

Исследование качественных характеристик волоконно-оптической системы связи при разных значениях протяженности линии связи.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Используя рекомендованную литературу, настоящее описание, ознакомьтесь со следующими вопросами:

1. Благодаря какому физическому явлению световые волны распространяются вдоль оптического волокна (ОВ)?
2. Какими особенностями характеризуется мультимедийный трафик.
3. Назовите основные виды дисперсии в ОВ и причины, её вызывающие.
4. Какие длины волн в ОВ соответствуют минимуму его затухания?
5. Какие требования предъявляются к спектральной характеристике лазера ВОСП?
6. Чем отличается лавинный фотодиод от р-і-п фотодиода?
7. Назовите основные характеристики линии передачи цифровой ВОСП.
8. Что такое энергетический потенциал ВОСП?
9. Какие искажения возникают в линейном тракте ВОСП? Какие методы разработаны для их коррекции?

К теме 4. Управление на сетях связи по стандартам TMN и требования к надежности и качеству средств и систем связи.

Работа №4. «Анализ влияния параметров системы радиосвязи на качество передачи сигналов»

1. Цель работы:

- Изучение назначения и взаимодействия элементов ЦСПС;
- Изучение способов оценки качества передачи информации в ЦСПС;
- Моделирование элементов ЦСПС в СКМ «MATLAB /Simulink;
- Анализ влияния параметров системы радиосвязи на качество передачи сигналов 2.

Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Поясните назначение элементов ЦСПС.
2. С какой целью в ЦСПС применяется помехоустойчивое кодирование?
3. Поясните назначение эквалайзера.
4. Каким образом формируется сигнальное созвездие?
5. С какой целью наблюдается глаз - диаграмма?
6. Поясните принцип измерения коэффициента ошибок.
7. Каким образом изменяется глаз - диаграмма при воздействии белого шума?
8. Каким образом изменяется форма глаз - диаграммы при наличии МСИ?
9. Поясните, что понимается под диаграммой фазовых переходов.
10. Какие причины являются возникновением джиттера?
11. С какой целью строится U - кривая?
12. Дайте определение импульсной характеристики канала.

К теме №5. Принципы построения и развития мультисервисных сетей, организация технической и программной защиты информации(СЗИ) в сетях нового поколения.

Работа №5. Способы оценки характеристик сетей связи при передаче мультисервисного трафика.

1.Цель работы: Изучить особенности применения мультисервисного трафика при оценке характеристик сетей связи.

Задачи: Провести исследование рабочей динамики изменений характеристик: времени реакции и передачи, коэффициента загрузки и других, в стрессовых режимах работы локальной сети.

Оценить следующие характеристики локальной сети:

- время реакции,
- время передачи,
- коэффициент загрузки и другие.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Почему при проектировании сетей связи необходимо использовать моделирование?
2. В чем состоят основные трудности моделирования?
3. Назовите (перечислите) основные характеристики, оценивающие качество функционирования сетей связи.
4. Назовите достоинства и недостатки аналитических и имитационных моделей.
5. Можно ли при разработке одной сети связи использовать несколько различных моделей?

К теме №6. Применение цифровых методов обработки сигналов в программно-аппаратном обеспечении систем и сетей связи

Работа №6. Исследование адаптивной системы радиосвязи с OFDM на основе БПФ

1. Цель работы:

- 1) изучение принципов формирования сигналов с OFDM на основе БПФ;
- 2) анализ спектральной эффективности систем связи с OFDM;
- 3) оценка помехоустойчивости системы связи с OFDM в каналах с замираниями и межсимвольной интерференцией.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Поясните суть технологии OFDM.
2. Каким образом обеспечивается ортогональность поднесущих частот?
3. Поясните смысл термина «символ OFDM».
4. Поясните выражения для прямого и обратного преобразования Фурье.
4. С какой целью к символу OFDM добавляется циклический префикс?
5. Каким образом определяется полоса частот сигнала с OFDM?
6. Поясните смысл термина «спектральная эффективность системы радиосвязи».
7. Поясните, каким образом длительность защитного интервала влияет на помехоустойчивость системы радиосвязи с OFDM в канале с AWGN.
8. Поясните, каким образом длительность защитного интервала влияет на помехоустойчивость системы радиосвязи с OFDM в канале с частотноселективными замираниями.
9. Какие замирания называются «плоскими»?
10. Какие замирания называются частотно-селективными?
11. Изобразите и поясните импульсную характеристику канала с многолучевым распространением радиоволн.
12. Изобразите и поясните импульсную характеристику канала с «плоскими» замираниями.

13. Изобразите и поясните импульсную характеристику канала с частотно-селективными замираниями.
14. Изобразите и поясните частотную характеристику канала с «плоскими» замираниями.
15. Изобразите и поясните частотную характеристику канал с частотноселективными замираниями.
16. Поясните смысл термина «расширение задержки».
17. Поясните смысл термина «полоса когерентности по частоте».
18. Поясните принцип работы адаптивной системы радиосвязи.
19. Каким образом позиционность модуляции влияет на ширину спектра модулированного сигнала?
20. Поясните, каким образом численное значение расширения задержки влияет на величину межсимвольных искажений.
21. Поясните смысл термина «скорость кодирования».
22. Какие помехоустойчивые коды Вы знаете?
23. Поясните, с какой целью в системах радиосвязи применяется помехоустойчивое кодирование.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Типы телекоммуникационных систем и сетей.
2. Основная информационная модель построения телекоммуникационных систем и сетей.
3. Понятие интерфейс (пример для систем связи).
4. Понятие протокол (пример для систем связи).
5. Основные функции физического уровня модели OSI.
6. Основные функции канального уровня модели OSI.
7. Основные функции сетевого уровня модели OSI.
8. Основные функции транспортного уровня модели OSI.
9. Основные функции сеансового уровня модели OSI.
10. Основные функции представительского уровня модели OSI.
11. Основные функции прикладного уровня модели OSI.
12. Два стандарта модели TMN.
13. Основные функции сетевых элементов уровня модели TMN.
14. Основные функции управления элементами уровня модели TMN.

15. Основные функции управления сетью уровня модели TMN.
16. Основные функции управление обслуживанием уровня модели TMN.
17. Основные функции административного управления уровня модели TMN.
18. Простой протокол сетевого управления SNMP назначение и функции.
19. Назначение базы MIB.
20. Задача решаемая имитационной статической математической моделью сети.
21. Задача решаемая имитационной динамической математической моделью сети.
22. Методы оценки надежности средств и систем связи.
23. Классификация отказов средств и систем связи
24. Показатели надежности.
25. Методы анализа надежности средств и систем связи
26. Контроль надежности средств и систем связи
27. Понятие физической модели сети.
28. Понятие логической модели сети.
29. Методы анализа и синтеза сетей связи.
30. Аппаратное обеспечение систем и сетей связи(физический и канальный уровень модели OSI).
31. Программное обеспечение систем и сетей связи(сетевой - прикладной уровни модели OSI).
32. Техническая реализация защиты информации в сетях.
33. Программная реализация защиты информации в сетях.
34. Методы цифровой обработки сигналов, представляющих текстовую информацию.
35. Методы цифровой обработки сигналов, представляющих аудио – информацию.
36. Методы цифровой обработки сигналов, представляющих видео – информацию.
37. Технологии построения беспроводных персональных сетей (WPAN – семейство стандартов 802.15).
38. Технологии построения беспроводных локальных сетей (WLAN - семейство стандартов 802.11).
39. .Технологии построения беспроводных сетей городского масштаба (WiMax – семейство стандартов 802.16-2004 802-20, 802-21).
40. Технологии построения беспроводных сетей регионального масштаба (WRAN - в рамках стандарта 802.22).
41. Архитектура сети MetroEthernet.
42. Технология MPLS.
43. Понятие гибкий первичный мультиплексор.

44. Функциональный состав и назначение блоков-модулей первичного мультиплексора.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Тищенко, А. Б. Многоканальные телекоммуникационные системы. Часть 1. Принципы построения телекоммуникационных систем с временным разделением каналов : учебное пособие / А.Б. Тищенко, Д.В. Сивоплясов, А.А. Сляднев. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. - 104 с. - (Высшее образование). - DOI:

<https://doi.org/10.12737/5847>. - ISBN 978-5-369-01184-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858929>

2. Бакулин, М. Г. Технология OFDM: Учебное пособие для вузов / Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шлома А.М. - Москва :Гор. линия-Телеком, 2017. - 352 с. ISBN 978-5-9912-0549-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/791582>

Дополнительная литература

1. Введение в инфокоммуникационные технологии : учебное пособие / Л.Г. Гагарина, Г.А. Кузнецов, Е.М. Портнов, А.А. Доронина ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Л.Г. Гагариной. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 339 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1189946. - ISBN 978-5-16-016577-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816362>
2. Сосновиков, Г. К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World : учебное пособие / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 112 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-035-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816814>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Учебная лаборатория №417

Телевизор LG 50LN540V

Рабочие станции DEPO Race G540S (7 шт.);

Мониторы 27" ViewSonic VX2739WM (7 шт.);

Цветной лазерный принтер формата A3 Hewlett-Packard Color LaserJet Enterprise CP5525dn;

Источники бесперебойного питания Mustek PowerMust 1590 (7 шт.);

Цветной плоттер формата A1 Hewlett-Packard HP Designjet T790;

Перечень используемого программного обеспечения:

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и
систем»**

Шифр: 11.04.02

**Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы
связи»**

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: старший научный сотрудник, кандидат технических наук Пониматкин Виктор Ефимович, доцент ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт
высоких технологий», д. ф.-м. н.,
профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем».

Целью дисциплины «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» является: подготовка выпускника к теоретическим знаниям, умению и навыкам по решению проблемы ЭМС РЭС, при этом был бы способен выполнять расчеты и предложить технические решения по проблемам ЭМС РЭС на стадиях: техникоэкономического обоснования, при проектировании, эксплуатации и техническому контролю устройств, используемых в многоканальных системах связи; использовать в базовом объеме методы компьютерного моделирования электромагнитной обстановки для решения проблемы электромагнитной совместимости РЭС совместно используемых.

Задачами дисциплины является знание проблем внутрисистемных и вне системных мешающих влияний РЭС, а также иметь способности по оценке мешающего действия радиоэлектронных средств и умение решить эти проблемы; определению характеристик, параметров и особенностей ЭМС РЭС, функционирующих в различных частотных диапазонах и обеспечивающих эффективную работу оборудования многоканальных систем связи. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться представление о сложности решения проблемы ЭМС РЭС, знаний по методам решения проблемы, умения и навыки, позволяющие производить оценку ЭМС и расчет их основных параметров и характеристик.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.1. Знаком с принципами и методами исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, способен оценивать их достоинства и недостатки ОПК-2.2. Использует новые принципы и методы при исследовании современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации ОПК-2.3. Внедряет новые	Знать: - принципы работы изучаемых электронных устройств и понимать физические процессы, происходящих в них; - принципы действия и особенностях излучений антенн и устройств многоканальных систем связи; - специфику применения элементов и устройств телекоммуникационных систем; - разновидности современных антенных устройств, их характеристики направленности, уровни бокового и обратного излучения используемых в технике телекоммуникации. Уметь:

	принципы и методы обработки и передачи информации при реализации современных инфокоммуникационных систем и сетей	- оценивать и производить расчеты затухания полей излучаемых приемными и излучающими устройствами; - обосновать методы работы устройств обеспечивающие ЭМС РЭС. Владеть: - методами расчета затухания полей от излучающих устройств; - методами проведения оценочных работ по ЭМС РЭС.
ОПК-3. Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Ориентируется в принципах построения локальных и глобальных компьютерных сетей, имеет представление об основах Интернет-технологий, знаком с типовыми процедурами применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в профессиональной сфере деятельности ОПК-3.2. Использует современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности ОПК-3.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств и /или их составляющих	Знать: - основные характеристики антенно-фидерных устройств; - способы формирования распределений полей излучения; - основы антенных измерений и параметрах антенн. Уметь: - обосновать диапазонные свойства РЭС к выбору частот для совместной беспомеховой работе в заданной электромагнитной обстановке; - обоснованию направленных свойств антенных устройств и выбору антенны для работы в заданной системе связи. Владеть: - методами работы с измерительной аппаратурой по измерению внутрисистемных и межсистемных взаимных влияний РЭС; - методами поиска и использования литературных данных и компьютерными технологиями при анализе ЭМС РЭС.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной

аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС	Предмет и содержание курса. Краткий исторический обзор развития телекоммуникационных систем. Понятие о ЭМС РЭС. Условия совместной работы передающих и приемных антенн. Диаграмма направленности антенны при совместной работе. ЭМО и ЭМС. Основные требования по обеспечению решения проблемы ЭМС
2	Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования	Характеристика ЭМС РЭС. Причины, вызывающие обострение проблемы ЭМС. Тенденции решения проблемы ЭМС. Виды радиопомех. Естественные помехи. Искусственные помехи. Внутренние шумы. Пути воздействия непреднамеренных помех. Источник

		помехи (ИП). Рецепторы помех (РП). Непосредственное и косвенное влияние
3	Тема 3. Воздействие помех на РЭС	Необратимые и обратимые процессы в РЭС. Мощная помеха. Менее мощная и маломощная помехи. Факторы, влияющие на ЭМС РЭС. Источники помех. Среда распространения.
4	Тема 4. Необратимые и обратимые процессы в РЭС. Мощная помеха. Менее мощная и маломощная помехи. Факторы, влияющие на ЭМС РЭС. Источники помех. Среда распространения.	Параметры РЭС: функциональные – отражают основные функции выполняемые РЭС и влияющие на ЭМС. Характеристики РПРД: основные и нежелательные излучения.
5	Тема 5 Внеполосное радиоизлучение	Внеполосное радиоизлучение и его характеристика. Количественное описание нежелательных радиоизлучений. Модель излучения РПРД на гармониках. Стабильность частоты генератора.
6	Тема 6. Антенные устройства и среда распространения	Антенные устройства и среда распространения: энергетические характеристики и степень воздействия ИП на РП. Коэффициент ослабления помехи от ИП к РП. Нелинейности в антеннах, фидерах, трассе практически отсутствуют или выражены слабо. Причины возникновения. Характеристики фидеров влияющие на ЭМС. Характеристики антенных устройств влияющих на ЭМС. Взаимная связь антенн. Коэффициент связи антенн
7	Тема 7. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС	Характеристика среды. Ослабление. Область прямой видимости Область полутени и тени Область дальнего тропосферного распространения Область ионосферного рассеяния радиоволн. Влияние атмосферы на прохождение НЭМП. Физические принципы электромагнитного экранирования, ослабление электромагнитного поля в ограниченной части пространства. Защитное действие экрана. Сплошные и несплошные экраны. Экранирование фидеров
8	Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС	Излучающие свойства элементов: корпус, антенна, кабель. Характеристики РПРМ: Каналы приема на промежуточной частоте; комбинационные каналы приема; зеркальный канал. Прямое прохождение помех, побочные каналы приема. Дополнительный механизм воздействия помехи. Преобразование шумов гетеродина.
9	Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция	Помеха, значительно превышающей по уровню полезный сигнал. Блокировка и перекрестные искажения. Коэффициент блокирования. Динамический диапазон по блокированию. Коэффициент перекрестных искажений. Динамический диапазон по перекрестным искажениям. Уровень восприимчивости к перекрестным искажениям. Последствие помехи. Интермодуляция. Динамический диапазон интермодуляции. Уровень восприимчивости по интермодуляции. Характеристики частотной избирательности (Односигнальная избирательность, Многосигнальная избирательность. Избирательность по соседнему

		каналу.) Модели частотной избирательности приемника
10	Тема 10. Индустриальные помехи.	Индустриальные помехи и причины появления помех. Источники помех. Пути распространения индустриальных помех. Электрические и магнитные связи. Кондуктивные помехи. Ослабление помех.
11	Тема 11. Методы анализа ЭМС.	Методы анализа ЭМС. Исследование показателей ЭМС устройств и их элементов. Исследование электромагнитной обстановки. Исследование выполнения ЭМС в конкретной группе средств. Методы моделирования и экспериментального исследования характеристик ЭМС. Особенности измерений характеристик ЭМС. Погрешности измерений. Стандартизация и метрологическое обеспечение измерений. Направления решения проблемы ЭМС РЭС.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС	Предмет и содержание курса.
2	Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования	Характеристика ЭМС РЭС. Причины, вызывающие обострение проблемы ЭМС.
3	Тема 3. Воздействие помех на РЭС	Необратимые и обратимые процессы в РЭС.
4	Тема 4. Необратимые и обратимые процессы в РЭС. Мощная помеха. Менее мощная и маломощная помеха. Факторы, влияющие на ЭМС РЭС. Источники помех. Среда распространения.	Параметры РЭС: функциональные – отражают основные функции выполняемые РЭС и влияющие на ЭМС.
5	Тема 5 Внеполосное радиоизлучение	Внеполосное радиоизлучение и его характеристика.
6	Тема 6. Антенные устройства и среда распространения	Антенные устройства и среда распространения: энергетические характеристики и степень воздействия ИП на РП.
7	Тема 7. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС	Характеристика среды.
8	Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС	Излучающие свойства элементов: корпус, антенна, кабель.
9	Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция	Помеха, значительно превышающей по уровню полезный сигнал.
10	Тема 10. Индустриальные помехи.	Индустриальные помехи и причины появления помех. Источники помех.
11	Тема 11. Методы анализа ЭМС.	Исследование показателей ЭМС устройств и их элементов.

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования.	1.Причины, вызывающие обострение проблемы ЭМС. 2.Тенденции решения проблемы ЭМС. 3.Методы исследования электромагнитных помех
2	Тема 3. Воздействие помех на РЭС.	1.Необратимые и обратимые процессы в РЭС. 2. Мощная помеха, менее мощная и маломощная помехи. 3.Факторы, влияющие на ЭМС РЭС.
3	Тема 4. Необратимые и обратимые процессы в РЭС.	1.Параметры РЭС влияющие на ЭМС. 2.Характеристики РПРД: основные и нежелательные излучения.
4.	Тема 6. Антенные устройства и среда распространения	1.Антенные устройства и среда распространения. 2.Коэффициент ослабления помехи от ИП к РП. 3.Нелинейности в антеннах, фидерах, трассе практически отсутствуют или выражены слабо. 4.Характеристики фидеров влияющие на ЭМС. 5.Характеристики антенных устройств влияющих на ЭМС. 6.Взаимная связь антенн. 7.Направленные свойства антенн
5.	Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.	1.Помеха, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, блокировка и перекрестные искажения. 2.Коэффициент блокирования. Динамический диапазон по блокированию. 3.Коэффициент перекрестных искажений. Динамический диапазон по перекрестным искажениям. Уровень восприимчивости к перекрестным искажениям. 4. Интермодуляция. Динамический диапазон интермодуляции.
6.	Тема 10. Индустриальные помехи.	1.Индустриальные помехи и причины появления помех. 2.Пути распространения индустриальных помех. 3.Кондуктивные помехи. 4.Борьба с перекрестными помехами: временная область
7.	Тема 11. Методы анализа ЭМС.	1.Исследование показателей ЭМС устройств и их элементов. 2. Исследование выполнения ЭМС в конкретной группе средств. 3.Методы моделирования и экспериментального исследования характеристик ЭМС.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции.

Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования. Воздействие помех на РЭС. Необратимые и обратимые процессы в РЭС. Мощная помеха. Менее мощная и маломощная помехи. Факторы, влияющие на ЭМС РЭС. Источники помех. Среда распространения. Внеполосное радиоизлучение. Антенные устройства и среда распространения. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС. Излучающие свойства элементов РЭС. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция. Индустриальные помехи. Методы анализа ЭМС.

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов параметров ЭМС и характеристик исследуемых устройств или процессов помеховой обстановки, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практической работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование
Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 3. Воздействие помех на РЭС	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Необратимые и обратимые процессы в РЭС. Мощная помеха. Менее мощная и маломощная помехи. Факторы, влияющие на ЭМС РЭС. Источники помех. Среда распространения.	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2
Тема 5 Внеполосное радиоизлучение	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование
Тема 6. Антенные устройства и среда распространения	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 7. Характеристики среды	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование
Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование
Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ
Тема 10. Индустриальные помехи.	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 11. Методы анализа ЭМС.	ОПК-2 ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

Примеры.

К теме 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС

1. РЭС это:

Ответ:

устройство для радиообмена между корреспондентами;

устройство для излучения и приема информационных сообщений различного класса;

устройство для излучения ЭМП;

устройство для приема ЭМП;

устройство для создания помех в виде ЭМП.

1. Антенна РЭС это:

устройство для излучения и приема радиоволн;

приема электростатического поля;

приема магнитного поля;

устройство для излучения;

устройство для приема.

2. Анализ параметров ЭМС технических средств:

есть совокупность методов и средств получения количественной информации о соответствии параметров различных устройств нормативно-технической документации в области ЭМС;

установление связи между источником поля и приемником ЭМП;

установление связи между источником поля и электрическими зарядами;

устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
описывает влияние электрических зарядов.

3. Анализ электромагнитной обстановки (ЭМО) .

устанавливает связь между источником поля и магнитной составляющей ЭМП;
есть действия по контролю параметров РЭС работающих совместно в единой ЭМО;
устанавливает связь между источником поля и электрическими зарядами;
устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
устанавливает связь между электрической и магнитной составляющими в ЭМП;

4. Анализ выполнения ЭМС в группе средств.

устанавливает связь между источником поля и магнитной составляющей ЭМП;
устанавливает связь между источником поля и электрической составляющей ЭМП;
это задачи проверки выполнения условий ЭМС на различных этапах жизненного цикла РЭС

устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
устанавливает связь между электрической и магнитной составляющими в ЭМП.

5. Бегущий режим работы линии передачи :

устанавливает связь между источником поля и магнитной составляющей ЭМП;
устанавливает связь между источником поля и электрической составляющей ЭМП;
режим, при котором напряжение и ток вдоль линии передачи неизменен;
устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
устанавливает связь между электрической и магнитной составляющими в ЭМП.

6. Волновое сопротивление антенны:

устанавливает закон распределения энергии ЭМП на излучение, на потери и ее колебательную части;

есть коэффициент пропорциональности между током и напряжением в линии;

описывает взаимосвязь между источником поля и ЭМП;

описывает закон изменения энергии поля при распространении в свободном пространстве;

описывает закон изменения энергии поля при распространении в средах.

7. Волновое сопротивление линии передачи :

устанавливает закон распределения энергии ЭМП на излучение, на потери и ее колебательную части;

есть коэффициент пропорциональности между током и напряжением в линии;

описывает взаимосвязь между источником поля и ЭМП;

описывает закон изменения энергии поля при распространении в свободном пространстве;

описывает закон изменения энергии поля при распространении в средах.

К теме 2. ЭМС радиоэлектронного оборудования

1. Электромагнитная совместимость РЭС:

описывает взаимосвязь между источником поля и ЭМП;

есть беспомеховая работа РЭС в заданной ЭМО;

описывают структуру ЭМП;

описывают волновой характер составляющих ЭМП при распространении в среде.

2. Электромагнитная обстановка:

описывают волновой характер составляющих ЭМП монохроматической волны при распространении в воздушной среде;

совокупность всех полей РЭС и электрических устройств;

описывает закон изменения энергии поля при распространении в свободном пространстве;

описывают структуру ЭМП;

описывают волновой характер составляющих ЭМП при распространении в морской среде.

3. Яркостная температура шумового процесса :

может принимать вид плоской, сферической или цилиндрической волн;

характеристика соответствующего процесса, как совокупности шумовой помехи;

может принимать вид только сферической волн;

может принимать вид только цилиндрической волн;

волна не имеет фронта.

4. Внеполосные эффекты:

могут быть электрическим, магнитным и элементом плоской волны;

могут быть только электрическим воздействием;

ряд механизмов, вызывающих реакцию радиоприемника на воздействие помех, не совпадающих по частоте с частотами основного или побочных каналов приема;

есть только элемент плоской волны;

элементарных излучателей.

5. Основным каналом приема:

закон изменения амплитуды и фазы векторов поля у границы раздела сред;

называется полоса частот, находящаяся в полосе пропускания приемника, предназначенная для приема полезных сигналов и соответствующая необходимой полосе частот для передаваемого сообщения;

определяют глубину проникновения ЭМП в среду падающей волной на границу раздела сред;

устанавливают закон изменения векторов поля во второй среде;

устанавливают закон изменения векторов поля в первой среде.

6. Паразитное радиоизлучение:

закон изменения амплитуды и фазы векторов поля у границы раздела сред;

вид побочного излучения, возникающего в результате самовозбуждения радиопередатчика из-за паразитных связей в его генераторных или усилительных каскадах;

определяют глубину проникновения ЭМП в среду падающей волной на границу раздела сред;

устанавливают закон изменения векторов поля во второй среде;

устанавливают закон изменения векторов поля в первой среде.

7. Радиоизлучение на субгармониках:

на основе формул элементарного электрического излучателя;

на основе формул свободного распространения;

на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;

на основе формул для земных волн;

побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 - несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

К теме 3. Воздействие помех на РЭС

1. Показатель качества частотной характеристики:

распространение ЭМВ в намагниченной ионосфере;

распространение многих волн излучаемых большим количеством радиостанций;

является коэффициент прямо-угольности или отношение полосы пропускания приемника, измеренной на уровне X дБ (наприм., на уровне 60 дБ), к полосе пропускания приемника, измеренной на уровне 3дБ: $k_p = B_x / B_3$;

наличием неоднородностей;

нелинейности не существует.

2. Прямое прохождение помех:

земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;

свободного распространения;

из-за неидеальной частотной избирательности линейных каскадов приемника (преселектора, фильтров в каскадах УРЧ и, главным образом, каскадов УПЧ) характеристика частотной избирательности приемника всегда отличается от прямоугольной;

ионосферных и земных;

волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера

3. Радиоизлучение на субгармониках:

на основе формул элементарного электрического излучателя;

на основе формул свободного распространения;

на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;

на основе формул для земных волн;

побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 - несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

4. Радиоизлучение на гармониках:

на основе формул элементарного электрического излучателя;

на основе формул свободного распространения;

на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;

побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз больших частоты основного радиоизлучения, несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0m$, $m = 2, 3$, где f_0 — несущая частота основного радиоизлучения;

на основе превышения уровня помехи в точки приема.

5. Распространение непреднамеренных помех:

земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;

свободного распространения;

несмотря на значительное разнообразие возможных путей распространения НЭМП следует выделить два их вида: распространение НЭМП при излучении и приеме антеннами радиотехнических устройств и любые другие механизмы;

ионосферных и земных;

волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера.

6. Шумовая температура помехи – связана с нестабильностью работы элементов электронных устройств

связана с нестабильностью работы элементов электронных устройств;

связана с переменной составляющей тока в антенне;

связана с постоянной составляющей тока в антенне;

существует всегда;

не существует.

7. Пути воздействия помех на РЭС:

через тока в антенне, корпус РЭС и цепи электроснабжения;

только через антенну;

через корпус РЭС;

через заземление;

РЭС защищено от всех помех.

К теме 4. Характеристика РЭС вне основных полос частот излучения и приема

1. . Характеристика частотной избирательности приемника:

определяется односигнальным методом, причем характеристика описывает ослабление приема сигнала при частотной расстройке;

не может состояться из-за малой электронной концентрации;

не может состояться так как коэффициент преломления для ионосферы всегда равен единице;

будет неоднородность;

создать искусственную отражающую поверхность.

2. Характеристика полосы частот излучения передатчика описывается:

основным излучение;

всей полосой частот: основного и внеполосного;

гармониками;

субгармониками;

интермодуляционными частотами.

3. Радиочастотный ресурс описывается:

временным, пространственным и частотными свойствами;

внеполосным излучением:

уровнем напряженности ЭМП;

только пространственными свойствами;

интермодуляцией.

4. Радиопередающее устройство излучает:

рабочую полосу частот и нежелательное излучение;

рабочую полосу частот;

сплошной спектр частот;

нежелательное излучение;

излучает сигнал.

5. Нежелательное излучение получает затухание:

на трассе распространения;

в передающем устройстве;

в диаграмме направленности антенны;

в корпусе передатчика;

в земле.

6. Ширина полосы излучения РПДУ:

состоит из рабочей полосы частот и нежелательного излучения;

состоит из рабочей полосы частот;

состоит из основной несущей частоты и ее гармоник;

состоит из основной несущей частоты и ее субгармоник;

состоит только из субгармоник.

7. Уровень внеполосного излучения РПДУ:

контрольная полоса частот полезного сигнала на уровне не ниже $B_k = -30$ дБ;

контрольная полоса частот полезного сигнала на уровне ниже $B_k = -60$ дБ;

контрольная полоса частот полезного сигнала на уровне от $B_k = -30$ дБ до $B_k = -60$

дБ;

установить не возможно.

8. Относительный уровень внеполосного излучения РПДУ:

есть отношение спектральной плотности $P_{\text{внеп}}$ излучения к максимальной значению спектральной плотности $P_{\text{основ}}$ излучения, дБ;

есть отношение полезного сигнала к мощности помехи;

есть помеховая обстановка в районе размещения передатчика РЭС;

есть помеховая обстановка в районе размещения приемника РЭС;

есть помеховая обстановка в любом районе.

К теме 5. Внеполосное радиоизлучения.

1. Чем определяется внеполосное излучение РЭС:

помеховой обстановкой в районе РЭС;

излучением характерным для РЭС по ширине занимаемой полосы частот и относительным уровнем этого излучения;

уровнем тока в антенне;

уровнем чувствительности приемника;

экранированием РЭС.

2. Шумовое излучение РЭС:

уровнем чувствительности приемника;

уровнем тока в антенне;

обусловлено собственными шумами и паразитной модуляцией генерируемого колебания и шумовыми процессами РПДУ;

плохим заземлением цепей питания РЭС;

атмосферными явлениями.

3. Излучение на гармониках:

на основе формул элементарного электрического излучателя;

на основе формул свободного распространения;

на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;

побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз больших частоты основного радиоизлучения, несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0 m$, $m = 2, 3$, где f_0 — несущая частота основного радиоизлучения;

на основе превышения уровня помехи в точки приема.

4. Радиоизлучение на субгармониках:

на основе формул элементарного электрического излучателя;

на основе формул свободного распространения;

на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;

на основе формул для земных волн;

побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 - несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

5. Нестабильность частоты генератора обусловлена:

на основе распространения ЭМВ в земных условиях;

собственная нестабильность генератора;

нестабильность за счет несовершенства схем модуляции;

нестабильность за счет помех в атмосфере;

нестабильность за счет тока в антенне.

6. Допустимое отклонение частоты генератора:

допустимым уровнем помех на приеме;

допустимой величиной тока в антенне;

максимальным значение, на которое допускается отклонение средней частоты частотной полосы, занимаемой излучением, от присвоенного ей значения;

допустимым уровнем помех за счет несовершенства схем модуляции;

отклонением от допустимого значения питающей сети.

К теме 6. Антенные устройства и среда распространения.

1. Энергетические характеристики антенных устройств и среды распространения:

зависят от частоты модуляции;

зависят от частоты и нестабильности генератора;

зависят от затухания в антенных устройствах и среде распространения;

ослабление только в антенных устройствах;

ослабление только в среде.

2. Степень воздействия источника помех на радиоприем зависит:

от ослабления через модуляцию;

от ослабления нестабильности генератора;

от ослабления в антенных устройствах и среде распространения;

от ослабления только в антенных устройствах;

от ослабления только в среде.

3. Коэффициент ослабления помех на частоте помехи зависит:

от дифракции L_d , рассеяния в свободном пространстве L_R , затенения антенн $L_{зт}$, влияние метеорологических условий $L_{метео}$, ионосферное рассеяние $L_{ион}$, и тропосферное распространение $L_{троп}$;

от ослабления неустойчивости генератора;

от ослабления в антенных устройствах;

от ослабления только в фильтрах;

от ослабления только за счет неустойчивости питания РЭС.

4. Фидерные линии на частотах, значительно отстоящих от основной полосы, имеют не достаточное ослабление помех на приеме из-за:

фидерные линии, как фильтры на сосредоточенных элементах вне основной полосы частот имеют широкую экстремально частотную характеристику из-за влияния паразитных емкостей и индуктивностей;

фидерная линия подавляют все частоты;

фидерная линия не соответствует параметрам;

фидерная линия имеет резонанс на частоте приема;

фидерная линия вносит затухание на всех частотах.

5. Излучение (прием) вне требуемого сектора углов и вне необходимой полосы частот антенн должно иметь:

ненулевые значения за пределами любого конечного интервала, то есть боковые и задние лепестки должны отсутствовать;

фидерная линия подавляют все частоты;

фидерная линия не соответствует параметрам;

фидерная линия имеет резонанс на частоте приема;

фидерная линия вносит затухание на всех частотах.

6. Влияние поляриционной структуры антенны:

наведенные в элементах конструкции объекта токи искажают поляризацию сигнала;

фидерная линия подавляют все виды поляризации;

фидерная линия не соответствует параметрам;

фидерная линия имеет резонанс на частоте приема;

фидерная линия вносит затухание на всех частотах.

7. Почему нельзя построить антенну, в которой отсутствует излучение вне необходимой полосы частот:

из-за конечной добротности антенны:

из-за очень высокой добротности антенны:

антенна и фидерная линия не соответствует параметрам;

антенна и фидерная линия имеет различный резонанс на частоте приема;

антенна и фидерная линия имеют разные волновые сопротивления.

К теме 7. Характеристики среды распространения, влияющих на ЭМС.

1. Пути распространения сигналов и непреднамеренных помех:

одинаковы:

очень разные:

антенна и фидерная линия принимают по-разному;

сигнал лучше распространяется;

сигнал и помеха не распространяются в средах.

2. Оценка затухания (ослабления) помех на пути распространения:

в фидере передающей антенны, в антенне передающей, в среде, в приемной антенне и в фидере приемной антенны;

очень разные;

антенна и фидерная линия принимают по-разному;

сигнал лучше распространяется;

сигнал и помеха не распространяются в средах.

3. Коэффициент связи $L_{св.}$ антенн зависит:

не зависит от расстояния;

$L_{св.}$ в значительной мере зависит от электрических размеров антенн $R_{ант} / \lambda$ и расстояния между ними $R_{св.}$;

чем больше размеры антенн, тем больше коэффициент;

зависит от сигнала;

зависит от помехи.

4. Зависимость зоны связи от электрических размеров антенн $R_{ант} / \lambda$:

$R \geq R_{дз} = R_{ант}^2 / \lambda$ - дальняя зона, $R \leq 1/2\pi$ - ближняя зона и $1/2\pi \leq R \leq R_{дз}$ - зона Френеля.

зоны не связаны с размерами антенны;

слабо зависят от зон;

сигнал лучше распространяется;

сигнал и помеха не распространяются в средах.

5. Коэффициент связи $L_{св.}$ антенн зависит:

не зависит от расстояния;

$L_{св.}$ в значительной мере зависит от электрических размеров антенн $R_{ант} / \lambda$ и расстояния между ними $R_{св.}$;

чем больше размеры антенн, тем больше коэффициент;

зависит от сигнала;

зависит от помехи.

6. Коэффициент распространение ЭМВ в тропосфере:

не менее 10;

от 1000;

1,2;

1,5;

0,9.

7. Коэффициент распространение ЭМВ в стратосфере:

не менее 10;

от 1000 до 10000;

1,0;

1,5;

5.

К теме 8. Излучающие свойства элементов РЭС.

1. Защитное действие экрана от электростатического электрического поля:

в электростатическом поле из-за концентрации зарядов на внешней стороне проводника поле внутри экрана отсутствует;

экран не экранирует;

слабо экранирует;

сигнал лучше распространяется;

сигнал и помеха не распространяются в средах.

2. Коэффициент направленного действия зеркальных антенн:

не менее 10;

от 1000 до 10000;

1,2;

1,5;

5.

3. Коэффициент направленного действия симметричных антенн:

не менее 10;

от 1000 до 10000;

1,2;

1,5;

5.

4. Защитное действие экрана от переменного электрического поля :

не оказывает воздействие на экранирование;

зависит от магнитных свойств;

в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;

зависит только от проводимости экрана;

зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

5. Защитное действие экрана от магнитного поля:

не оказывает воздействие на экранирование;

зависит от магнитных свойств;

в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;

зависит только от проводимости экрана;

зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

6. Защитное действие экрана, который имеет зазоры, вентиляционные отверстия, люки:

не оказывает воздействие на экранирование;

зависит от магнитных свойств;

в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;

зависит только от соотношения экранированной части и неэкранированной;

зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

7. Защитное действие экрана, который имеет зазоры, вентиляционные отверстия, люки:

не оказывает воздействие на экранирование;

зависит от магнитных свойств;

в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;

зависит только от соотношения экранированной части и неэкранированной;

зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

К теме 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.

Каналы приема:

в узкой полосе частот;

идеальный РПУ должен принимать полезные сигналы только в пределах необходимой полосы частот, причем только через антенный вход;

в широкой полосе частот;

канал приема определяется уровнем помех;

канал приема перестраиваемый.

2. Канал приема характеризуется восприимчивостью:

это свойство РПУ работы в узкой полосе частот;

это свойство РПУ принимать полезные сигналы;

это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи, воздействующие через антенну или помимо ее, в том числе через корпус, экран, по цепям питания и управления;

это свойство РПУ работы определяется уровнем помех;

это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

3. Канал приема характеризуется прямым прохождением помех:

имеется прием помех за пределами необходимой полосы частот;

это свойство РПУ принимать все сигналы;

это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи;

это свойство РПУ работы определяется уровнем помех;

это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

4. Побочные каналы приема:

имеется прием помех в пределах необходимой полосы частот;

это полоса частот находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход РПРМ;

это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи;

это свойство РПУ работы определяется уровнем помех;

это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

5. Побочные каналы приема:

имеется прием помех в пределах необходимой полосы частот;

это полоса частот находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход РПРМ;

это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи;

это свойство РПУ работы на промежуточной частоте, зеркальный канал, комбинационные каналы приема и на субгармониках частоты настройки;

это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

6. Блокирование каналов приема:

имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;

это полоса частот находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход РПРМ;

это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;

это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;

это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

7. Перекрестные искажения в каналах приема:

имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;

это изменение структуры спектра сигнала на выходе ПРМ при одновременном действии сигнала и модулированной радиопомехи, частота которой не совпадает с частотами основного и побочных каналов приема;

это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;

это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;

это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

8. Динамический диапазон по блокированию:

имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;

это отношение значения характеристики частотной избирательности по блокированию при заданной частотной расстройке относительно основного канала приема к чувствительности ПРМ;

это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;

это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;

это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

9. Интермодуляция:

имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;

это возникновение помех на выходе ПРМ при действии на его входе двух и более радиопомех, частоты которых не совпадают с частотами основного и побочных каналов приема ПРМ;

это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;

это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;

это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

10. Односигнальная избирательность:

имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;

это частотная избирательность, определяемая отношением уровня сигнала на заданной частоте к его заданному уровню на частоте настройки при неизменном уровне сигнала на выходе радиоприемника и измеряемая посредством одного входного сигнала с уровнем, не вызывающим нелинейных эффектов в тракте приема;

это воздействие помехи на канал приема;

это свойство РПУ работы в режиме прямого усиления;

это свойство РПУ работы приема на промежуточной частоте цепей.

10. Многосигнальная избирательность:

имеются внутренние помехи;

частотная избирательность, определяемая отношением уровней одновременно поступающих на вход радиоприемника сигналов на одной или нескольких заданных частотах и частоте настройки радиоприемника при заданном отношении на его выходе суммарной мощности составляющих помехи к мощности полезного сигнала или при заданном изменении уровня полезного сигнала;

это воздействие помехи на канал приема;

это свойство РПУ работы в режиме прямого усиления;

это свойство РПУ работы приема на промежуточной частоте цепей.

К теме 10.Индустриальные помехи.

Источником индустриальных помех являются:

в широкой и узкой полосе частот;

электротехническое или электронное устройство, причем не только в силу специфики выполняемых им функций, но и в вследствие технической неисправности силовых цепей, устройств коммутации и т.д;

гроза;

автомобиль;

трамвай.

2. Виды индустриальных помех:

в любой полосе частот;

узкополосные и широкополосные помехи, кратковременные и контактные помехи, и помехи, связанные с преобразованием механической энергии в электрическую;

на промежуточной частоте;

на частоте низкочастотной;

световой луч.

3. Источники непрерывных индустриальных помех:

в любой полосе частот;

узкополосные и широкополосные помехи;

многочастотные;

на частоте низкочастотной;

промышленные нагревательные установки, высокочастотные индукционные электрические печи, медицинское оборудование, в котором используются высокочастотные генераторы, и т.д.

4. Источники широкополосных индустриальных помех:

в любой полосе частот;

совместные узкополосные и широкополосные помехи;

от систем зажигания;

на частоте низкочастотной;

оборудование генераторов.

5. Источники импульсных промышленных помех:

в любой полосе частот;

совместные узкополосные и широкополосные помехи;

от систем зажигания;

на частоте низкочастотной;

высоковольтная аппаратура и линии передачи электроэнергии (ЛЭП).

6. Источники промышленных помех:

в любой полосе частот;

совместные узкополосные и широкополосные помехи;

от систем зажигания;

на частоте низкочастотной;

высоковольтная аппаратура и линии передачи электроэнергии (ЛЭП).

К теме 11. Методы анализа ЭМС

1. Измерения ЭМП в интересах ЭМС РЭС:

при определении совместной работы аппаратуры, подсистем, систем, средств и ЭМО;

при определении только ЭМО;

при определении работы только аппаратуры;

при определении собственной работы аппаратуры, подсистем, систем, средств;

при определении работы только систем.

2. Измерения ЭМП на низшем уровне в интересах ЭМС РЭС:

для обоснования допустимости уровня ЭМП излученной и аппаратурой;

для обоснования пределов ЭМП аппаратурных;

для оценки работоспособности РЭС;

при определении качества канала;

при определении работы только систем.

3. Измерения ЭМП на среднем уровне в интересах ЭМС РЭС:

для обоснования допустимости уровня ЭМП РЭС при работе в системе РЭС без учета ЭМО на окружающие среды;

для обоснования пределов ЭМП аппаратурных;

для обоснования пределов ЭМП излученных;

при определении качества канала;

при определении работы только систем.

4. Измерения ЭМП на высшем уровне в интересах ЭМС РЭС:

для обоснования допустимости уровня ЭМП РЭС при работе в системе РЭС с учетом ЭМО на окружающие среды;

для обоснования пределов ЭМП аппаратурных;

для обоснования пределов ЭМП излученных;

для оценки работоспособности РЭС;

при определении работы только систем.

5. Измерения ЭМП на уровне компонентов и аппаратуры в интересах ЭМС РЭС:

измерения на ранней стадии разработки, определение соответствия ЭМП требованиям нормативно-технической документации в условиях экранированных помещениях;

для обоснования пределов ЭМП аппаратурных и фильтров;

для обоснования пределов ЭМП излученных через корпус;

при определении качества канала по спектру;

при определении работы только систем взаимосвязанных.

6. Измерения на соответствие требованиям нормативно-технической документации в интересах ЭМС РЭС:

измерения высокочастотные на антенном разъеме, излучение антенны и восприимчивость приемника имеющего частоты отличные от излучаемых;

для оценки частоты;

для оценки уровня поля;

влияния фильтра;

при определении дальности.

7. Испытания фильтров и экранированных помещений:

для оценки чистоты измерений в экранированных помещениях;

для оценки работы генератора;

для оценки работы приемного устройства;

для установления связи в сети;

при определении дальности радиосвязи.

8. Испытание систем на ЭМС:

проверка системы на сбои при работе систем;

проверка системы на излучение;

проверка системы радиоприем;
проверка системы на электроснабжение;
проверка работы генератора.

Типовые задания при выполнении практических работ:

К теме 2. ЭМС радиоэлектронного оборудования

Практическая работа: Причины, вызывающие обострение проблемы ЭМС

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих требований к безопасной работе РЭС в заданной ЭМО

Методические указания по выполнению работы: ЭМС постепенно становится одним из важнейших разделов электротехники и электроэнергетики. Чтобы оценить ЭМС, необходимо дать оценку радиочастотного ресурса, который основывается на радиочастотном спектре.

Радиочастотный спектр – совокупность радиочастот в установленных Международным союзом электросвязи пределах, которые могут быть использованы для функционирования РЭС или ВЧ устройств в $[PЧC] = Гц$.

Радиочастотный ресурс - часть радиочастотного спектра, который пригоден к применению в конкретных условиях для осуществления процессов радиосвязи или процесса приема (передачи) электромагнитной энергии.

РЧР ограничен уровнем достигнутого научно- технического прогресса и площадью территории его использования.

РЧР имеет тенденцию расширяться по мере развития радиоэлектронных технологий, позволяющих осваивать все более высокие частоты.

РЧР требует обслуживания, т.е.: обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС), контроля соблюдения правил использования РЭС, обнаружения и устранения несанкционированных источников излучения, мешающих пользователю или незаконно функционирующих в регионе.

Под **количеством частот** понимают абсолютную ширину радиочастотного спектра (Δf), занимаемого радиоэлектронным средством (РЭС), соответствующую классу излучения определенному в разрешительных документах на конкретное частотное назначение (ЧН).

Применяемые технологии

совокупность сетевых, программных, аппаратных средств, а также способов создания, передачи, обработки и контроля информационных потоков с заданным уровнем качества между операторами (производителями) и абонентами (потребителями) определенной численности в пределах обслуживаемой территории. (Для операторов).

совокупность сетевых, программных, аппаратных средств, а также способов их применения для решения производственно-технических и управленческих задач, а также не коммерческих задач граждан и организаций. (Для остальных пользователей).

Организационные принципы распределения, выделения и назначения полос частот в международном масштабе закреплены международными соглашениями, которые являются основой для национального законодательства в масштабах каждой страны. Организационный принцип является исходным для обеспечения ЭМС в конкретных условиях эксплуатации РЭС.

РЧР может быть распределен организационно следующим образом:

Разнос по частоте, когда радиосредства могут работать одновременно, в том числе в одном месте, но в разных радиоканалах (необходимо обеспечить полосу частот излучения полезного сигнала по возможности минимальной, высокую стабильность частоты излучения);

Разнос по радиопространству, когда радиосредства могут работать одновременно и в одинаковых радиоканалах, но занимать различные радиопространства; в частности, разнос по радиопространству означает возможность присвоения нескольким радиостанциям одной и той же частоты радиоканала при условии, что они размещены на определенных расстояниях друг от друга (необходимо обеспечить мощность излучения полезного сигнала достаточной для его передачи на заданное расстояние без излишнего расширения радиопространства, радиопространство должно быть минимальным, что означает необходимость совершенствования диаграммы направленности);

Разнос по времени, когда средства могут работать в одних и тех же радиоканалах и (или) занимать одно и то же радиопространство, но в разное время.

Вследствие ограниченности РЧР, совместное пользование одной и той же полосой частот (одинаковыми радиоканалами) различными радиослужбами в настоящее время приобретает все возрастающее значение. Работа на совмещенных частотах возможна при условии обеспечения разнosa по радиопространству при обеспечении ЭМС каждого

средства, как вновь используемого, так и находящегося в эксплуатации. Вследствие этого все более существенными становятся организационно-технические концепции «управления РЧР», относящиеся, в первую очередь, к анализу параметров ЭМС радиопередающих, радиоприемных и антенных устройств и соответственно к анализу распространения радиоволн в рассматриваемых полосах частот и в конкретных пространственных условиях. Техническим концепциям управления РЧР уделяется большое внимание в текущей литературе и отчетах (рекомендациях) МККР.

Список литературы: 1.Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. Международный союз электросвязи. ITU, 2005, с. 286–301

Задания.

Обосновать пространственный разнос для РЭС сотовой связи, работающих на частотах 140МГц, при этом известно, что $r_{CB} = 0,8 \cdot r_{ГОР}$, $r_{ГОР} = 4,12(\sqrt{h_{ИЗЛУЧ}} + \sqrt{h_{ПРИЕМА}})$

Обосновать пространственный разнос для РЭС сотовой связи, работающих на частотах 420МГц с высотой подвеса антенн базовой станции 30 метров и приемной 2 метра при этом известно, что $r_{CB} = 0,8 \cdot r_{ГОР}$, $r_{ГОР} = 4,12(\sqrt{h_{ИЗЛУЧ}} + \sqrt{h_{ПРИЕМА}})$.

9. Обосновать частотный разнос для РЭС дуплексной сотовой связи, если известна работающая станция на частоте 140МГц имеет 10 каналов, при этом каждый канал симплекса занимает 8кГц.

10. Обосновать частотный разнос для РЭС дуплексной сотовой связи, если известна работающая станция на частоте 420МГц имеет 10 каналов, при этом каждый канал симплекса занимает 8кГц.

К теме 3. Воздействие помех на РЭС

Практическая работа: Виды помех

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих требований к безопасной работе РЭС в зависимости от вида помех.

Методические указания по выполнению работы:

Воздействие на РЭС зависит от: структуры; спектрального состава и энергии помехи и приводит к необратимым и обратимым процессам

Мощная помеха

Отказы аппаратуры из-за изменения структуры полупроводниковых материалов вплоть до их разрушения. Может существовать в виде:

одиночного импульса;

повторяющейся последовательности импульсов;

гармонического или шумового процесса

Элемент	Энергия разрушения 1 импульса, мкДж
Точечный контактный диод	0,01 ... 12
Низко потенциальные интегральные схемы	10
Маломощные транзисторы	20 ... 100
Мощные транзисторы	1000
Электролитические конденсаторы	60 ... 1000
Резисторы 0,25 Вт	10^4
Реле	$10^3 \dots 10^5$

При действии последовательности импульсов выход из строя при меньшей энергии помех.

Менее мощная помеха – происходят обратимые процессы, которые приводят к функциональным нарушениям. Свойство РП быть подверженным действию помех, реагировать на них называется восприимчивостью. Реакция РЭС зависит от мощности помехи. Помеха может приводить к перегрузке, к насыщению активных элементов. Показатели РЭС ухудшаются даже если частоты помехи и работы значительно отличаются. Воздействие на ЭУ не предназначенных для приема помехи. Воздействие помехи обладает последствием – влияние после прекращения воздействия. **Маломощная помеха** – соизмеримы по мощности с полезными сигналами. Нелинейные явления отсутствуют и принимаемые рецептором мешающие электромагнитные колебания действуют как аддитивные помехи.

Последствия воздействия:

- снижение качества радиопередачи;
- ошибки навигационных комплексов;
- случайное срабатывание радио взрывателей.

ЭМС – способность радиоэлектронных, электронных и электротехнических средств одновременно и совместно функционировать в реальных условиях эксплуатации при воздействии НЭМП и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим устройствам.

Тема 4. Характеристики РЭС вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов

Практическая работа: Параметры РЭС

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих параметров РЭС.

Методические указания по выполнению работы:

Чувствительность радиоприемников

В некоторых ситуациях, в частности, при обеспечении ЭМС ограниченной группировки однотипных приемо-передающих РЭС, возможным направлением решения может служить рациональный выбор значений чувствительности радиоприемников $R_{\text{пр min } j}$, $j=1,2,...,M$. Эффект в данном случае определяется двумя возможными причинами:

- при чрезмерно высокой чувствительности радиоприемников может, соответственно, снижаться уровень допустимой помехи. В частности, повышение чувствительности может сопровождаться повышением восприимчивости радиоприемников по побочным канала приема: $R_{\text{ПКП } j} = R_{\text{пр min } j} + L_{\text{ПКП}}$ - относительная восприимчивость по ПКП;

- увеличение чувствительности приемников может привести к усилению влияния помех вследствие внеполосных эффектов - перекрестных искажений и интермодуляции: $R_{\text{ВНЕП } j} = R_{\text{пр min } j} + D_{\text{ВНЕП}}$, где $R_{\text{ВНЕП } j}$ - абсолютная восприимчивость (по блокированию, перекрестным искажениям или интермодуляции); $D_{\text{ВНЕП}}$ - соответствующее виду влияния значение динамического диапазона.

Поэтому рациональный выбор значений чувствительности приемников $R_{\text{пр min } j}$ может быть мерой по ослаблению (или устранению) нежелательных электромагнитных влияний радиопередатчиков как источников помех на рецепторы-радиоприемники.

Частотное распределение

На практике весьма эффективным является совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях. Такой прием наиболее полезен при ограниченном ресурсе радиочастот. В соответствии с принципом частотно-пространственного разнеса осуществляется такое распределение радиоканалов, при котором близко расположенные средства не используют совпадающие радиочастоты, в то время как территориально разнесенные средства эту возможность имеют. Другим примером совместного использования частотных и пространственных факторов является частотно-территориальное планирование стационарных средств УКВ радио- и телевизионного вещания.

При выборе определенного значения рабочей частоты для конкретного РЭС в ряде случаев с успехом используется адаптивный принцип. В отличие от выбора частот на основе жесткой организации, при адаптивном принципе управления выбор значения частоты из числа разрешенных осуществляется конкретным РЭС на основе анализа текущей электромагнитной обстановки.

Фильтры

1. Фильтры на сосредоточенных элементах вне основной полосы пропускания имеют многоэкстремальную частотную характеристику с глубокими провалами и выбросами из-за влияния паразитных емкостей и индуктивностей (рис. 4.19, а), что может служить, в частности, причиной ухудшения избирательности радиоприемного устройства.

Фильтры на элементах линий передачи Т-волн с колебательными системами в виде отрезков линий длиной в четверть или половину длины волн могут иметь паразитные полосы прозрачности на частотах, $2f_0$, $4f_0$.. или $3f_0$, $5f_0$.. (рис. 4.19. б).

3. Фильтры волноводного типа, состоящие из отрезков линий или связанных объемных резонаторов, помимо отмеченных полос, могут иметь паразитные полосы пропускания вследствие резонансов на других собственных типах волн

4. Образование паразитных полос пропускания трактов может быть связано с эффектами «паразитного» согласования, в частности, фидеров радиопередатчиков или радиоприемников с соответствующими антеннами.

5. Особенности многоволнового распространения колебаний в фидерах также могут значительно влиять на их частотные свойства. На частотах гармоник в различных волноводах становится возможным распространение более одного типа волн, которые имеют структуру электромагнитного поля и скорость распространения, отличающиеся от волн основного типа.

6. В фильтрах поглощающего типа эффект образования паразитных полос пропускания обычно имеет менее выраженный характер.

Выполнение межблочных соединений

Наличие сигнальных проводников, соединяющих между собой различные РЭС, а также отдельные блоки в составе некоторого РЭС, приводит к возможности создания помех другим средствам из-за электромагнитных связей между ними и цепями (контурами) других устройств (блоков) Аналогично, указанные соединения могут (из-за наведенных токов от внешних ЭМП) стать причиной воздействия помех на соответствующие рецепторы. С целью ослабления этих эффектов используются различные приемы. По большей части это приемы конструкторского характера - экранирование, заземление и др. Существуют также специальные схемные решения, способствующие ослаблению создаваемых полей и подверженности РЭС их действию.

Один из эффективных приемов этого вида - симметрирование соединительных проводников. Симметричными называются такие двухпроводниковые соединенные схемы, в которых оба проводника и все подключенные к ним цепи имеют полные

одинаковые сопротивления и равные, но противоположные по знаку потенциалы относительно земли. Цель симметрирования состоит в том, чтобы обеспечить указанную симметрию цепей источника или (и) рецептора. Принцип симметрирования проводников для ослабления помех.

Тема 5. Внеполосное радиоизлучение

Практическая работа: Нежелательные радиоизлучения.

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих нежелательных излучений РЭС.

Методические указания по выполнению работы:

Комбинационное радиоизлучение - побочное радиоизлучение, возникающее при воздействии на нелинейные элементы радиопередающего устройства колебаний на частотах несущих или формирующих несущую частоту, а также гармоник этих колебаний.

Примеры

Обосновать комбинационные частоты при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц, если $f_{\text{комб}} = |\pm m_1 f_1 \pm m_2 f_2 \pm \dots|$. Известно, что на нелинейный элемент радиопередатчика поступают колебания с частотами $f_1, f_2, f_3, \dots$ находящиеся обычно в декадном соотношении: $f_2 = 10f_1, f_3 = 10f_2, \dots$ Определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

Обосновать комбинационные частоты многочастотном режиме при $f_1 = 7$ МГц и $f_2 = 9$ МГц

В многочастотном режиме работы усилителей мощности наиболее опасными являются комбинационные колебания третьего порядка, возникающие из-за нелинейности характеристик усилителей на частотах:

$$f_k = \begin{cases} 2f_{p2} - f_{p1} \\ 2f_{p1} - f_{p2} \end{cases}$$

Где f_{p1}, f_{p2} - несущие частоты первого и второго сигналов. Определить частоту помехи РЭС.

Обосновать комбинационные частоты при $f_1 = 11$ МГц, $f_2 = 12$ МГц, $f_3 = 15$ МГц, если $f_{\text{комб}} = |\pm m_1 f_1 \pm m_2 f_2 \pm \dots|$. Известно, что на нелинейный элемент радиопередатчика поступают колебания с частотами $f_1, f_2, f_3, \dots$ находящиеся обычно в декадном соотношении: $f_2 = 10f_1, f_3 = 10f_2, \dots$ Определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

Паразитное радиоизлучение - вид побочного излучения, возникающего в результате самовозбуждения радиопередатчика из-за паразитных связей в его генераторных или усилительных каскадах. Для данного излучения характерно, что его

частота не кратна частоте основного радиоизлучения и субгармоник: $f_{\text{пар}} \neq mf_0$, $m = 1, 2, 3, \dots, 1/2, 1/3 \dots$. Определить частоту помехи РЭС.

Примеры

1. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

2. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

3. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

Радиоизлучение на субгармониках - побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 — несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

Примеры

1. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

2. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

3. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

Радиоизлучение на гармониках - побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз больших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0m$, $m = 2, 3$, где f_0 — несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на гармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

Примеры

1. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

2. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

3. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

Интермодуляционное радиоизлучение - побочное радиоизлучение, возникающее в результате воздействия на нелинейные элементы высокочастотного тракта радиопередающего устройства генерируемых колебаний и внешнего электромагнитного поля (от другого радиопередатчика).

При наличии нелинейности любой природы, например выходного активного прибора или элементов фидера, происходит взаимодействие внешнего колебания с частотой f_u и генерируемого. В результате появляются дополнительные составляющие на частотах гармоник – mf_0 и nf_n ($m, n = 1, 2, \dots$) и интермодуляционных частотах $f_{\text{инт}} = |\pm m_1 f_n \pm m_2 f_0 \pm \dots|$. ($m_1, m_2 = 1, 2, \dots$).

Примеры

1. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

2. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

3. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

Тема 6. Антенные устройства и среда распространения

Практическая работа: Характеристика антенных устройств влияющих на ЭМС.

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих нежелательных излучений антенных устройств.

Методические указания по выполнению работы:

Выбор мощностей в группе РЭС

Одним из важных факторов, влияющих на уровень помех, создаваемых окружающим РЭС, является уровень мощностей радиопередатчиков. Меры, предусматривающие управление мощностями передатчиков, можно условно разделить на две группы: ограничение мощности радиопередатчиков в группе средств и совместный выбор их значений.

Ограничение мощности радиопередатчиков имеет целью снизить уровень помех, создаваемых соседними РЭС. В каждом конкретном случае можно определить такое значение мощности передатчика, при котором будет обеспечен прием сигналов с требуемой интенсивностью для всех приемников, расположенных в его зоне действия. Увеличение мощности передатчика сверх данного уровня, в том числе возникающее из-за технологических разбросов мощностей передатчиков, нежелательно, поэтому мощность

их ограничивают как по минимуму, определяемому, исходя из требуемого качества передачи информации, так и по максимуму исходя из условия обеспечения минимума влияния НЭМП другим РЭС.

Пути распространения непреднамеренных помех

Несмотря на значительное разнообразие возможных путей распространения НЭМП для дальнейшего рассмотрения выделим два их вида:

- распространение НЭМП при излучении и приеме антеннами радиотехнических устройств;
- любые другие механизмы.

Независимо от видовой принадлежности механизмов распространения НЭМП наибольший практический интерес представляют следующие вопросы:

- выявление конкретного механизма распространения НЭМП и причин, приводящих к появлению в каждом конкретном случае механизма распространения помех;
- оценка затухания (ослабления) помех на пути распространения;
- определение преобладающих факторов, определяющих ослабление на пути распространения с целью последующего исключения конкретного механизма распространения или хотя бы увеличения ослабления помех до приемлемого уровня.

Коэффициента передачи по мощности

Для случая излучения и приема антеннами радиотехнических устройств наиболее распространенным и удобным является использование коэффициента передачи по мощности $L_{\text{ср}} = P_{\text{рп}} / P_{\text{ип}}$.

Примеры

Определить коэффициент передачи мощности $L_{\text{ср}}$ при $P_{\text{ип}} = 10^{-18}$ Вт и

$P_{\text{ип}} = 100$ Вт для линии космической связи.

Определить коэффициент передачи мощности $L_{\text{ср}}$ при $P_{\text{ип}} = 10^{-14}$ Вт и

$P_{\text{ип}} = 100$ Вт для линии радиорелейной связи.

Определить коэффициент передачи мощности $L_{\text{ср}}$ при $P_{\text{ип}} = 10^{-12}$ Вт и

$P_{\text{ип}} = 100$ Вт для линии сотовой связи.

Коэффициент связи антенн

Отношение мощностей принятой $P_{\text{пр}}$ и передаваемой $P_{\text{прд}}$ волн называется коэффициентом связи антенн: $L_{\text{свант}} = P_{\text{пр}} / P_{\text{прд}}$.

Примеры

Определить коэффициент связи антенн $L_{\text{св}}$ при $P_{\text{пр}} = 10^{-18}$ Вт и

$P_{\text{пер}} = 100$ Вт для линии космической связи.

Определить коэффициент связи антенн $L_{\text{св}}$ при $P_{\text{пр}} = 10^{-14}$ Вт и

$P_{\text{пер}} = 100$ Вт для линии радиорелейной связи.

Определить коэффициент связи антенн $L_{\text{св}}$ при $P_{\text{пр}} = 10^{-12}$ Вт и

$P_{\text{пер}} = 100$ Вт для линии сотовой связи.

Коэффициенту передачи в приемном фидере

Направляемые волны в приемном фидере ослабляются соответственно его коэффициенту передачи $L_{\text{ф}}$ ип. Величину суммарного ослабления помехи обычно представляют произведением этих величин $L_{\text{св}} = L_{\text{ф ип}} L_{\text{св ант}} L_{\text{ф рп}}$

Примеры 1. Определить коэффициент передачи направляемых волн в приемном фидере $L_{\text{св}}$ при $L_{\text{ф ип}} = 0,8$, $L_{\text{св ант}} = 0,0001$, $L_{\text{ф рп}} = 0,8$ для линии космической связи.

Определить коэффициент передачи направляемых волн в приемном фидере $L_{\text{св}}$ при $L_{\text{ф ип}} = 0,6$, $L_{\text{св ант}} = 0,0001$, $L_{\text{ф рп}} = 0,8$ для линии радиорелейной связи.

Определить коэффициент передачи направляемых волн в приемном фидере $L_{\text{св}}$ при $L_{\text{ф ип}} = 0,04$, $L_{\text{св ант}} = 0,0001$, $L_{\text{ф рп}} = 0,4$ для линии сотовой связи.

Коэффициент связи антенн в свободном пространстве

Коэффициент связи антенн в свободном пространстве. Если антенны располагаются в свободном пространстве, коэффициент связи можно представить в следующем виде:

$$L_{\text{св ант}} = (P_{\text{ип}} \cdot (4\pi R)^2 k) / [P_{\text{рп}} G_{\text{рп}} G_{\text{ип}} \lambda^2]$$

где $G_{\text{рп}}$, $G_{\text{ип}}$ - коэффициенты усиления по мощности антенн источника и приемника в направлении друг друга; $k_{\text{пол}}$ - коэффициент, учитывающий поляризационные свойства антенн: $k_{\text{пол}} = 1$ при совпадающей и $k_{\text{пол}} = 0$ при ортогональной поляризации, λ - длина волны, соответствующей частоте f .

Примеры 1. Определить коэффициент связи антенн в свободном пространстве $L_{\text{св ант}}$ при $P_{\text{рп}} = 10^{-18}$ Вт., $P_{\text{ип}} = 100$ Вт, $G_{\text{ип}} = 1000$, $G_{\text{рп}} = 1000$ для линии космической связи с $f = 5$ ГГц.

2. Определить коэффициент связи антенн в свободном пространстве $L_{\text{св ант}}$ при $P_{\text{рп}} = 10^{-18}$ Вт., $P_{\text{ип}} = 100$ Вт, $G_{\text{ип}} = 1000$, $G_{\text{рп}} = 1000$ для линии космической связи с $f = 86$ ГГц.

3. Определить коэффициент связи антенн в свободном пространстве $L_{\text{св ант}}$ при $P_{\text{рп}} = 10^{-15} \text{ Вт.}$, $P_{\text{ип}} = 100 \text{ Вт.}$, $G_{\text{ип}} = 100$, $G_{\text{рп}} = 100$ для линии радиорелейной связи с $f = 3 \text{ ГГц.}$

4. Определить коэффициент связи антенн в свободном пространстве $L_{\text{св ант}}$ при $P_{\text{рп}} = 10^{-8} \text{ Вт.}$, $P_{\text{ип}} = 100 \text{ Вт.}$, $G_{\text{ип}} = 1,5$, $G_{\text{рп}} = 1,5$ для линии сотовой связи с $f = 0,9 \text{ ГГц.}$

5. Определить коэффициент связи антенн в свободном пространстве $L_{\text{св ант}}$ при $P_{\text{рп}} = 10^{-8} \text{ Вт.}$, $P_{\text{ип}} = 100 \text{ Вт.}$, $G_{\text{ип}} = 1,5$, $G_{\text{рп}} = 1,5$ для линии сотовой связи с $f = 2,1 \text{ ГГц.}$

Рассматривая воздействие НЭМП на рецепторы, принято выделять две различающиеся группы рецепторов:

- прием НЭМП радиоприемниками при условии воздействия помех на антенный вход;
- все остальные варианты, прием излучаемых помех радиоприемниками при воздействии помимо антенного входа, воздействие на радиоприемники кондуктивных помех на все виды излучаемых и кондуктивных помех на устройства, не являющиеся радиоприемниками.

АНТЕННА ТИПА «ВОЛНОВОЙ КАНАЛ»

Описать схему директорной антенны (типа “волновой канал”) и принцип получения в ней однонаправленного излучения. Почему в антенну “волновой канал” вводят несколько директоров ($D_1 D_2 D_3$) и только один рефлектор (**P**)?

Рассмотреть антенну типа “волновой канал” как линейную решетку бегущей волны с замедленной фазовой скоростью и осевым излучением. С помощью ДН и векторных диаграмм показать, что рефлектор должен обладать реактивным сопротивлением индуктивного характера, а директор - емкостного.

Написать и обосновать формулы КНД и ширины ДН директорной антенны. Отметить ее достоинства, недостатки и области применения.

Антенна типа “волновой канал” состоит из активного вибратора, рефлектора и трех директоров и имеет общую длину $l_A = 6 \text{ м.}$ Длина волны $\lambda = 6 \text{ м.}$ Определить КНД антенны D .

Решение. КНД антенны типа «волновой канал» с оптимальной длиной l_A рассчитывается по формуле:

$$D \approx k_1 \frac{l_A}{\lambda} \approx \frac{7 \cdot 6}{6} = 7,$$

где $ki = 5-10$, коэффициент, зависящий от числа вибраторов.

Рассчитать ДН в Е- и Н-плоскостях линейной системы излучателей, состоящей из двух параллельных симметричных вибраторов длиной $2l = X/2$, расположенных на расстоянии $d = X/4$ друг от друга и питаемых токами одинаковой амплитуды, но со сдвигом по фазе $y = \pi/2$ (система антенна-рефлектор).

Решение. ДН линейной системы излучателей по теореме перемножения определяется произведением $f_1(\theta)$ функции направленности одного излучателя $f_n(\theta)$ на множитель решетки из n излучателей. Используя данные задачи, получим выражения для множителя решетки

СПИРАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ

1. В чем заключается принцип электродинамического подобия, положенный в основу работы частотно-независимых антенн?

Описать построение плоской арифметической спиральной антенны и как реализуется в ней принцип электродинамического подобия

Описать равноугольную (логарифмическую) спиральную антенну. Доказать, что в ней соблюдается принцип электродинамического подобия.

Как конструктивно выполняются арифметические и равноугольные спиральные антенны? В чем заключается принцип самоподобности, то как проявляется это в конструкциях данных антенн и чем объясняется большая ширина их ДН?

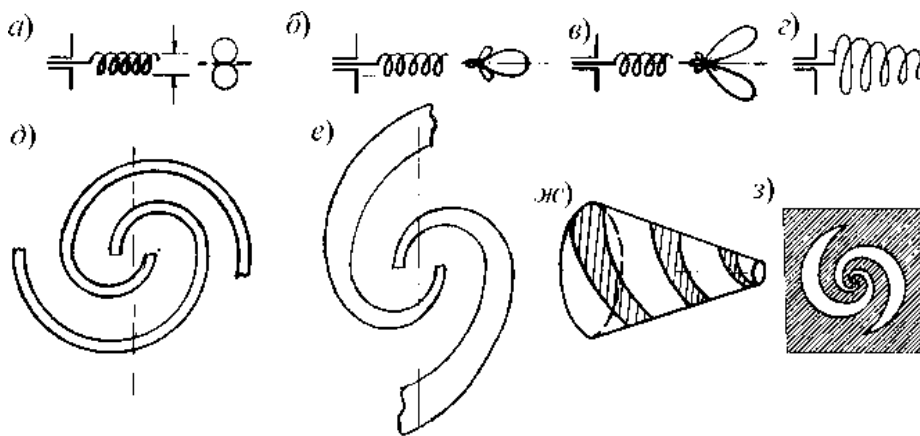
Описать схему плоской логопериодической вибраторной антенны (ЛПА). Что называется коэффициентом подобия ЛПА? Чем определяется активная область антенны и как объясняется ее односторонняя направленность и постоянство характеристик в широком диапазоне частот?

На рис. 4.8, а, б, в, г, д, е, ж, з показаны варианты спиральных антенн. Указать, на каком из рисунков показаны антенны типа:

цилиндрической спирали с диаметром $2a = X/\pi$; $2a < X$; $2a > X$;

плоской арифметической и плоской логарифмической спирали;

обычной конической и конической логарифмической спирали



Описать и сравнить диапазонные свойства цилиндрической и конической спиральных антенн оптимальных размеров. Указать области применения этих антенн

8. Рассчитать цилиндрическую спиральную антенну, работающую в режиме бегущих волн в диапазоне волн $X = 6$ см, $X_{\max} = 10$ см. В процессе расчета определить длину и число витков спирали, шаг намотки, коэффициент усиления и входное сопротивление антенны; построить ДН антенны и определить ее ширину.

Решение. **1.** Определяем среднюю длину волны рабочего диапазона

$$\lambda_{\text{ср}} = 0,5(\lambda_{\text{min}} + \lambda_{\text{max}}) = 0,5(6 + 10) = 8 \text{ см.}$$

Длину витка спирали принимаем равной средней длине волны $\ell_A = X = 8$ см, так как антенна должна иметь максимум излучения вдоль оси спирали.

Выбираем угол подъема спирали равным 15° , имея в виду, что наиболее выгодные значения этого угла $\beta = 12^\circ - 20^\circ$ (большие углы соответствуют большей длине антенны по сравнению с длиной волны).

$$\text{Определяем шаг намотки } s = \ell_A \sin \beta = 8 \sin 15^\circ = 8 \cdot 0,259 = 2,07 \text{ см.}$$

При вычислении длины спирали, измеренной по ее оси, исходим из того, что наиболее выгодное значение коэффициента замедления волны по этой оси на минимальной длине волны должно быть равным $\xi = C/V_{\text{ф}} = 1,2$.

Отсюда

$$\xi = 1 + \frac{\lambda_{\text{min}}}{2\ell_A} = 1,2,$$

что соответствует

$$l_A = \frac{\lambda_{\min}}{2 \cdot 0,2} = \frac{6}{0,4} = 15 \text{ см.}$$

Число витков спирали

$$n = \frac{l_A}{s} = \frac{15}{2,07} = 7,25.$$

Округляем n до 7 и уточняем осевую длину спирали

$$\ell_A = ns = 7 \cdot 2,07 = 14,5 \text{ см.}$$

$$G_H \approx D_H = 15 \left(\frac{l_c}{\lambda_{\min}} \right)^2 \frac{l_A}{\lambda_{\min}} = 15 \left(\frac{8}{6} \right)^2 \frac{14,5}{6} = 64,3 = 18,1 \text{ дБ.}$$

Вычисляем коэффициент усиления антенны по низшей, средней и высшей длине волны

$$G_{cp} \approx D_{cp} = 15 \left(\frac{l_c}{\lambda_{cp}} \right)^2 \frac{l_A}{\lambda_{cp}} = 15 \left(\frac{8}{8} \right)^2 \frac{14,5}{8} = 27,1 = 14,3 \text{ дБ.}$$

$$G_B \approx D_B = 15 \left(\frac{l_c}{\lambda_{\max}} \right)^2 \frac{l_A}{\lambda_{\max}} = 15 \left(\frac{8}{10} \right)^2 \frac{14,5}{10} = 17,4 = 11,4 \text{ дБ.}$$

$$2\varphi'_H = \frac{52^\circ}{\frac{l_c}{\lambda_{\min}} \sqrt{\frac{l_A}{\lambda_{\min}}}} = \frac{52^\circ}{\frac{8}{6} \sqrt{\frac{14,5}{6}}} = 25,1^\circ;$$

Ширина ДН

$$2\varphi'_{cp} = \frac{52^\circ}{\frac{l_c}{\lambda_{cp}} \sqrt{\frac{l_A}{\lambda_{cp}}}} = \frac{52^\circ}{\frac{8}{8} \sqrt{\frac{14,5}{8}}} = 38,8^\circ;$$

$$2\phi'_B = \frac{52^\circ}{\frac{l_c}{\lambda_{\max}} \sqrt{\frac{l_\lambda}{\lambda_{\max}}}} = \frac{52^\circ}{\frac{8}{10} \sqrt{\frac{14,5}{10}}} = 54,2^\circ.$$

$$f(\varphi) = \frac{\sin \frac{\pi l_\lambda}{\lambda_{cp}} (\xi_{cp} - \cos \varphi)}{\frac{\pi l_\lambda}{\lambda_{cp}} (\xi_{cp} - \cos \varphi)}.$$

ДН строится по уравнению

соответствует средней длине волны λ_{cp} .

Сопротивление входа антенны

$$R_{вх.п} \approx 140 \frac{l_c}{\lambda_{\min}} = 140 \cdot \frac{8}{6} = 186 \text{ Ом};$$

$$R_{вх.ср} \approx 140 \frac{l_c}{\lambda_{cp}} = 140 \cdot \frac{8}{8} = 140 \text{ Ом};$$

$$R_{вх.в} \approx 140 \frac{l_c}{\lambda_{\max}} = 140 \cdot \frac{8}{10} = 112 \text{ Ом}.$$

Рупорные антенны

Дать определение и классификацию апертурных антенн СВЧ, отметив их общие особенности.

Описать элемент Гюйгенса. Дать вывод уравнения нормированной ДН элемента Гюйгенса.

В соответствии с расположением электрического $(+Q, -Q)$ и магнитного $(+m, -m)$ диполей Герца, которые образуют элемент Гюйгенса (рис. 5.1, а), показаны их ДН в плоскостях ZX (рис. 5.1, б) и YZ (рис. 5.1, в). Указать ДН в Е- и Н-плоскостях электрического диполя, магнитного диполя и элемента Гюйгенса.

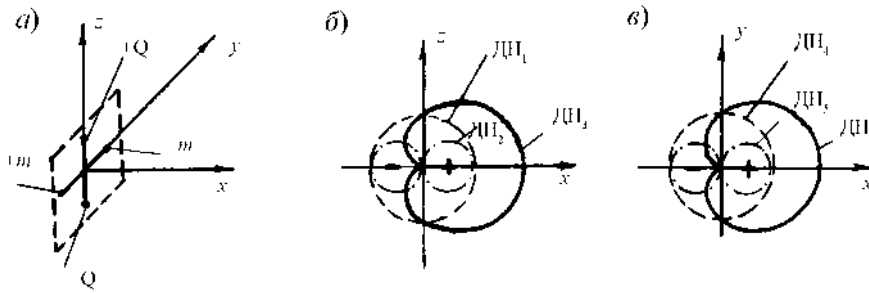


Рис. 5.1

4. Описать получение функций направленности прямоугольной площадки с равномерным и синфазным распределением полей.

5. Каковы свойства функции направленности синфазного прямоугольного раскрытия с постоянным распределением амплитуды поля?

6. Определить ширину в E - и H -плоскостях ДН синфазного и равномерного прямоугольного раскрытия сечением $a \times b = 23 \times 10$ мм при длине волны $\lambda = 3,2$ см.

Ответ. Ширина диаграммы $2\theta_{0,5} = 71^\circ$ в плоскости с размером a и $2\theta_{0,5} = 163,2^\circ$ в плоскости с размером b .

7. Описать направленные свойства прямоугольного волноводного излучателя. Как влияет на коэффициент использования площади излучателя неравномерность поля на его раскрытии?

8. Поля в раскрытии прямоугольного волноводного излучателя с волной H_{10} синфазные, а амплитуда их E_m распределяется равномерно по стороне b и по закону косинуса по стороне a рисунка. Определить исходя из этого ширину ДН (град), уровни первого бокового лепестка УБЛ (дБ) и коэффициенты использования поверхности (КИП) раскрытия.

9. Обосновать целесообразность перехода от волноводного излучателя к рупору.

10. Начертить эскизы основных видов рупорных антенн. Описать различия структуры полей в рупоре и волноводе.

11. Вывести формулы отклонения фазового фронта в раскрытии рупора от плоского. Обосновать существование рупоров оптимальных размеров и написать формулы для расчета коэффициентов усиления таких антенн.

12. Перечислить и обосновать достоинства и недостатки рупорных антенн. Каковы области применения этих антенн?

$$G_0 = 7,9 \frac{a'b'}{\lambda^2}; 2\theta_{E0,5P} = 51 \frac{\lambda}{b'}; 2\theta_{H0,5P} = 80 \frac{\lambda}{a'}.$$

13.0 определить коэффициент усиления G и ширину ДН в E и H плоскостях $2\theta_{EO, 5P}$, $2\theta_{HO, 5P}$ H -плоскостного секториального рупора оптимальных размеров, который при раскрыве $a' = 60$ см, $b' = 6,4$ см (рис. а) принимает волны длиной

$\lambda = 20$ см.

Ответ. $G_0 = 7,6$; $2\theta_{EO, 5P} = 160^\circ$; $2\theta_{HO, 5P} = 26,7^\circ$.

ЗЕРКАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ

1. Сформулировать основные определения, связанные с рефлекторными (зеркальными) антеннами.

2. Описать принцип действия параболической антенны исходя из законов геометрической (лучевой) оптики.

3. Описать направленные свойства параболоида вращения. Как зависит направленность излучения параболической антенны от относительных размеров параболоида и амплитудно-фазового распределения поля на его раскрыве?

4. Описать структуру электрического поля в раскрыве длиннофокусного и короткофокусного параболоидов вращения. Какая из составляющих этого поля является основной (полезной) и какая - перекрестной (вредной)? Какие значения угла раскрыва параболоида являются оптимальными и какой при этом получается коэффициент использования поверхности раскрыва антенны?

5. Написать и обосновать формулы КУ, УБЛ и ширины ДН в E - и H -плоскостях параболоида вращения при оптимальных углах его раскрыва.

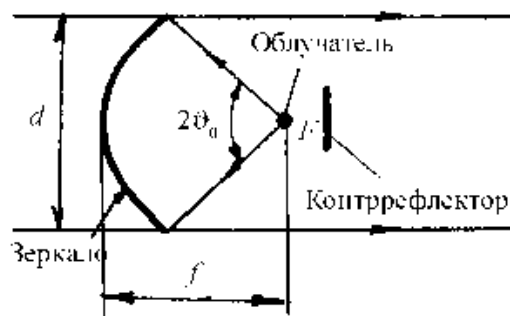
6. Описать направленные свойства параболического цилиндра. Чем определяется веерообразная форма его ДН? Укажите достоинства и недостатки антенн с рефлектором в виде параболического цилиндра.

7. Определить коэффициент направленного действия D_0 антенны с рефлектором в виде параболоида вращения диаметром $d = 60$ см при длине волны $\lambda = 2$ см и коэффициенте использования поверхности антенны $\eta = 0,55$.

Ответ. $D_0 = 4950$.

8. Какой угол, из трех значений половины угла раскрыва параболической антенны $\Phi = 65, 90, 130^\circ$, является наиболее приемлемым, если в качестве облучателя используется диполь?

Ответ. $\Phi = 65^\circ$.



9. Параболоид вращения с углом раскрытия $2\theta_0$ облучается с ослаблением поля на краях зеркала L (дБ). Это соответствует определенным значениям КИП, КПД и КНД. Почему с уменьшением угла $2\theta_0$ увеличивается КИП и уменьшается КПД антенны? Почему при $L = 10$ дБ получается максимум КНД?

10. Антенна с зеркалом в виде параболического цилиндра и линейного облучателя имеет раскрыв $d^2 = 4$ м, $d_2 = 0,4$ м и излучает волны длиной $\lambda = 8$ см. Определить ширину ДН $2\theta_{0,5P}$, $2\theta_{0,5P}$

Ответ. $2\theta_{0,5P} \approx 1,2^\circ$; $2\theta_{0,5P} \approx 12^\circ$.

Из полученного результата видно, что форма ДН плоская (веерная).

11. Описать, как влияет на ДН параболической антенны смещение облучателя по фокальной линии зеркала и поперек этой линии. В каких пределах допустимо смещение облучателя из фокуса зеркала?

12. Параболоид вращения диаметром $d = 1,3$ м облучается полу-волновым вибратором с плоским контррефлектором. Предусмотрено оптимальное отношение d к фокусному расстоянию f . Определить смещение Δx облучателя из фокуса зеркала, требуемое для отклонения луча антенны на угол $\varphi = 12^\circ$ от фокальной линии.

Тема 7. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС.

Практическая работа: Характеристика сред. Ослабление.

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих явлений на пути распространения ЭМВ.

Методические указания по выполнению работы:

Распространение длинных и средних волн

Радиоволны длиной от 1000 до 10000 м называют длинными (частота 300-30 кГц), а радиоволны длиной свыше 10000 м - сверхдлинными (частота менее 30 кГц).

В этих диапазонах радиоволн для всех видов земной поверхности токи проводимости существенно преобладают над токами смещения, благодаря чему при распространении поверхностной волны происходит лишь незначительное поглощение энергии. Длинные волны хорошо дифрагируют вокруг сферической поверхности Земли.

Оба эти фактора обуславливают возможность распространения длинных и сверхдлинных волн земной волной на расстояние порядка 3000 км. При этом для расстояния 500-600 км напряженность электрического поля можно определять формулой Шулейкина-Ван-дер-Поля

$$\left(E_m = \frac{\sqrt{120PD}}{r} |W| \right),$$

а для больших расстояний расчет ведут по законам дифракции. Начиная с расстояния 300-400 км, помимо земной волны, присутствует волна, отраженная от ионосферы. С увеличением расстояния напряженность электрического поля отраженной от ионосферы волны увеличивается, и на расстояниях 700-1000 км напряженности полей земной и ионосферной волн становятся примерно равными. Суперпозиция этих двух волн дает интерференционную картину поля ([рис. 1.1](#)). На расстоянии свыше 2000-3000 км земная и ионосферная волны не проявляются по отдельности. Распространение происходит подобно распространению в волноводе, стенками которого служат поверхность Земли и нижняя граница ионосферы.

При этом высота отражения зависит от закона изменения с высотой как N_z , так и ν . Расчеты и эксперименты показывают, что днем отражение этих волн может происходить на нижней границе слоя E, а ночью - на нижней границе слоя D. Электропроводность в этой области ионосферы для длинных волн довольно значительная (но в тысячи раз меньше, чем электропроводность сухой земной поверхности), и токи проводимости оказываются по величине того же порядка, что и токи смещения. Следовательно, нижняя область ионосферы для длинных волн обладает свойствами полупроводника.

На длинных, особенно сверхдлинных волнах, электронная плотность слоев D и E меняется резко на протяжении длины волны. Поэтому и отражение здесь происходит, как

на границе раздела воздух-полупроводник, без проникновения радиоволны в толщу ионизированного газа. Этим обусловлено слабое поглощение длинных и сверхдлинных волн в ионосфере.

Расстояние от поверхности Земли до нижней границы ионосферы составляет 60-100 км. Это расстояние имеет тот же порядок, что и длина волн (длинных и сверхдлинных), так что волны распространяются между двумя близко расположенными полупроводящими концентрическими сферами, одной из которых является Земля, а другой-ионосфера. Условия распространения при этом примерно такие же, как и в диэлектрическом волноводе ([рис. 1.2](#)).

Как и во всяком волноводе, можно отметить оптимальные волны-волны, распространяющиеся с наименьшим затуханием, и критические волны-волны с предельной длиной волны, которые еще могут распространяться. Для волновода, образованного Землей и ионосферой, оптимальными являются волны длиной 25-35 км, а критической - волна длиной около 100 км.

В сферическом ионосферном волноводе фазовая скорость радиоволн превышает скорость света в свободном пространстве. На частотах выше 10 кГц отличие фазовой скорости от скорости света невелико, примерно $(v_{\phi} / \tilde{n} - 1) = (1 \div 5) \cdot 10^{-3}$. Однако фазовая скорость меняется с расстоянием, она зависит от электронной плотности и числа столкновений электронов с молекулами в той области ионосферы, где происходит отражение радиоволн. Это приводит к нестабильности фазы волны главным образом в утренние и вечерние часы, когда меняется высота отражения длинных волн, что необходимо учитывать при работе длинноволновых радионавигационных систем.

Методы расчета напряженности поля длинных волн на больших расстояниях от передатчика основаны на рассмотрении картины поля ионосферного волновода. Действительно, вся электромагнитная энергия, излученная антенной, оказывается заключенной между двумя сферами и распространяется между ними по всем направлениям, поскольку в диапазоне длинных волн, как правило, применяются ненаправленные антенны ([см. рис. 1.2](#)). С удалением от антенны кольцевое сечение сферического волновода увеличивается, пока внутренний радиус кольца, в котором распространяется волна, не достигнет величины радиуса земного шара. При дальнейшем увеличении расстояния площадь кольца вновь уменьшается и энергия волны концентрируется. Характер изменения напряженности электрического поля длинных волн

с расстоянием при большом удалении от передатчика изображен на [рис. 1.3](#) сплошной линией

2. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОТКИХ ВОЛН

К коротким волнам относятся радиоволны длиной от 100 до 10 м (частоты 3-30 МГц). Преимуществом работы на коротких волнах по сравнению с работой на более длинных волнах является то, что в этом диапазоне можно создать направленные антенны. Короткие волны могут распространяться как земные и как ионосферные.

С повышением частоты сильно возрастает поглощение волн в полупроводящей поверхности Земли. Поэтому при обычных мощностях передатчика земные волны коротковолнового диапазона распространяются на расстояния, не превышающие нескольких десятков километров. Расчет напряженности электрического поля для поверхностной волны можно проводить в зависимости от высоты расположения антенн над поверхностью Земли по формуле Шулейкина-Ван-дер-Поля ([1.0](#)).

Ионосферной волной короткие волны могут распространяться на многие тысячи километров, причем для этого не требуется передатчиков большой мощности. Поэтому в настоящее время короткие волны используются главным образом для связи и вещания на большие расстояния.

Короткие волны распространяются на дальние расстояния путем отражения от ионосферы и поверхности Земли. Такой способ распространения называют скачковым ([рис 2.1](#)) и характеризуют расстоянием скачка r_{c1} , r_{c2} , числом скачков n , углами выхода и прихода θ_{01} и θ_{02} , максимальной применимой частотой (МПЧ) и наименьшей применимой частотой (НПЧ).

Расстояние скачка зависит от высоты отражающего слоя, рабочей частоты и диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости; оно меняется в зависимости от времени года, сезона и уровня солнечной активности. В среднем максимальное расстояние скачка принимают равным: при отражении от слоя F_2 4000 км

Отражении от слоя F_1 3000 км, при отражении от слоя E 2000 км. Максимальное расстояние скачка имеет место при направлении излучения волны по касательной к горизонту, однако у реальных антенн максимум излучения направлен под некоторым углом к горизонту, что приводит к уменьшению максимального расстояния скачка.

Если ионосфера однородна в горизонтальном направлении, то $\theta_{01} = \theta_{02}$ и траектория волны симметрична. Обычно излучение происходит в некотором спектре углов, так как ширина диаграммы направленности коротковолновых антенн в вертикальной плоскости составляет 10—15° (см. [рис. 2.1](#)). Минимальное расстояние скачка, для которого выполняется условие отражения

$$(\sin \theta_0 = \sqrt{1 - 81 \frac{N_y (\dot{y} \ddot{y} / \ddot{n}^3)}{f^2 (\dot{e} \ddot{A} \ddot{o})}}) \quad (2.1)$$

при $\theta_{01} = \theta_{02}$, называют расстоянием зоны молчания (r_{c1}). Углы выхода больше $\theta_{0кр}$ дают ряд траекторий, причем оптимальные условия радиосвязи выполняются, если угол прихода волны на заданное расстояние соответствует углу максимального излучения антенны (луч 2 на [рис. 2.1](#)).

Чтобы волна могла быть принята на определенном расстоянии от передатчика, во-первых, должно выполняться условие отражения волны от ионосферы ([2.01](#)) и, во-вторых, напряженность электрического поля полезного сигнала в данном месте должна превышать уровень помех. Эти два условия ограничивают диапазон применимых рабочих частот.

Для отражения волны необходимо, чтобы рабочая частота была не выше значения, определяемого формулой ([2.01](#)). Из этого условия выбирают максимальную применимую частоту (МПЧ), являющуюся верхней границей рабочего диапазона для данного расстояния.

Второе условие ограничивает рабочий диапазон снизу: чем ниже рабочая частота (в пределах коротковолнового диапазона), тем сильнее поглощение волны в ионосфере. Наименьшую применимую частоту (НПЧ) определяют из условия, что при данной мощности передатчика напряженность электрического поля сигнала должна превышать уровень шумов, а следовательно, поглощение сигнала в слоях ионосферы должно быть не больше допустимого.

3. Распространение УКВ

Ультракороткими называются радиоволны короче 10 м (частота выше 30 МГц). Со стороны более низких частот диапазон УКВ примыкает к коротким волнам, а со стороны высоких частот граничит с длинными инфракрасными лучами. Граница УКВ определена тем, что на этих волнах, как правило, не может быть удовлетворено условие отражения радиоволн от ионосферы (1.01). Диапазон УКВ можно разбить на четыре поддиапазона: метровый - от 10 до 1 м (30 - 300 МГц), дециметровый - от 1 до 10 см (300 - 3000 МГц),

сантиметровый - от 10 до 1 см (3000 - 30 000 МГц) и миллиметровый - короче 1 см (выше 30000 МГц). Каждый из поддиапазонов находит применение в технике. Так, диапазон метровых волн используется в телевидении и частотно-модулированном вещании, а в последнее время - для осуществления радиосвязи на дальние расстояния. Диапазоны дециметровых и сантиметровых волн используются в телевидении, радиолокации и многоканальной связи.

Каждый из поддиапазонов имеет свои особенности распространения, но основные положения свойственны всему диапазону УКВ. На УКВ, как правило, применяют направленные антенны, поднятые над поверхностью Земли на значительную высоту в масштабе длины волны. Поверхность Земли нельзя считать ровной, имеет место рассеяние радиоволн при отражении. Сантиметровые волны испытывают поглощение в тропосфере.

Встречающиеся в практике случаи распространения УКВ удобно классифицировать следующим образом.

1. Распространение УКВ на расстояния, значительно меньше расстояния прямой видимости: $r < 0,2r_0$ (до 5—6 км), когда можно пренебречь сферичностью Земли и считать ее плоской.

2. Распространение УКВ на расстояния, не превышающие расстояния прямой видимости: $0,2r_0 < r < 0,8r_0$ (до 50 - 60 км) или ненамного превышающие это расстояние (до 80 - 100 км). На этих расстояниях существенное ослабляющее действие оказывает сферичность Земли. Тропосферная рефракция большей частью улучшает условия приема, но в то же время приводит к возникновению замираний.

3. Распространение УКВ на те же расстояния, но в гористой местности или в большом городе, когда на пути волны имеются значительные препятствия.

4. Распространение УКВ (сантиметровых и дециметровых) на большие расстояния— до 200 - 1000 км путем рассеяния на неоднородностях тропосферы.

5. Распространение УКВ (метровых) на расстояния свыше 1000 км путем отражения от ионосферы и рассеяния на ее неоднородностях.

Примеры

Радиолиния и ее элементы. Типы радиолиний и их краткая характеристика.

Классификация радиоволн по диапазону и способу распространения, их использование в РФ.

РРВ в свободном пространстве. Причины ослабления радиоволн и меры по их нейтрализации.

Определить дальность связи земными волнами для

$$h_1 = 30 \text{ метров}; h_2 = 7 \text{ метров}$$

Обосновать дальность видимого горизонта радиосвязи земными волнами для

$$h_1 = 70 \text{ метров}; h_2 = 5 \text{ метров}$$

6. Обосновать предельную дальность видимого горизонта радиосвязи земными волнами с учетом рефракции для $h_1 = 70 \text{ метров}; h_2 = 5 \text{ метров}$

7. Определить угловую ширину главного максимума излучения в Н- и Е-плоскостях, для прямоугольного отверстия в экране размерами $a=10$ см и $b=24$ см, для волны длиной $\lambda = 2$ см.

Пример Расчета КВ радиолинии

1. Краткая оценка радиолинии и трассы РРВ

2. КВ относятся радиоволны длиной от 100 до 10 метров (частоты от 3 до 30 МГц).

3. Короткие волны подобно СВ и ДВ могут распространяться в качестве земных и ионосферных волн. В следствии значительного поглощения КВ в полупроводящей поверхности земли земные волны КВ диапазона распространяется на расстояние не более нескольких десятков километров. При распространении в качестве ионосферных волн, т.е. путем однократного или более отражений от ионосферы, КВ могут быть использованы для связи на очень большие расстояния поскольку при отражении от ионосферы эти волны испытывают небольшое поглощение, уменьшающиеся в отличие от поглощения в земле с расстоянием частоты. Таким образом на КВ может быть установлена связь практически на любое расстояние.

4. При нормальных условиях распространения ионосферных волн каждая из областей ионосферы выполняет определенную функцию: области D и E являются поглощающими, а слой F_2 – отражающим. Это обстоятельство основанное на экспериментальном факте, согласно которому электронная концентрация в слое F_2 в дневные часы примерно в 10 раз больше электронной концентрации слоя E.

5. Выбор диапазона частот при работе в КВ должен производиться с учетом ограничений сверху и снизу и наиболее приближаться к оптимальным значениям рабочих частот (ОРЧ).

6. На данной линии радиосвязи в заданное время года и суток могут применяться радиоволны, частота которых не превышает некоторого максимального значения (МПЧ),

которая и ограничивает диапазон сверху. Снизу диапазон ограничен НПЧ, т.к. чем ниже частота, тем больше поглощение. НПЧ – это такая наименьшая частота, на которой в данной трассе и в данный момент времени обеспечивается надежность связи не ниже заданной. Следовательно, должно выполняться условие: $\text{НПЧ} < f_{\text{раб}} < \text{МПЧ}$. Кроме того КВ диапазон обладает рядом неблагоприятных особенностей, из-за которых снижается эффективность использования этого диапазона. К этим особенностям относятся :

- многолучевое распространение, сопровождающееся глубокими замираниями
- ограниченность неискаженной полосы передачи и скорости телеграфирования
- подверженность влиянию ионосферных возмущений

7.Слой F_2 также не отличается постоянством структуры . Поэтому при отражении от слоя F_2 уровень сигналов подвергается значительным колебаниям. Все это необходимо учитывать при проектировании линий дальней КВ связи, чтобы обеспечить надежность связи с заданной степенью достоверности и надежности.

8.Предложение для расчета радиотрассы предназначена для связи с пунктами, - находящимся в районе с координатами: Ш= 10^0 N, Д= 110^0 s. Тогда нахождение второго пункта Ш= 15^0 N , Д= 115^0 s .

2.Обоснование и выбор рабочих частот.

С помощью карты больших кругов и изготовленной кальки определяем длину трассы (3500 км), проводим профиль трассы и наносим точку отражения.

Накладывая кальку на комплект ионосферных карт F_2 -0-МПЧ и F_2 -4000 –МПЧ снимаем значения МПЧ (на каждые 2 часа), соответствующие нанесенной на кальку точке отражения.

Получение данные сводятся в таблицу 1

Время суток	0-МПЧ	4000-МПЧ	МПЧ трассы	ОРЧ
0	3,9	12,3	11,8	10
2	6,3	22	21	17,8
4	3,5	30	29	24,6
6	10,4	34	31,8	29
8	11,5	40	34	30,8
10	10,9	38	32,8	29,8
12	9	34	30	27,3
14	7	25	24	20,4
16	5,7	18	17,2	14,6
18	4,9	15	14,3	12,2
20	4,7	15	14,2	12
22	4,3	13,2	12,5	10,6

3. Энергетический Расчет радиолинии

Определение энергетических характеристик производим по основному уравнению радиопередачи для КВ : $E_c = T * E_n$ или в децибелах: $E_c = T + E_n$.

Где:

E_c (дБ)- напряженность поля сигнала при эффективной мощности $P_{эф} = 1$ кВт

E_n (дБ)- напряженность поля помех при полосе пропускания приемника

$T_{[дБ]} = K_{[дБ]} + 10lg \frac{\Delta f}{0,25 P_1 G_1 D_2}$ -технический фактор, определяемый коэффициентом защиты K, фактической полосой пропускания приемника, мощностью радиопередатчика P_1 , коэффициентом усиления передающей и коэффициентом направленного действия приемной антенны (G_1 и D_2)

После преобразования уравнения (1) примет вид:

$$10lg(0,25 P_1 G_1 D_2) = K_1 + K_2 + 10lg \Delta f + E_n - E_c$$

Задаемся мощностью $P_1 = 3$ кВт и определим G_1 передающей антенны :

$$10lg(0,25 \times 3 \times 3 \times G_1) = G + 22 + 4,77 - 13$$

Решаем уравнение и данные заносим в таблицу:

Время	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0	2
«У» в т.приема	3	0	0	2	2	8	8	0	0	2	2	3
E_n	12	10	10	8	8	12	11	23	23	20	20	13
$F_{кр}$						,35	,9			,75	,3	
E_c	9	11	11	10	9	1	8	8	8	1	4	10
$(E_n - E_c)$	21	21	21	18	17	13	19	31	31	19	24	23

Выбираем антенну типа СГД $\frac{1}{2}$ РА

ВЫВОДЫ:

1. Расчет радиолинии КВ связи показывает, что выбранная мощность $P = 3$ кВт и передающая антенна СГД $\frac{1}{2}$ РА обеспечивает заданную надежность 94%
2. Волновое расписание обеспечивает минимальное количество перестроек частоты
3. Определить затухание ЭМВ на КВ трассе.

Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС.

Практическая работа: Характеристика радиоприемного устройства.

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих явлений в радиоприемного устройства.

Методические указания по выполнению работы:

1. Основной и побочный каналы приема

Колебания на входе приемника (с амплитудой $U_{с\text{ вх}}$), соответствующие полосе пропускания (основного канала), приводят к появлению электрических колебаний на его выходе, характеризуемых значением выходного напряжения $U_{с\text{ вых}}$. Минимальный уровень входного сигнала, при котором $U_{с\text{ вых}}$ превышает значение, соответствующее его отсутствию, определяет чувствительность приемника $U_{с\text{ min}}$. Как правило, $U_{с\text{ min}}$ соответствует превышению выходного сигнала над уровнем собственных шумов в 2 раза. Построенная таким образом зависимость $U_{с\text{ вх}}(f)$ соответствующая условию фиксированного уровня сигнала на выходе, представляет характеристику частотной избирательности приемника, определенную односигнальным методом. Эта характеристика описывает ослабление приема сигнала при частотной расстройке. Характеристика частотной избирательности, определенная односигнальным методом (характеристика односигнальной частотной избирательности), зависит только от частотно-избирательных свойств линейных цепей радиоприемника. Таким образом, кривая, соответствующая односигнальной частотной избирательности, полностью определяет свойства приемника в отношении механизма прямого происхождения помех. При воздействии помех по побочным каналам приема реакция приемника оказывается сходной со случаем воздействия сигнала. Помеха в виде электрических колебаний с амплитудой $U_{п\text{ вх}}$ и частотой $f_{п}$, действующая на входе, проявляется на выходе в виде электрических колебаний с напряжением $U_{п\text{ вых}}$. Уровень входной помехи на частоте

побочного канала приема $U_{\text{пэх}}$, вызывающий стандартный отклик на выходе (например, превышающий в 2 раза отклик в отсутствие входного воздействия), называется восприимчивостью приемника по побочному каналу приема. Частотная зависимость $U_{\text{пэх}}(f)$, соответствующая стандартной выходной реакции приемника, называется характеристикой частотной избирательности приемника по побочным каналам приема, определенной односигнальным методом - односигнальной частотной избирательностью по побочным каналам приема (рис. 1).

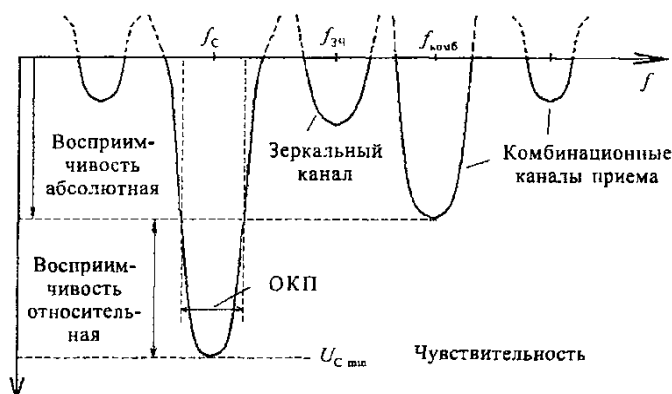


Рис. 1. Характеристика односигнальной частотной избирательности приемника

Значения характеристики частотной избирательности на частотах, соответствующих центральным частотам побочных каналов приема, называются абсолютной восприимчивостью приемника по соответствующему каналу приема. Эти значения на практике обычно выражаются в логарифмическом масштабе, дБмВ, дБмВт или дБВт. Эти же величины, выраженные по отношению к значению чувствительности приемника, являются значениями относительной восприимчивости, выражаемой обычно также в логарифмическом масштабе (дБ) (рис.1).

Каналы приема

Радиоприемное устройство, состоящее из радиоприемника, антенны, фидера и вспомогательных устройств, предназначено для селективного приема сигналов, соответствующих намеренной радиопередаче. Для этого радиоприемное устройство обладает избирательными свойствами по направлению прихода волны, частоте и времени. Пространственная избирательность обеспечивается поляризационными и направленными свойствами антенн, частотная и отчасти временная избирательность - свойствами радиоприемника. Воздействие помех, проявляющееся как прием нежелательных радиоизлучений, может осуществляться как через антенну, так и помимо нее - через корпус, межблочные соединения, цепи электропитания и т.д. Идеальный с точки зрения

ЭМС радиоприемник должен принимать полезные сигналы только в пределах необходимой полосы частот для данного сообщения, причем только через антенный вход. Для описания воздействия помех через антенный вход пользуются понятием «канал приема». Основным каналом приема (ОКП) называется полоса частот, находящаяся в полосе пропускания приемника, предназначенная для приема полезных сигналов и соответствующая необходимой полосе частот для передаваемого сообщения. Любой реальный приемник обладает в некоторой степени восприимчивостью вне основного канала приема как на частотах, непосредственно примыкающих к необходимой полосе частот, так и в более широкой полосе. Полосы частот, соответствующие нежелательному приему, называют неосновными (или нежелательными) каналами приема.

Рассмотрим процессы, приводящие к приему помех за пределами необходимой полосы частот. В большинстве случаев на практике используются приемники супергетеродинного типа (рис.).

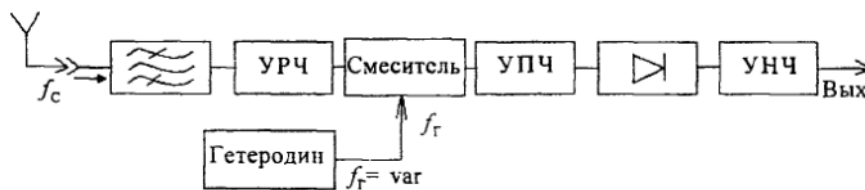


Рис. Супергетеродинный приемник

Принцип действия супергетеродинного приемника хорошо известен: колебания с частотой сигнала f_c (в основном канале приема) после усиления в усилителе радиочастот (УРЧ) поступают вместе с колебаниями гетеродина с частотой f_r на смеситель. Преобразованное по частоте колебание с частотой $(f_c - f_r) = f_{\text{пр}}$ усиливается в усилителе промежуточной частоты. Далее оно детектируется и усиливается. Электрические колебания с частотой помехи $f_{\text{п}} \leq f_c$, не соответствующие полосе частот основного канала частично ослабляются преселектором, в меньшей степени усиливаются (или даже ослабляются) УРЧ из-за его частотно-избирательных свойств и поступают в смеситель приемника. После преобразования частоты колебание, соответствующее помехе с частотой $f_{\text{преобр}} = |f_{\text{п}} - f_c|$ в значительной мере отфильтровывается частотно-избирательными цепями УПЧ. В результате прием колебаний с частотой $f_{\text{п}}$ практически отсутствует. При этом частотная фильтрация помехи осуществляется цепями, предшествующими УРЧ, УРЧ и УПЧ. «Качество» фильтрации этими элементами различно: в наибольшей мере оно обеспечивается в УПЧ, в значительно меньшей степени

цепями, предшествующими смесителю (рис.). Таким образом, если уровни сигналов и помех таковы, что все усилительные каскады приемника работают в линейном режиме, а активный элемент смесителя обеспечивает преобразование колебаний с частотами сигнала (помехи) и гетеродина вида $f_{\text{преобр}} = |f_{\text{П}} - f_{\text{С}}|$ и $|f_{\text{П}} + f_{\text{С}}|$ свойства частотной селекции приемника, определяются только его линейными частотно-избирательными цепями. В силу принципиальных свойств линейных электрических цепей частотная характеристика приемника в линейном режиме работы не может быть идеально прямоугольной формы. Отличие частотной характеристики приемника от идеальной приводит к нежелательному приему колебаний, не соответствующих полосе частот основного канала приема. Это свойство приемника называется **прямое прохождение помех**.

Прямое прохождение помех

Из-за неидеальной частотной избирательности линейных каскадов приемника (преселектора, фильтров в каскадах УРЧ и, главным образом, каскадов УПЧ) характеристика частотной избирательности приемника (рис.) всегда отличается от прямоугольной: $(f_r - f_c) = f_{\text{ПР}}$

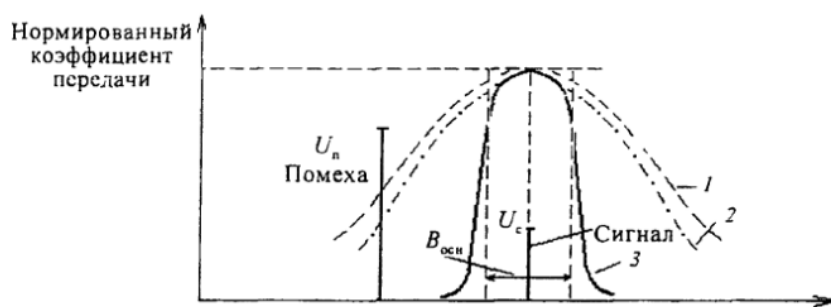


Рис. Частотные характеристики радиоприемника.

1 - преселектор, 2 - УРЧ, 3 - УПЧ и практически совпадающая с ней кривая результирующей частотной избирательности приемника в линейном режиме работы

Показателем качества частотной характеристики является коэффициент прямоугольности — отношение полосы пропускания приемника, измеренной на уровне X дБ (например, на уровне 60 дБ), к полосе пропускания приемника, измеренной на уровне 3дБ: $k_{\text{П}} = B_x / B_3$.

Значительное число радиоприемников имеет высокое значение $k_{\text{П}}$: для 90% приемников

$k_{\text{П}} \geq 2,5$; для 50% $k_{\text{П}} \geq 4$; для 20% $k_{\text{П}} \geq 8$. Из-за существенного отличия характеристики частотной избирательности от прямоугольной становится возможным прием помех с частотами, примыкающими к основному каналу приема. Указанный

механизм приема обусловлен только недостаточно высокой избирательностью линейных каскадов приемника.

Побочные каналы приема

Побочным каналом приема (ПКП) радиоприемника называется полоса частот, находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход радиоприемника. К числу ПКП относятся канал приема на промежуточной частоте, комбинационные каналы приема, зеркальный канал и каналы на субгармониках частоты настройки.

В супергетеродинных приемниках образование побочных каналов приема связано с процессом преобразования частоты. Частотная избирательность определяется главным образом каскадами УПЧ, так как избирательность цепей, предшествующих смесителю, значительно меньше избирательности УПЧ. Поэтому на смеситель приемника поступают электромагнитные колебания как полезного сигнала, так и помех, уровень которых соизмерим с амплитудой полезного сигнала или даже превосходит его (см. рис. 2.37).

Смеситель производит нелинейное преобразование колебаний сигнала, гетеродина и помех, в результате образуются колебания гармоник и комбинационных частот вида

$| m_1 f_c + m_2 f_r + m_3 f_n |$ ($m_1, m_2, m_3=0, \pm 1, \pm 2, \dots$), где f_c , f_r , f_n - соответственно частоты сигнала, гетеродина и помехи. Число составляющих тем больше, чем выше степень нелинейности смесителя, а их амплитуда тем больше, чем выше степень нелинейности и меньше величина $N = | m_1 | + | m_2 | + | m_3 |$, называемая порядком преобразования.

По принципу действия супергетеродинного приемника в полосу пропускания УПЧ должна попасть одна из частот биений сигнала и гетеродина: $(f_c - f_r)$ или $(f_r - f_c)$. Кроме нее, в полосе пропускания УПЧ могут оказаться некоторые другие составляющие преобразования частот сигнала, помехи и гетеродина, которые не могут быть подавлены и обуславливают прием помехи по побочному каналу приема. Поскольку восприимчивость приемника связана с амплитудой преобразованного сигнала, наиболее значимы те составляющие, которые имеют наибольшие амплитуды. Колебания на частоте гетеродина обычно на несколько порядков превышают амплитуду сигнала и помехи, поэтому наиболее важны продукты преобразования частот гетеродина и помехи вида:

$$| m_2 f_r + m_3 f_n | \quad (m_2, m_3=0, \pm 1, \pm 2, \dots).$$

Таким образом, частотное условие возникновения побочных каналов приема в супергетеродинном приемнике имеет вид:

$$\in \left[f_{\text{пч}} + \frac{B_{\text{пч}}}{2}; f_{\text{пч}} - \frac{B_{\text{пч}}}{2} \right],$$

где $f_{\text{пч}}$, $B_{\text{пч}}$ - соответственно среднее значение частоты и полоса тракта УПЧ. Из соотношения следуют частные случаи:

$f_{\text{пч}} = f_{\text{пч}}$ - прием на промежуточной частоте ($m_2 = 0$, $m_3 = 1$);

$f_n = f_c \pm 2 f_{\text{пч}}$ - прием по зеркальному каналу, когда $|m_2| = |m_3| = 1$;

$f_n = f_c/m_3$ - прием на субгармонике частоты настройки $m_2 = 0$.

Любые помехи, отвечающие условию (2.27), кроме перечисленных, соответствуют каналам приема, называемым комбинационными каналами приема. В приемниках с двойным, тройным и т.д. преобразованием частоты качественная картина сохраняется для каждого из смесителей. Потенциально возможное число комбинационных каналов возрастает, так как в каждом последующем смесителе возможно образование биений не только частот сигнала, помехи и гетеродинов, но и результатов преобразования предшествующих смесителей. Однако в силу высокой избирательности тракта первого УПЧ образование комбинационных каналов обусловлено преимущественно процессами в первом смесителе. С точки зрения снижения числа нежелательных ПКП идеальным является приемник со смесителем с квадратической характеристикой. В этом случае существуют преобразованные частоты только 2-го порядка: $|\pm f_c \pm f_r|$ и $|\pm f_n \pm f_r|$. Частота принимаемого сигнала равна $f_r \pm f_{\text{пч}}$, и в соответствии с условием (2.27) возможен прием помехи только с частотой $f_n = f_r \pm 2 f_{\text{пч}}$ т.е. только зеркальный канал приема (а также прием на промежуточной частоте за счет прямого прохождения). Отличие формы характеристики смесителя от квадратической приводит к росту числа преобразованных составляющих. Например, при преобразовании 3-го порядка (кубическая нелинейность), как следует из условия (2.7), возможен прием на частотах, соответствующих условиям $|\pm 2 f_n \pm f_r| = f_{\text{пч}}$ и $|\pm 2 f_r \pm f_n| = f_{\text{пч}}$, т.е. на частотах $f_c/2$ (2-я субгармоника частоты настройки), $f_c/2 \pm f_{\text{пч}}$, $f_c \pm 3f_{\text{пч}}$, $2f_c = f_{\text{пч}}$ (комбинационные каналы). Чем больше отличие характеристики смесителя от квадратической, тем больше число потенциально возможных побочных каналов приема. Восприимчивость по когерентному побочному каналу тем больше, чем меньше частотная отстройка данного канала от частоты сигнала и меньше порядок преобразования. Нелинейные свойства преобразователя частоты зависят от типа активного элемента, его характеристик, режима, диапазона

частот и схемы устройства. Побочные каналы приема присущи также некоторым другим устройствам, в которых имеет место преобразование частоты, например параметрическому усилителю. Здесь, в частности, возможен нежелательный прием на частотах гармоник сигнала или в зависимости от значения частоты накачки на некоторых некротных им частотах.

Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.

Практическая работа: Помеха значительно превышающая по уровню полезный сигнал.

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих явлений в радиоприемном устройстве.

Методические указания по выполнению работы:

Блокирование и перекрестные искажения

Эффекты блокирования и перекрестных искажений соответствуют совместному воздействию на приемник колебаний сигнала с амплитудой и частотой U_c, f_c и помехи U_n, f_n , не совпадающей с частотами основного и побочных каналов приема. Поскольку действие помехи проявляется только в присутствии сигнала и проявляется как изменение условий его приема, необходимо, прежде всего, охарактеризовать результат воздействия помехи. Для количественной оценки эффекта от воздействия помехи вводятся величины коэффициентов блокирования и перекрестных искажений.

Коэффициент блокирования — отношение разности уровней сигнала на выходе радиоприемника при отсутствии и наличии радиопомехи на его входе к уровню этого сигнала при отсутствии радиопомехи:

$$k_{\text{бл}} = \frac{|U_{\text{вых}}(U_c + U_n) - U_{\text{вых}}(U_c)|}{U_{\text{вых}}(U_c)}, \quad (1)$$

где U_c и U_n — соответственно входные напряжения сигнала и помехи.

Коэффициент перекрестных искажений — отношение уровня спектральных составляющих выходного сигнала, возникающих в результате перекрестных искажений в приемнике, к уровню сигнала на выходе радиоприемника при заданных параметрах радиопомехи и сигнала:

$$k_{\text{пи}} = \frac{|U'_{\text{вых}}(U_c + U_n) - U'_{\text{вых}}(U_c)|}{U_{\text{вых}}(U_c)}, \quad (2.)$$

где $U'_{\text{вых}}(U_c + U_n)$ и $U'_{\text{вых}}(U_c)$ - напряжения некоторой спектральной составляющей выходного сигнала при наличии и отсутствии помехи; $U_{\text{вых}}(U_c)$ - напряжения выходного сигнала при отсутствии помехи (для исключения неоднозначности $k_{\text{пи}}$ обычно определяется при немодулированном сигнале и помехе, модулированной гармоническим колебанием).

Частотные зависимости, отражающие свойства приемника по отношению к эффектам блокирования и перекрестных искажений, соответствуют одновременному воздействию на приемник двух колебаний — сигналу и помехе, описываются характеристиками частотной избирательности приемника, определяемой двухсигнальным методом (двухсигнальной частотной избирательностью). Смысл характеристики частотной избирательности по блокированию состоит в следующем. Напомним: f_n не должна совпадать с частотами основного и побочного каналов приема. Для фиксированных значений частоты помехи f_n , уровня входного сигнала $U_{\text{свх}}^{(i)}$ и значения коэффициента блокирования $k_{\text{бл}}^{(j)}$ определяется амплитуда помехи на входе приемника $U_{\text{пвх}}^{(i,j)}$, при которой результат ее действия отвечает условию $k_{\text{бл}} = k_{\text{бл}}^{(j)}$.

Это значение представляет собой абсолютную восприимчивость по блокированию для частоты f_n и фиксированных значений $U_{\text{свх}}^{(i)}$ и $k_{\text{бл}}^{(j)}$. Совокупность значений $U_{\text{пвх}}^{(i,j)}$ представляет собой одну ветвь характеристики двухсигнальной частотной избирательности по блокированию, соответствующую фиксированным значениям $U_{\text{свх}} = U_{\text{свх}}^{(i)}$ и коэффициента блокирования $k_{\text{бл}} = k_{\text{бл}}^{(j)}$. Совокупность этих кривых при различных сочетаниях значений $U_{\text{свх}}^{(i)}$ и $k_{\text{бл}}^{(j)}$ определяет двухсигнальную частотную избирательность приемника как семейство кривых (рис.).

Для практических целей использование семейства кривых в качестве количественной характеристики крайне неудобно. Поэтому в практике ЭМС ограничиваются использованием одной из ветвей $U_{\text{пвх}}^{(i,j)}(f)$, определенной для значений $k_{\text{бл}}$ и $U_{\text{свх}}$, принимаемых в качестве стандартных. Определенная таким образом ветвь семейства кривых $U_{\text{пвх}}(f)$ называется характеристикой частотной избирательности по блокированию. Кроме того, для ряда практических случаев (закрепленных, в том числе в некоторых стандартах) вводится также стандартизованное значение частотной расстройки $\Delta f_{\text{ст}}$. Наименьшее из значений характеристики частотной избирательности для частот

помехи $f_{\text{п}} = f_{\text{с}} \pm \Delta f_{\text{ст}}$ называют значением восприимчивости приемника по блокированию. Эта величина определяется либо абсолютным значением, либо относительным по отношению к чувствительности приемника.

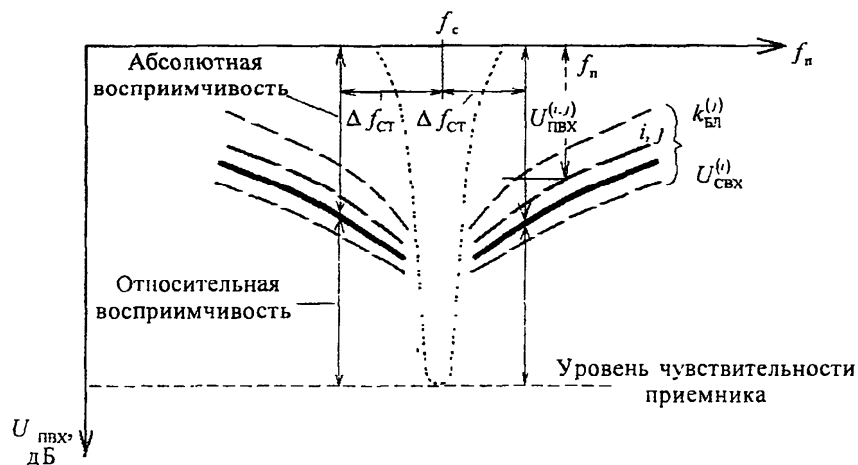


Рис. К определению характеристики частотной избирательности по блокированию

— — — — — ветви семейства кривых, — — — — — кривая частотной избирательности при стандартных $k_{\text{бл}}$ и $U_{\text{свх}}$, ····· — кривая, соответствующая односигнальной частотной избирательности

Аналогичным образом определяется характеристика частотной избирательности по перекрестным искажениям. Отличием является то, что помимо использования значений коэффициента перекрестных искажений (вместо коэффициента блокирования) конкретизируются и стандартизируются также параметры модуляции сигнала и помехи. Чаще всего используют немодулированный сигнал и тонально модулированную помеху с определенной частотой модуляции.

Интермодуляция

Эффект воздействия на радиоприемник не менее двух помех состоит в изменении уровня напряжения на его выходе вследствие интермодуляции. Вообще говоря, оценка проявления эффектов интермодуляции может проводиться двумя различными способами:

- На входе радиоприемника действуют два электрических колебания с амплитудами

$U_{\text{п1}}$ и $U_{\text{п2}}$, и частотами $f_{\text{п1}}$ и $f_{\text{п2}}$, не совпадающими с основным и побочными каналами приема. Вследствие интермодуляции происходит радиоприем, на выходе приемника возникает напряжение $U_{\text{вых}}(U_{\text{п1}}, U_{\text{п2}})$. В качестве количественной меры, характеризующей эффект «приема» помех вследствие интермодуляции, можно рассматривать величину превышения выходного

отклика радиоприемника над величиной, соответствующей уровню его собственных шумов. (Напомним, что величина заданного превышения отклика приемника на сигнал в основном канале приема над уровнем, соответствующем собственным шумам, используется для определения чувствительности приемника).

- Рассматривается совместное действие полезного сигнала с частотой f_c и амплитудой $U_{свх}$ и двух помех с амплитудами $U_{п1}$ и $U_{п2}$ и частотами $f_{п1}$ и $f_{п2}$. В качестве меры для оценки эффекта воздействия помех можно использовать относительное изменение амплитуды выходного сигнала $U_{свых}(U_{п1}, U_{п2})$ в присутствие помех по отношению к случаю их отсутствия.

Различие этих способов оценки состоит, прежде всего, в том, что в первом случае речь идет о способности к радиоприему двух помех в отсутствии сигнала. Во втором случае — об изменении приема сигнала в присутствии двух колебаний с частотами помехи. Соответственно этим представлениям характеристика частотной избирательности приемника по интермодуляции определяется либо двухсигнальным методом, либо — трехсигнальным. В большинстве практических случаев, соответствующих требованиям стандартов к радиоприемникам, его показатели по интермодуляции определяются двухсигнальным методом. Физический смысл и способ определения этих показателей аналогичны определению характеристик частотной избирательности по блокированию и перекрестным искажениям. Двухсигнальная характеристика частотной избирательности приемника по интермодуляции определяется с использованием в качестве критерия реакции приемника величины коэффициента интермодуляции.

Коэффициент интермодуляции $K_{инт}$ — отношение уровня радиопомехи, возникающей на выходе приемника вследствие интермодуляции к уровню выходного сигнала, соответствующего чувствительности приемника. Аналогично случаям блокирования и перекрестных искажений, характеристика частотной избирательности по интермодуляции представляет собой семейство кривых. Каждая их ветвь является частотной зависимостью значений $U_{п1вх}(f)$, определенных для фиксированных значений $K_{инт}^1$, частоты второй помехи $f_{п2}^{(Q)}$ и ее уровня $U_{п2вх}^{(K)}$.

Как и в случаях блокирования и перекрестных искажений для задания характеристики частотной избирательности по интермодуляции ограничиваются некоторым стандартным значением $K_{инт}$, частоты и уровня второй из помех $f_{п2}$ и $U_{п2вх}$.

Определенная таким образом единственная ветвь семейства кривых $U_{\text{вх}}(U_{\text{п2вх}}, f_{\text{п2}}, K_{\text{инт}})$ называется характеристикой частотной избирательности по интермодуляции, определенной двухсигнальным методом. Также аналогично случаям блокирования и перекрестных искажений вводится величина восприимчивости по интермодуляции — как минимальное значение (абсолютное или относительно чувствительности приемника) характеристики частотной избирательности для стандартной частотной расстройки $f_{\text{п}} = f_{\text{с}} \pm \Delta f_{\text{станд}}$

Коэффициент блокирования – отношение разности уровней сигнала на выходе ПРМ при отсутствии и при наличии радиопомехи на его входе к уровню этого сигнала при отсутствии радиопомехи.

$$k_{\text{бл}} = \frac{|U_{\text{вых}}(U_{\text{с}} + U_{\text{п}}) - U_{\text{вых}}(U_{\text{с}})|}{U_{\text{вых}}(U_{\text{с}})}$$

$U_{\text{с}}$ и $U_{\text{п}}$ – входные напряжения сигнала и помехи.

Динамический диапазон по блокированию – отношение значения характеристики частотной избирательности по блокированию при заданной частотно расстройке относительно основного канала приема к чувствительности ПРМ.

Уровень восприимчивости по блокированию – минимальный уровень мешающего сигнала на входе ПРМ, при котором коэффициент блокирования равен заданному значению.

Коэффициент перекрестных искажений – отношение уровня спектральных составляющих сигнала, возникших в результате перекрестных искажений в ПРМ, к уровню сигнала на выходе ПРМ при заданных параметрах радиопомехи и сигнала.

$$k_{\text{ни}} = \frac{U'_{\text{вых}}(U_{\text{с}} + U_{\text{п}}) - U'_{\text{вых}}(U_{\text{с}})}{U_{\text{вых}}(U_{\text{с}})}$$

$U'_{\text{вых}}(U_{\text{с}} + U_{\text{п}})$ и $U'_{\text{вых}}(U_{\text{с}})$ – напряжения некоторой спектральной составляющей выходного сигнала при наличии и отсутствии помехи; $U_{\text{вых}}(U_{\text{с}})$ – напряжение выходного сигнала при отсутствии помехи.

Динамический диапазон по перекрестным искажениям – определяется отношением значения частотной избирательности по перекрестным искажениям в ПРМ при заданной частотной расстройке относительно основного канала приема к чувствительности ПРМ.

Уровень восприимчивости к перекрестным искажениям – при заданном коэффициенте перекрестных искажений определяется по снятой характеристике

частотной избирательности ПРМ. Эффекты проявляются тем сильнее, чем выше амплитуды помех и степень нелинейности амплитудных и фазовых характеристик активных элементов.

При более сильных помехах:

1. помеха смещает рабочую точку, это приводит к уменьшению усиления.
2. Изменяется комплексное входное сопротивление активных элементов – это приводит к уменьшению коэффициента передачи из-за рассогласования, появляется перекрестная АМ и ФМ.
3. Изменяется значение емкости диодов, транзисторов, варикапов – это приводит к изменению частоты настройки контуров, при этом уменьшается усиление ПРМ и вызывает преобразование амплитудно-модулированной помехи в угловую.

Последствие помехи – происходит из-за инерционности цепей питания, смещения, АРУ. Действие помехи не прекращается сразу после ее окончания.

Особенно существенно при воздействии прерывистой или импульсной помехи, после окончания которой имеется временное снижение КУ ПРМ.

Интермодуляция – возникновение помех на выходе ПРМ при действии на его входе двух и более радиопомех, частоты которых не совпадают с частотами основного и побочных каналов приема ПРМ. Обусловлена нелинейными эффектами преобразования колебаний двух и более помех в смесителе или в каскадах перед ним.

В цепях до смесителя – возникает при действии интенсивных радиопомех, амплитуды которых соответствуют нелинейному участку характеристики активного элемента и сигнала. В результате биения $f_6 = |m_1 f_c + m_2 f_{п1} + m_3 f_{п2} + \dots|$

Число и интенсивность зависят от степени нелинейности и амплитуд входных колебаний. Если частоты преобразованных колебаний попадают в полосу пропускания ПРМ, будет происходить прием этого колебания. Наиболее опасны помехи нечетных порядков 3: $2f_{п1} - f_{п2}$; 5: $3f_{п1} - 2f_{п2}$; 7: $4f_{п1} - 3f_{п2}$

Так как значения биений ближе к частоте настройки.

В смесителе аналогичные явления $f_6 = |m_1 f_c + m_2 f_r + \sum m_i f_{пi}|$

Условие возникновения

$$|m_1 f_c + \sum m_i f_{пi}| \in |f_c - B/2 ; f_c + B/2|$$

$$|m_2 f_r + \sum m_i f_{пi}| \in |f_{пч} - B_{пч}/2 ; f_{пч} + B_{пч}/2|, m_1, m_2, \dots = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Коэффициент интермодуляции – отношение уровня радиопомехи, возникающей в результате интермодуляции в ПРМ, к уровню сигнала, соответствующего чувствительности ПРМ, определенных на выходе ПРМ.

$$k_{инт} = \frac{|U_{вых}(U_c + \Sigma U_{ni}) - U_{вых}(U_c)|}{U_{вых}(U_c)}, \text{ при } U_c = U_{пор}$$

$U_{вых}(U_c + \Sigma U_{ni})$ и $U_{вых}(U_c)$ – выходные напряжения при наличии и отсутствии помех;
 $U_{пор}$ – входное напряжение, соответствующее чувствительности ПРМ.

Динамический диапазон интермодуляции – определяется отношением частотной избирательности по интермодуляции в ПРМ при заданной частотной расстройке относительно основного канала приема к чувствительности ПРМ.

Уровень восприимчивости по интермодуляции определяется при заданной частотной отстройке мешающих сигналов, создающих интермодуляцию, относительно частоты основного канала приема и коэффициенте интермодуляции.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТОТНОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ (Односигнальная избирательность, Многосигнальная избирательность. Избирательность по соседнему каналу.) Модели частотной избирательности приемника

Частотной избирательностью называют способность ПРМ выделить заданную полосу частот из спектра электромагнитных колебаний, поступающих на его вход.

Односигнальная избирательность – это частотная избирательность, определяемая отношением уровня сигнала на заданной частоте к его заданному уровню на частоте настройки при неизменном уровне сигнала на выходе радиоприемника и измеряемая посредством одного входного сигнала с уровнем, не вызывающим нелинейных эффектов в тракте приема.

Многосигнальная избирательность – частотная избирательность, определяемая отношением уровней одновременно поступающих на вход радиоприемника сигналов на одной или нескольких заданных частотах и частоте настройки радиоприемника при заданном отношении на его выходе суммарной мощности составляющих помехи к мощности полезного сигнала или при заданном изменении уровня полезного сигнала.

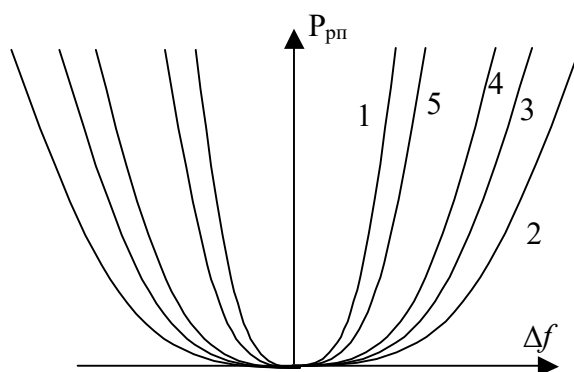


Рис.1. Характеристики избирательности радиоприемника.

На рис.1. представлено семейство кривых соответствующих различным уровням помех. 1,2 – односигнальная избирательность; 3 – 5 – многосигнальная избирательность.

При низком уровне нелинейные эффекты отсутствуют и ослабление действия помех в зависимости от частотной расстройки (кривая 5) почти повторяет кривую 1. При более интенсивных помехах их действие проявляется при больших частотных расстройках из-за явлений интермодуляции, блокирования, перекрестных искажений. Отсюда отклонение от 1 кривых 3,4. Дальнейшее увеличение интенсивности кривые приближаются к кривой избирательности входных каскадов приемника (кривая 2). Для упрощения оговаривается уровень сигнала и помех. При этом появляется однозначность характеристики частотной избирательности. Например: $U_{\text{п}} = 1 \text{ В}$; $U_{\text{с}} = U$ чувствительности.

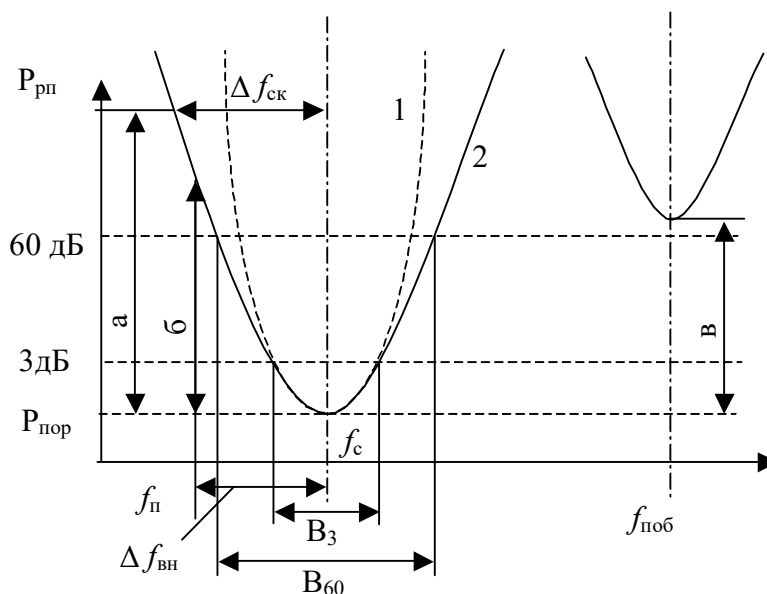


Рис. 2. Характеристики избирательности приемника: 1 – измеренная односигнальным методом; 2 – измеренная многосигнальным методом.

На рис.2. B_3 и B_{60} – ширина полосы пропускания приемника, определенные на уровне 3 и 60 дБ. f_{Π} – частота помехи, $f_{\text{поб}}$ – частота побочного канала приема, $2\Delta f_{\text{вн}}$ – полоса частот в которой возможны явления блокирования, перекрестных искажений и интермодуляции, $2\Delta f_{\text{ск}}$ – полоса в которой контролируется ослабление приема по соседнему каналу. а – ослабление по соседнему каналу; б – динамический диапазон $D_{\text{инт}}$ ($D_{\text{блок}}$, $D_{\text{ПИ}}$); в – уровень восприимчивости по побочному каналу.

Измерение динамического диапазона

Оговаривают частотную расстройку Δf равную минимальной разности частот для использования РЭС. Уровень сигнала выбирают равной чувствительности приемника. Критерий: влияние помехи – определенное значение коэффициента $k_{\text{бл}}$, $k_{\text{ПИ}}$ или $k_{\text{инт}}$. Находят уровень помехи при котором достигается оговоренное значение коэффициента. Отношение мощности помехи к мощности полезного сигнала есть динамический диапазон.

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПО СОСЕДНЕМУ КАНАЛУ – ослабление мешающего сигнала с учетом всех механизмов действия помех при частотной расстройке $\Delta f_{\text{ск}}$ помехи относительно основного канала, равной стандартному частотному промежутку между РЭС, принятого в конкретной радиослужбе. Модели частотной избирательности приемника

1. Простейшая модель по основному каналу – кусочно-линейная аппроксимация характеристики избирательности, измеренной одно или многосигнальным методом.

$$S(\Delta f) = S(\Delta f_i) + S_i \lg \left(\frac{\Delta f}{\Delta f_i} \right)$$

где $S(\Delta f)$ – избирательность приемника при отстройке Δf относительно центральной частоты в дБ; $S(\Delta f_i)$ и S_i – ее значение на границе полосы частот Δf_i и крутизна соответственно.

2. Модель избирательности по побочным каналам приема.

$$S(f_{\Pi}) = I \lg \left(\frac{\Delta f_n}{\Delta f_c} \right) + J$$

Где I и J – коэффициенты линейной аппроксимации частотной избирательности дБ.
Статистические данные

Частота, МГц	I, дБ/декада	J, дБ	σ, дБ
< 30	25	85	15
30 – 300	35	85	15
> 300	40	60	15
среднее	35	75	20

3. Грубая оценка

Частота, МГц	$\Delta f_{\text{вн}}/f_c$, %	σ, %
< 30	30	20
30 – 300	20	13
> 300	5	10

$$S(\Delta f) = \begin{cases} \infty; |\Delta f| > \Delta f_{\text{вн}} / 2 \\ 0; |\Delta f| \leq \Delta f_{\text{вн}} / 2 \end{cases}$$

Δf – разность частот сигнала и помехи

$\Delta f_{\text{вн}}$ – полоса частот в которой возможно блокирование, перекрестные помехи или интермодуляция

Считается, что взаимодействие помехи из-за нелинейных эффектов маловероятно, если разность частот сигнала и помехи превышает $\Delta f_{\text{вн}}/2$. Если $\Delta f < \Delta f_{\text{вн}}/2$ и разность между мощностью помехи и сигнала (на уровне чувствительности) не превышает динамический диапазон, то действие помехи маловероятно.

Тема 10. Индустриальные помехи

Практическая работа: Источники помех

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС на основе существующих явлений в среде эксплуатации РЭС.

Методические указания по выполнению работы:

Среди различных видов индустриальных помех выделим следующие:

- Узкополосные помехи. Их возникновение связано с существованием в аппаратуре - источнике помех непрерывных периодических или почти периодических электрических процессов. Спектр колебаний сосредоточен в относительно узкой полосе частот Δf по сравнению с ее средним значением f_0 .

- Широкополосные помехи. Их возникновение связано с широкополосными непрерывными или импульсными процессами в аппаратуре источника помех.

- Кратковременные помехи, представляющие собой одиночные импульсы или непериодические импульсные последовательности с большой скважностью.

- Контактные помехи, проявляющиеся как расширение спектра излучения радиопередающих устройств, расположенных на объектах в процессе их движения;

- Помехи, связанные с преобразованием механической энергии в электрическую.

Рассмотрим конкретные причины, приводящие к появлению указанных помех, типичные источники и их характеристики.

Источники непрерывных помех

К устройствам, создающим промышленные радиопомехи в виде непрерывных электромагнитных полей, относятся: промышленные нагревательные установки, высокочастотные индукционные электрические печи, медицинское оборудование, в котором используются высокочастотные генераторы, и т.д. К ним же можно отнести гетеродины радиоприемников, генераторы накачки лазеров и другие подобные устройства. Источники данного вида легко определить, их характеристики можно прогнозировать. Для источников этого вида характерно, что они генерируют относительно регулярные высокочастотные колебания. Создаваемые ими помехи близки к гармоническим, их спектры узкополосные и имеют максимальную интенсивность вблизи частот основного колебания и отчасти его гармоник. По статистическим свойствам они близки к детерминированным. Источники данного вида легко определить, их характеристики можно проигнорировать. Значительное число источников промышленных помех генерирует более широкополосные непрерывные периодические помехи. Такие помехи создают генераторы разверток телевизионных приемников, видеотерминалов ЭВМ, индикаторов РЛС, различные электрические и радиоэлектронные устройства, в частности модуляторы, усилители сигналов изображения, средства автоматического управления и т.д.

Источники широкополосных помех

Значительное число источников создает промышленные радиопомехи в виде почти периодической или хаотической последовательности импульсов. Характеристики данных помех определяются формой и частотой повторения импульсов, частотный спектр их бывает довольно широким, так как энергия таких помех распределена в широкой полосе

частот. Форма импульсов данных помех, их длительность и частота повторения, как правило, различны и случайны. Рассмотрим наиболее характерные из них.

Системы зажигания. Мощными источниками промышленных помех являются различные системы запуска (зажигания) двигателей внутреннего сгорания (авиационных, морских, наземных). Электромагнитные помехи создаются импульсными токами, протекающими в цепях зажигания, и переходными процессами в указанных цепях. Длительность импульсов составляет от долей микросекунды до единиц наносекунд, вследствие чего спектр помехи оказывается широким, до нескольких сотен мегагерц. Интенсивность помех от систем зажигания обычно максимальна в полосе частот от 30 до 300 МГц.

Линии передачи электроэнергии. Высоковольтная аппаратура и линии передачи электроэнергии (ЛЭП) создают импульсные помехи максимальной интенсивности во время дождя, снега, тумана и высокой влажности воздуха, а в засушливых районах - при большой турбулентности воздуха и повышенной солнечной радиации. Непосредственной причиной возникновения данных помех являются дефекты изоляторов опорной мачты, а также переходные процессы, вызываемые электрическими разрядами, хаотически возникающими на поверхностях проводников и изоляторов линии. Помехи от ЛЭП представляют собой случайный поток импульсов. По характеристикам этот вид помех аналогичен помехам, создаваемым системами зажигания, но отличается большей средней длительностью импульса и меньшей средней частотой следования.

Дуговые сварочные аппараты. Помехи от этих аппаратов обусловлены излучением дугового разряда на частоте сети и ее гармониках вследствие переходных процессов и являются широкополосными импульсными помехами. Интенсивность их весьма высока, что дает основание считать такой вид помех одним из наиболее опасных. Результаты измерений спектров этих помех указывают на наличие трех широких резонансных полос, центры которых соответствуют частотам, равным примерно 750 кГц, 3 и 20 МГц, хотя спектр излучения каждого отдельно взятого аппарата не обязательно включает в себя все эти резонансные полосы. Близкими к ним по причинам возникновения и основным свойствам создают также нагревательные установки для сваривания пластмасс. Хотя в основном спектр этих помех сосредоточен в области до 35 МГц, высшие гармоники могут проявляться до частот порядка 1 ГГц. На рис. 3 приведены данные, характеризующие частотные зависимости ИРП, соответствующих указанным устройствам

Тема 11. Методы анализа ЭМС

Практическая работа: Источники помех

Цель работы: Научиться обосновывать проблемы ЭМС через анализ существующих явлений в среде эксплуатации РЭС

Методические указания по выполнению работы:

Анализ ЭМС проводят с целью определения возможности совместной работы радиотехнических, электронных и электротехнических средств. Следует рассмотреть следующие задачи:

1. Исследование показателей ЭМС устройств и их элементов.
2. Исследование электромагнитной обстановки.
3. Исследование выполнения ЭМС в конкретной группе средств.

В первом случае есть конкретные задачи определения:

- количественных характеристик неосновных излучений радиопередающих устройств;
- уровней и спектрального состава промышленных помех;
- параметров, характеризующих восприимчивость радиоприемных устройств вне основного канала приема сигналов;
- восприимчивость электронных устройств при воздействии помех через корпуса, по цепям электропитания, управления.

Каждое средство можно характеризовать некоторым числовым показателем качества Q , отражающим выполнение этим средством своих основных функций.

В отсутствии помех значение Q зависит от отношения сигнал – шум $Q = Q (P_c / P_{ш})$, где P_c и $P_{ш}$ – мощности сигнала и шума, пересчитанные к входу устройства.

Задача заключается в определении снижения Q под действием помех $Q (P_c, P_{ип1}, P_{ип2}, P_{ип3}, \dots)$ и нахождения их допустимых уровней $P_{ип1 доп}$, $P_{ип2 доп}$, $P_{ип3 доп}$, ... или отношений

сигнал/ помеха + шум: $\left. \frac{P_c}{P_{ип} + P_{ш}} \right|_{доп}$ по соответствующему значению $Q_{доп}$ критерия оценки

влияния.

ЭМС если $Q (P_c, P_{ип1}, P_{ип2}, P_{ип3}, \dots) \geq Q_{доп}$

Решение задач на основе 2 подходов: детерминистический; вероятностный

Вторая группа задач.

Электромагнитная обстановка (ЭМО) – совокупность всех естественных и искусственных электромагнитных полей, существующих в заданной области пространства, определенная для заданных полосы частот и промежутка времени. Анализ

ЭМС – нахождение условий, в которых должны функционировать конкретные РЭС или группа средств, и выработка количественных оценок по степени влияния помех на конкретное средство.

ЭМО: внутренняя (внутри группы РЭС) и внешняя

Задачи анализа ЭМО:

- определение степени загрузки частот диапазонов
- определение зависимости уровней НЭМП от пространств, частот, времени, поляризационных соотношений
- составление гистограмм распределения частот, уровней излучений передатчиков и чувствительности приемников, уровней промышленных помех, уровне помех в проводах
- расчет зон, в которых уровень помех не превышает допустимый.

Третья группа задач.

Проводятся с целью установления факта электромагнитной совместимости и при ее нарушении – нахождения конкретных причин. Анализ ЭМС проводится на основе использования моделей взаимодействия:

А) по виду оценки ЭМС

- парная – учитывается воздействие помех, создаваемых каждым из двух средств, при большом числе РЭС – попарное действие каждого из средств группы на каждое другое
- групповая – изучение влияния группы ИП на один РП или поочередно на все РП группы
- комплексная – рассматривается влияние группы ИП на все рецепторы.

Б) по характеру учитываемых функциональных связей между анализируемыми средствами

- простая логика – каждое из устройств в группе – функционально независимое: снижение показателя качества РЭС зависит от помех и не зависит от снижения показателей качества других средств.
- сложная логика – отдельные средства в группе могут иметь функциональные связи друг с другом.

В) по характеру оценки ЭМО:

- детерминистические

- вероятностные

г) по характеру оценки качества функционирования:

- детерминистические
- вероятностные

Методы моделирования и экспериментального исследования характеристик ЭМС

Цель:

- определение соответствия характеристик излучения и приема, восприимчивости и других параметров установленным требованиям НТД;
- оценка степени воздействия НЭМП на рецепторы в различных условиях их работы;
- выявление причин, приводящих к нарушению ЭМС, источников НЭМП и путей их воздействия на различные РП;
- оценка эффективности внедрения мер и определение степени влияния их на качество функционирования РЭС.

Особенности измерений характеристик ЭМС.

Погрешности измерений. Стандартизация и метрологическое обеспечение измерений. Натурные испытания: наземные и ходовые Методы моделирования: физическое; имитационное (математическое) и смешанное. Стендовые измерения и испытания: методы измерения по электромагнитному полю и трактовые методы. Измерение параметров: радиопередатчиков; радиоприемников и промышленных помех

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Вопросы для промежуточного контроля (экзамена)

Перечень теоретических вопросов

1. Параметры РЭС влияющие на их ЭМС.
2. ЭМО и ее параметры.
3. Проблема ЭМС и ее решение.
4. Особенности совместной работы передающей и приемной антенн.
5. Принцип размещения антенн.
6. Причины вызывающие проблему ЭМС РЭС.
7. Параметры РЭС.

8. Характеристика частотной избирательности.
9. Методы моделирования характеристик ЭМС.
10. Естественные помехи.
11. Искусственные помехи.
12. Внутренние помехи
13. Параметры антенн.
14. Параметры антенны, влияющие на проблему ЭМС РЭС.
15. Влияние работа антенны на снижение межсистемных помех.
16. Источник помех РПдУ – основных и нежелательных.
17. Методы решения проблем внутрисистемных помех.
18. Методы решения проблем межсистемных помех.
19. Оценка ЭМС РЭС в заданной ЭМО
20. Каналы приема на промежуточной частоте.
21. Каналы приема на зеркальном канале.
22. Каналы комбинационные радиоприема
23. Помехи комбинационных частот
24. Помехи паразитного излучения
25. Помехи частоты излучения на субгармониках.
27. Помехи частоты излучения на гармониках
28. Помехи частоты интермодуляционного излучения
29. Мощность шумовой помехи
30. Напряжение шумовой помехи
31. Помехи дуговой сварочной аппаратуры
32. Помехи контактной сети.
33. Помехи бытовых электроустройств
34. Пути распространения непреднамеренных помех
35. Коэффициент связи антенн в свободном пространстве
36. Прямое прохождение помех
37. Побочные каналы приема
38. Влияние помехи в виде эффектов блокирования или перекрестной модуляции
39. Интермодуляция в приемнике
40. Внеполосные эффекты радиоприема

Перечень практических вопросов

1. Направленные свойства антенны «Волновой канал».
2. Направленные свойства антенны ЛПА.
3. Направленные свойства цилиндрической спиральной антенны при $d = \lambda$
4. Направленные свойства цилиндрической спиральной антенны при $d \ll \lambda$.
5. Направленные свойства цилиндрической спиральной антенны при $d \gg \lambda$
6. Направленные свойства системы излучателей из цилиндрических спиральных антенн при $d = \lambda/2$
7. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell = \lambda/4$
8. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell = \lambda/2$
9. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell < \lambda/4$
10. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell = \lambda$.
11. Направленные свойства рупора.
12. Направленные свойства однозеркальной антенны
13. Направленные свойства двухзеркальной антенны.
14. Оценка параметров ФАР базовой станции
15. Исследование параметров взаимного влияния для ФАР базовых станций.
16. Обосновать комбинационные частоты при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц, Определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
17. Обосновать комбинационные частоты многочастотном режиме при $f_1 = 7$ МГц и $f_2 = 9$ МГц. Определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
18. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
19. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
20. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
21. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
22. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
23. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи

24. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 1800 \text{ МГц}$, $f_2 = 1850 \text{ МГц}$, $f_3 = 2100 \text{ МГц}$. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
25. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 7 \text{ МГц}$, $f_2 = 9 \text{ МГц}$, $f_3 = 11 \text{ МГц}$. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
26. Определить мощность шумовой температуры на входе радиоприемника спутниковой связи, если $T_{\text{я}} = 6,0 \cdot 10^2$ град. Венеры на частотах от 1 до 4 ГГц при полосе частот для 100 каналов телефонных (один канал 4 кГц)
27. Определить мощность шумовой температуры на входе радиоприемника спутниковой связи, если $T_{\text{я}} = 10^4$ град. Солнца на частотах от 1 до 6 ГГц при полосе частот для 100 каналов телефонных (один канал 4 кГц)
28. Определить мощность шумовой температуры на входе радиоприемника спутниковой связи, если $T_{\text{я}} = 2,0 \cdot 10^2$ град. Луны на частотах от 1 до 4 ГГц при полосе частот для 100 каналов телефонных (один канал 4 кГц)
29. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 7 \text{ МГц}$, $f_2 = 9 \text{ МГц}$, $f_3 = 11 \text{ МГц}$. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
30. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 146 \text{ МГц}$, $f_2 = 875 \text{ МГц}$, $f_3 = 925 \text{ МГц}$. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
28. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 1800 \text{ МГц}$, $f_2 = 1850 \text{ МГц}$, $f_3 = 2100 \text{ МГц}$. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

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

Основная литература

1. Закарюкин, В. П. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебное пособие / В. П. Закарюкин, М. Л. Дмитриева, А. В. Крюкова ; под. ред. В. П. Закарюкина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 247 с. - ISBN 978-5-4499-1579-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870634>

б) дополнительная литература:

1. Пониматкин В.Е. Шпилевой А.А. Теория антенн. Учебное пособие – Калининград. РГУ. 2017. С. 160

2. Шпилевой А.А. Пониматкин В.Е. Техника антенн Учебное пособие. – Калининград. РГУ. 2017. С. 180

3. Марков, Г. Т. Возбуждение электромагнитных волн / Г. Т. Марков, А. Ф. Чаплин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Радио и связь, 1983. - 296 с.: ил. - 3.20 р. - Текст: непосредственный. Экземпляров всего : 1

4. Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ : учеб. для вузов по спец. "Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М. : Высш. шк., 1988. - 432 с. : ил. - Библиогр.: с. 426 (19 назв.). - ISBN 5-06-001149-6 : 1.40= р. - Текст : непосредственный. Экземпляров всего : 1

5. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : учеб. пособие / В. А. Каплун [и др.]. - М. : Высш. шк., 2002. - 294 с. ; 294 с. : ил. - Библиогр.: с. 291. - ISBN 5-06-004043-7 : 58.41 р. - Текст : непосредственный. Экземпляров всего : 2

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения практических работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Лекционная аудитория на 80 человек со средствами мультимедиа в составе: экран, проектор EPSON EB-450W, моноблок MSI AE 222 G.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»

Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология и стандартизация в инфокоммуникациях»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Карпинская Т. А., старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий»

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины – «Метрология и стандартизация в инфокоммуникациях»

Целью преподавания дисциплины **«Метрология и стандартизация в инфокоммуникациях»** является подготовка будущего специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем связи к практической деятельности в области обеспечения качества услуг телекоммуникаций, организации производств в области электроники и нанотехнологий за счет организации эффективного метрологического обеспечения, грамотного и осознанного использования результатов стандартизации, опирающихся на достижения передовой науки и практики. Данная цель реализуется за счет изучения общих принципов организации метрологического обеспечения, стандартизации в инфокоммуникациях, изучения методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных радиоэлектронных параметров и характеристик, изучения методов и средств обработки результатов измерений, изучения методов и средств тестирования. Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с российской и международной системами стандартизации и технического регулирования, перспективами развития метрологического обеспечения, систем стандартизации и сертификации.

Задачами освоения дисциплин является умение использовать теоретические и практические знания для решения задач метрологического обеспечения, стандартизации и технического регулирования в различных разделах инфокоммуникаций, электроники и нанотехнологий, а также правовое обеспечение этих задач.

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

В результате освоения ООП магистрата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3. Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Ориентируется в принципах построения локальных и глобальных компьютерных сетей, имеет представление об основах Интернет-технологий, знаком с типовыми процедурами применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в профессиональной сфере деятельности ОПК-3.2. Использует современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности ОПК-3.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств и /или их составляющих	Знать: - принципы метрологического обеспечения и стандартизации; -способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств; -методы и способы проведения всех видов измерений параметров оборудования и сквозных каналов и трактов; -принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации телекоммуникаций. Уметь:- применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области цифровых систем связи; -внедрять системы управления качеством на основе международных стандартов Владеть: - основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения аппаратуры и систем телекоммуникаций.
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач	ОПК-4.1. Знаком с основными методами обработки экспериментальных данных с помощью современного специализированного программно-математического обеспечения при решении научно-исследовательских задач ОПК-4.2. Использует современное специализированное программно-математическое обеспечение для решения задач приема, обработки и передачи информации и проведения исследований в области инфокоммуникаций ОПК-4.3. Владеет методами компьютерного моделирования и обработки информации с помощью специализированного программно-математического обеспечения	Знать: - принципы метрологического и технологического подходов в области измерений в системах связи; -принципы российской и международной систем стандартизации и технического регулирования в области цифровых систем связи; -методы внедрения систем управления качеством в цифровых системах связи; Уметь: - организовывать и осуществлять проверку технического состояния и ресурса оборудования цифровых систем связи; - применять современные методы их обслуживания и ремонта; - организовывать и контролировать проведение измерений и проверку качества работы оборудования, проведение планово-профилактических и ремонтно-восстановительных работ Владеть: - основными приёмами разработки технической документации для новых проектов в области инфокоммуникаций; - методами программно-математического обеспечения для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрология и стандартизация в инфокоммуникациях» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым

образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Теоретическая метрология	Физическая величина. Система единиц физических величин. Погрешности результатов измерений. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Случайные величины (СВ). Характеристики СВ. Функции распределения случайных величин. Законы распределения случайных погрешностей. Суммирование составляющих погрешности измерений.
2	Прикладная метрология	Измерения и их классификация. Средства измерений. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Эталоны. Совершенствование эталонной базы. Рабочие средства измерений. Выбор средств измерений. Условия измерения и контроля. Испытания. Порядок подготовки и проведения аттестации испытательного оборудования. Метрологическая экспертиза технической документации. Организация, порядок проведения метрологической экспертизы и ответственность должностных лиц. Метрологическое обеспечение изделий на всем их жизненном цикле. Система менеджмента измерений.
3	Основы метрологии нанотехнологий	Основные свойства наноструктур. Основные принципы нанотехнологий. Методы и средства измерений в нанотехнологиях. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Сканирующий зондовый микроскоп. Сканирующий микроскоп ближнего поля. Атомный силовой микроскоп. Лазерный силовой микроскоп. Протонная микроскопия. Двухлучевые микроскопы.
4	Основы метрологии квантовых процессов	Этапы создания метрологии квантовых процессов. Измерение квантовых (субмикроскопических) объектов, их специфика. Средства измерений квантовых процессов.
5	Законодательная метрология	Цели и задачи законодательной метрологии. Правовые основы обеспечения единства измерений в РФ. Закон РФ «О техническом регулировании». Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный метрологический контроль и надзор. Метрологическая служба РФ.
6	Техническое регулирование	Цели применения технических регламентов. Содержание и применение технических регламентов. Виды технических регламентов. Порядок разработки и принятия технических регламентов. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
7	Стандартизация	Цели стандартизации. Принципы стандартизации. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации. Виды стандартов. Применение документов в области стандартизации. Международная стандартизация. Классификация стандартов. Стандартизация в микроэлектронике и нанотехнологиях.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Введение. Теоретическая метрология	Физическая величина. Система единиц физических величин. Погрешности результатов измерений. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Случайные величины (СВ). Характеристики СВ.
2	Тема 2. Прикладная метрология	Измерения и их классификация. Средства измерений. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Эталоны
3	Тема 3 Основы метрологии нанотехнологий	Основные свойства наноструктур. Основные принципы нанотехнологий. Методы и средства измерений в нанотехнологиях.
4	Тема 4 Основы метрологии квантовых процессов	Этапы создания метрологии квантовых процессов. Измерение квантовых (субмикроскопических) объектов, их специфика. Средства измерений квантовых процессов
5	Тема 5. Законодательная метрология	Цели и задачи законодательной метрологии. Правовые основы обеспечения единства измерений в РФ. Закон РФ «О техническом регулировании».
6	Тема 6. Техническое регулирование Тема 7. Стандартизация	.Цели применения технических регламентов. Содержание и применение технических регламентов. Виды технических регламентов. Цели стандартизации. Принципы стандартизации. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации

Рекомендуемый перечень тем *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы практических занятий
1	Тема 1. Введение. Теоретическая метрология	Прямые и косвенные однократные измерения. Обработка и представление результатов однократных измерений при наличии систематической погрешности
2	Тема 1. Введение. Теоретическая метрология	Законы распределения случайных погрешностей. Суммирование составляющих погрешности измерений.
3	Тема 2. Прикладная метрология	Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.
4	Тема 2. Прикладная метрология	Рабочие средства измерений. Выбор средств измерений. Условия измерения и контроля. Испытания. Порядок подготовки и проведения аттестации испытательного оборудования
5	Тема 3. Основы метрологии нанотехнологий	Просвечивающий электронный микроскоп. Полуконтактная атомно-силовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия.
6	Тема 3. Основы метрологии нанотехнологий	Сканирующий микроскоп ближнего поля. Атомный силовой микроскоп. Лазерный силовой микроскоп. Протонная микроскопия. Двухлучевые микроскопы.
7	Тема 4. Основы метрологии квантовых процессов	Измерение квантовых (субмикроскопических) объектов, их специфика.
8	Тема 4. Основы метрологии квантовых процессов	Средства измерений квантовых процессов

9	Тема 5. Законодательная метрология	Закон РФ «О техническом регулировании». Закон РФ Об обеспечении единства измерений»
10	Тема 5. Законодательная метрология	Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный метрологический контроль и надзор. Метрологическая служба РФ.
11	Тема 6. Техническое регулирование	Порядок разработки и принятия технических регламентов.
12	Тема 7. Стандартизация	Стандартизация в микроэлектронике и нанотехнологиях.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:* Сотовые системы связи. Услуги и внутренние интерфейсы. Протоколы сети GSM и преобразование речи. Проблемы мониторинга в системах сотовой связи. Методика проведения оценочных испытаний и нормы на показатели качества услуг связи стандарта GSM/GPRS/EDGE/UMTS. Правила технической эксплуатации узлов подвижной связи. Управление сетями связи в стандарте GSM. Оптимизация сети GSM и классификация измерений

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в

профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал

прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Введение. Теоретическая метрология	ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ
2. Прикладная метрология	ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ
3. . Основы метрологии нанотехнологий	ОПК-4	Тестирование, выполнение и защита практических работ
4. . Основы метрологии квантовых процессов	ОПК-4	Тестирование, выполнение и защита практических работ
5. Законодательная метрология	ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
6. Техническое регулирование	ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ
7. Стандартизация	ОПК-3	Тестирование, выполнение и защита практических работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

К теме 1. Введение. Теоретическая метрология

1. Качественной характеристикой физической величины является.....

размерность
погрешность измерений
постоянство во времени
размер

2. Основной единицей системы SI не является ...

ампер
кельвин
кандела
вольт

3. Миллиметр ртутного столба (мм.рт.ст.) является единицей ...

системной
допускаемой к применению в специальных областях
допускаемой к применению наравне с единицами SI
изъятной из употребления

4. Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются ...

совокупными
статистическими
динамическими
косвенными

5. Рабочий эталон применяется для

сличения эталона-копии
сличения эталона сравнения
передачи размера единицы величины рабочим средствам измерений
сличение с государственным эталоном

6. По способу получения информации измерения разделяют...

однократные и многократные
статические и динамические
прямые, косвенные, совокупные и совместные
абсолютные и относительные

К теме 2. Прикладная метрология

1. Единица измерения плоского угла – градус – является ...

допускаемой к применению наравне с единицами SI
изъятая из употребления
временно допускаемой к применению
системной

2. Если результаты измерений изменяющейся во времени величины сопровождаются указанием моментов измерений, то измерения называются ...

статистическими
многократными
динамическими
совокупными

3. Если измеряется разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой, то применен метод ...

дифференциальный
непосредственной оценки
противопоставления
совпадения

4. Сила тяжести определяется измерением массы (с помощью мер) и использованием ускорения свободного падения. Такие измерения называются

абсолютными
относительными
совокупными
прямыми

5. Существенным признаком эталона не является ...

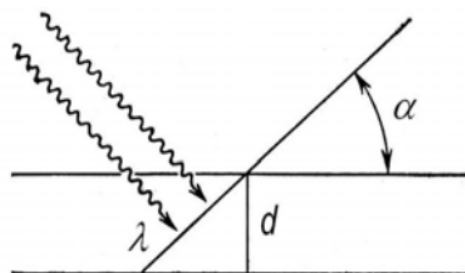
сличаемость
высокое качество изготовления
неизменность
воспроизводимость

6. По метрологическому назначению средства измерений делятся на

основные
эталонные
рабочие
дополнительные

К теме 3. Основы метрологии нанотехнологий

1. **Общая формула для определения интенсивности рентгеновской фотоэлектронной линии:**
 - a. $I = A * B * C$
 - b. $I = (A * B) / C$
 - c. $A = I / (B * C)$
 - d. $A = B * C * I$
2. **Основная характеристика процесса фотоионизации:**
 - a. Номер оболочки атома m
 - b. Сечение фотоионизации σ_{pi}
 - c. Интенсивность I_0
3. **Характеристика образца B определяется следующей общей формулой:**
 - a. $B = c * \lambda$
 - b. $B = c * \rho$
 - c. $B = c * n * \lambda$
4. **Величина λ – это:**
 - a. атомная концентрация элементов в образце
 - b. эмпирическая кривая
 - c. атомный радиус материала образца
 - d. средняя длина свободного пробега (СДСП) фотоэлектронов в образце
5. **На показанном ниже рисунке, чему будет равна длина пройденного фотоэлектронами пути, движущихся к поверхности под углом α :**
 - a. $d / \sin \alpha$
 - b. $d * \sin \alpha$
 - c. $d / (\sin \alpha * \lambda)$
6. **Сколько режимов работы есть у энергоанализатора:**
 - a. 3 (FAT, FRR, FRS)
 - b. 2 (FAT, FRR)
 - c. 4 (FAT, FRR, FRS, ORS)
 - d. 1 (FAT)



7. FAT – это режим работы:

- a. с постоянным коэффициентом замедления
- b. с постоянной энергией пропускания
- c. с постоянными коэффициентами кинетической связи

К теме 4. Основы метрологии квантовых процессов

1. Методы микроскопии (выбрать лишнее):

- 1-оптическая
- 2-электронная
- 3-атомная
- 4-ионная

2. Кем был сконструирован оптический микроскоп в 1610г.?

- 1-Галилеем
- 2-Майкельсоном
- 3-Гуком
- 4-Гюйгенсоном

3. Выбрать метод реконструирования трехмерного рельефа поверхности объемов выше 100нм.

- 1-конфокальная микроскопия
- 2-стереомикроскопия
- 3-стерео триангуляция
- 4- пассивный

4. Выбрать наиболее распространенную интерференционную систему, использующуюся для дистанционных измерений

- 1-интерферометр Фабри-перо
- 2-интерферометр Майкельсона
- 3-интерферометр Релея

5. ЭМ – прибор для наблюдения и фотографирования многократно до (раз)

- 1- 10^{10}
- 2- 10^{16}
- 3- 10^3
- 4- 10^6

6. Какие ЭМ обладают самой высокой разрешенной способностью, превосходя по этому параметру световые микроскопы в несколько тысяч раз?

- 1-ПЭМ
- 2-РЭМ
- 3-ФЭЭМ
- 4-РПЭМ

7. Выбрать крупногабаритные ЭМ (высота от 5 до 15 м)

- 1-СВЭМ
- 2-РЭМ
- 3-ПЭМ
- 4-ФЭЭМ

8. Как называется решетка для структурного преобразования направленного светового пучка?

- 1-изолятор
- 2-растр
- 3-объектив
- 4-детектор

Тема 5. Законодательная метрология

1. Правовые основы подтверждения соответствия продукции (или иных объектов) требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров установлены...

ФЗ «О техническом регулировании»
ФЗ «О защите прав потребителей»
ФЗ «О сертификации продукции и услуг»
ФЗ «О стандартизации»

2. Документом Европейского комитета по стандартизации (СЕН) не содержащим каких-либо нормативных требований, издающимся для ознакомления является...

европейский стандарт (EN)
гармонизированный европейский стандарт
технический отчет (CEN/TR-Technical Report)
Технические условия (CEN/TS-Technical Specification)

3. Международная организация, сфера деятельности которой охватывает стандартизацию во всех областях, за исключением электроники и электротехники, это:

ИСО
ВТО
ЕС
МЭК

4. Сфера применения ФЗ «О техническом регулировании» распространяется...

на положения о бухучете
на правила аудиторской деятельности
на единую сеть связи РФ
на государственные образовательные стандарты
на стандарты эмиссии ценных бумаг
на требования к продукции

на требования к процессам производства продукции
на требования к выполнению работ и оказанию услуг

5. Требования технических регламентов (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») обеспечивают...

биологическую и химическую безопасность
взрывобезопасность, пожарную безопасность
единство измерений
юридическая безопасность
безопасность излучений

Тема 6. Техническое регулирование

Тема 7. Стандартизация

1. Цели и задачи стандартизации в Российской Федерации достигаются соблюдением основных принципов, установленных в ...

правилах по стандартизации
ГОСТ Р ИСО 9001-2001
ГОСТ Р 1.0-2004
законе Российской Федерации «О защите прав потребителей»

2. Знак СЕ, которым маркирована продукция означает...

перспективная разработка
соблюдение требований директив стран ЕС
высокое качество продукции
экономичность при использовании

3. Сфера деятельности ИСО не охватывает области стандартизации

станкостроения
автомобилестроения
единство измерений
электротехники, электроники и радиотехники

4. Основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам выполнения различного рода работ, а также методам контроля этих требований в технологических процессах устанавливают

стандарты на продукцию
стандарты на процессы и работы
стандарты на термины и определения
основополагающие стандарты

5. Стандартизация, участие в которой открыто для национальных органов по стандартизации стран только одного географического, политического или экономического региона – это ...

государственная стандартизация
национальная стандартизация
региональная стандартизация

международная стандартизация

6. Стандарты серии ИСО 9000 разработала...

международная организация по стандартизации
международная электротехническая комиссия
международная организация мер и весов
европейский комитет по стандартизации

7. Цель международной стандартизации – это

устранение технических барьеров в торговле
привлечение предприятий (организаций) к обязательному участию в стандартизации
упразднение национальных стандартов
разработка самых высоких требований

8. Правовые основы подтверждения соответствия продукции (или иных объектов) требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров установлены...

ФЗ «О техническом регулировании»
ФЗ «О защите прав потребителей»
ФЗ «О сертификации продукции и услуг»
ФЗ «О стандартизации»

Типовые задания при выполнении практических работ:

Тема 1. Введение. Теоретическая метрология

Вопросы для обсуждения:

1. Из каких разделов состоит метрология?
2. Дайте определение физической величины.
3. Назовите основные единицы физических величин СИ.
4. Назовите виды погрешностей измерений.
5. Дайте определение и приведите примеры систематической погрешности.
6. Какая погрешность называется случайной?
7. Назовите формы описания закона распределения случайных величин.
8. Какие виды оценок результата измерений вы знаете?

Тема 2. Прикладная метрология

Вопросы для обсуждения:

1. Дайте определение измерения.
2. Назовите основные квалификационные признаки методов измерений.
3. Какие технические устройства относятся к средствам измерений?
4. Чем отличаются измерительная система и измерительная установка?
5. Какие метрологические характеристики средств измерений вы знаете?

6. Определение и классификация эталонов.
7. Дайте определения поверки и калибровки средств измерений.
8. Типы поверочных схем и их использование.
9. Какие виды испытаний объектов вы знаете?
10. Определите виды аттестации испытательного оборудования.

Тема 3. Основы метрологии нанотехнологий

Вопросы для обсуждения:

1. Чем ограничиваются возможности оптической микроскопии?
2. Объясните, в чем разница двух подходов в развитии нанотехнологий: «сверху-вниз» и «снизу-вверх».
3. Как устроен просвечивающий электронный микроскоп?
4. Особенности растрового электронного микроскопа.
5. Какой квантово-механический эффект заложен в основу СТМ?
6. Разновидности сканирующих зондовых микроскопов.
7. Принцип действия АСМ.
8. Основные преимущества лазерного силового микроскопа.
9. Что можно определить по протонограмме в протонной микроскопии?
10. Комбинация каких технологий используется в двухлучевых микроскопах?

Тема 4. Основы метрологии квантовых процессов

Вопросы для обсуждения:

1. Что лежит в основе квантовых измерений?
2. Определите макроскопическое отображение движения элементарной частицы.
3. Какие устройства фиксируют макроскопическое отображение?
4. Какие средства измерений применяются в квантовой метрологии?
5. Устройство камеры Вильсона и измеряемые в ней параметры.
6. Отличие в применении искровой и пузырьковой камер.
7. Какие преимущества стримерной камеры по сравнению с искровой?
8. Для каких измерений используется ионизационная камера?
9. Какие виды счетчиков Гейгера вы знаете?
10. Назовите средство для измерения масс заряженных элементарных частиц.
11. Для каких измерений используются полупроводниковые детекторы?

Тема 5. Законодательная метрология

Вопросы для обсуждения:

1. Какие нормативные акты определяют деятельность по обеспечению единства измерений?

2. Что определяют основные статьи закона «Об обеспечении единства измерений»?
3. Основные причины принятия закона «О техническом регулировании».
4. Цель, задачи и состав ГСИ.
5. Виды государственного метрологического контроля и надзора.
6. Какие организации включены в государственную метрологическую службу РФ.

Тема 6. Техническое регулирование

Вопросы для обсуждения:

1. Укажите основные направления деятельности по техническому регулированию.
2. Определение технического регламента.
3. С какой целью применяется технический регламент?
4. Какие требования устанавливает технический регламент?
5. Какой порядок разработки технического регламента?
6. Каким образом принимается технический регламент?
7. В чем заключается особый порядок принятия технического регламента?
8. Какие основания ответственности контролируемых субъектов установлены в законе?
9. Кто является субъектами ответственности при невыполнении требований технических регламентов?
10. Каким путем реализуется ответственность субъектов?

Тема 7. Стандартизация

Вопросы для обсуждения:

1. Что такое стандартизация?
2. Назовите основные цели и принципы стандартизации.
3. Какие методы стандартизации вы знаете?
4. Какие международные организации в области стандартизации вам известны?
5. Назовите национальный орган России по стандартизации.
6. Каковы основные функции национального органа по стандартизации?
7. Назовите основные документы в области стандартизации.
8. Какие стандарты в области нанотехнологий приняты в России?
9. Какие направления стандартизации в области нанотехнологий формируются в России?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (зачета)

1. Физическая величина.
2. Система единиц физических величин.

3. Погрешности результатов измерений. Систематические погрешности. Случайные погрешности.
4. Случайные величины (СВ). Характеристики СВ.
5. Суммирование составляющих погрешности измерений.
6. Измерения и их классификация.
7. Средства измерений. Классификация средств измерений.
8. Метрологические характеристики средств измерений
9. Эталоны. Совершенствование эталонной базы.
10. Рабочие средства измерений. Выбор средств измерений.
11. Испытания. Порядок подготовки и проведения аттестации испытательного оборудования.
12. Метрологическая экспертиза технической документации.
13. Метрологическое обеспечение изделий на всем их жизненном цикле. Система менеджмента измерений.
14. Основные свойства наноструктур.
15. Основные принципы нанотехнологий.
16. Методы и средства измерений в нанотехнологиях.
17. Просвечивающая электронная микроскопия.
18. Растровая электронная микроскопия.
19. Сканирующая туннельная микроскопия.
20. Сканирующий зондовый микроскоп.
21. Сканирующий микроскоп ближнего поля.
22. Атомный силовой микроскоп.
23. Лазерный силовой микроскоп.
24. Протонная микроскопия.
25. Двухлучевые микроскопы.
26. Этапы создания метрологии квантовых процессов.
27. Измерение квантовых (субмикроскопических) объектов, их специфика.
28. Средства измерений квантовых процессов.
29. Цели и задачи законодательной метрологии.
30. Правовые основы обеспечения единства измерений в РФ.
31. Закон РФ «О техническом регулировании».
32. Государственная система обеспечения единства измерений.
33. Государственный метрологический контроль и надзор.
34. Метрологическая служба РФ.
35. Цели применения технических регламентов.
36. Содержание и применение технических регламентов.
37. Виды технических регламентов.
38. Порядок разработки и принятия технических регламентов.
39. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
40. Цели стандартизации.
41. Принципы стандартизации.
42. Организация работ по стандартизации.
43. Документы в области стандартизации.

- 44.Виды стандартов
 45.Применение документов в области стандартизации.
 46.Международная стандартизация.
 47.Классификация стандартов.
 48.Стандартизация в микроэлектронике и нанотехнологиях.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Эрастов В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В. Е. Эрастов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 1 on-line, 196 с. - (Высшее образование - бакалавриат). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1834663>

Дополнительная литература

1. Схиртладзе А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. - 539 с. - Библиогр.: с. 777-780. - ISBN 978-5-94178-208-6
2. Герасимова Е. Б. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. - 223 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 218-220 (38 назв.). - ISBN 978-5-91134-203-6. - ISBN 978-5-16-009000-9
3. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / под ред. А. С. Сигова. - 3-е изд. - Москва: Форум, 2014. - 328 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 323-326 (67 назв.). - ISBN 978-5-91134-294-1
4. Мочалов В. Д. Метрология, стандартизация и сертификация. Взаимозаменяемость и технические измерения: учеб. пособие для вузов / В. Д. Мочалов, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 263 с. : табл. - Вариант загл.: Взаимозаменяемость и технические измерения. - Библиогр.: с. 263 (11 назв.). - ISBN 978-5-94178-289-5
5. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 838, [1] с.: ил., табл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Библиогр.: с. 832-838 (100 назв.). - ISBN 978-5-9916-1954-7. - ISBN 978-5-9692-1356-2
6. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / Ю. В. Димов. - [4-е изд.]. - Москва [и др.]: Питер, 2013. - 496 с.: ил. - (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 494-496 (50 назв.). - ISBN 978-5-496-00033-8

7. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для бакалавров вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - М.: Юрайт, 2012. - 813 с.: ил., табл. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-1561-7

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

1. Учебная аудитория на 25 человек. Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.
2. Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»

Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы моделирования и оптимизации»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составители: профессор ОНК «Институт высоких технологий» Кшевецкий С.П.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины – «Методы моделирования и оптимизации».

Целью освоения дисциплины «Методы моделирования и оптимизации» является изучение студентами:

- основных моделей инфокоммуникационных систем и сетей для определения целесообразности использования определенных инфокоммуникационных систем при решения конкретных задач организации сетей передачи информации.

Задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление студентов с основными методами моделирования инфокоммуникационных систем и сетей;
- получение студентами необходимых знаний по общим подходам к анализу сетей передачи информации и принципам работы систем телекоммуникаций.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Имеет представление о фундаментальных законах природы и основных физических и математических принципах и методах накопления, передачи и обработки информации ОПК-1.2. Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций	Знать основные понятия теории моделирования и оптимизации Уметь применять методы моделирования и оптимизации при анализе сетей. Владеть: основными понятиями теории моделирования и оптимизации
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач	ОПК-4.1. Знаком с основными методами обработки экспериментальных данных с помощью современного специализированного программно-математического обеспечения при решении научно-исследовательских задач ОПК-4.2. Использует современное специализированное программно-математическое обеспечение для решения задач приема, обработки и передачи информации и проведения исследований в области инфокоммуникаций ОПК-4.3. Владеет методами компьютерного моделирования и обработки информации с помощью специализированного программно-математического обеспечения	Знать основные понятия теории моделирования и оптимизации Уметь применять и разрабатывать программы для моделирования и оптимизации Владеть: основными понятиями теории моделирования и оптимизации

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы моделирования и оптимизации» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.	Понятие операции, принятие решений, математическая модель операции. Критерии оптимальности и ограничения, общая характеристика методов оптимизации. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях. Применение метода Монте-Карло к решению задач моделирования и оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях
2	Тема 2. Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации.	Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации. Теория игр и оптимизация конфликтных ситуаций. Матричные игры. Игра с природой. Постановка и аналитические методы решения оптимизированных задач в условиях определенности.
3	Тема 3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска. Методы регулярного поиска оптимальных решений. Градиентный метод с постоянным параметром шага. Метод наискорейшего спуска. Метод оврагов. Метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Метод Давидона-Флетчера – Пауэлла. Учет ограничений в нелинейном программировании (метод штрафных функций, метод возможных направлений, метод проекции градиента, метод неопределенных множителей Лагранжа). Метод случайного поиска определенного решения (гомеостатический метод, метод последовательного случайного поиска, метод случайного блуждания)

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.	Понятие операции, принятие решений, математическая модель операции. Критерии оптимальности и ограничения, общая характеристика методов оптимизации.
2	Тема 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.	Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях. Применение метода Монте-Карло к решению задач моделирования и оптимизации в инфокоммуникационных

		системах и сетях.
3	Тема 2. Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации.	Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации.
4	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.
5	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Методы регулярного поиска оптимальных решений. Градиентный метод с постоянным параметром шага. Метод наискорейшего спуска. Метод оврагов. Метод Ньютона. Метод Ньютона- Рафсона. Метод Давидона- Флетчера – Пауэлла.
6	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Учет ограничений в нелинейном программировании (метод штрафных функций, метод возможных направлений, метод проекции градиента, метод неопределенных множителей Лагранжа).

Рекомендуемый перечень тем работ *(при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических работ
1	Тема 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.	Разработка компьютерных программ для решения базовых вычислительных задач
2	Тема 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.	Разработка компьютерных программ для решения задач поиска экстремумов функций классическими методами
3	Тема 2. Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации.	Разработка компьютерных программ для решения обыкновенных дифференциальных уравнений
4	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Разработка компьютерных программ для решения задач поиска экстремумов методом Ньютона
5	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Разработка компьютерных программ для решения задач поиска экстремумов методом наискорейшего спуска
6	Тема3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	Разработка вычислительных методов и программ для решения задач поиска экстремумов функций при дополнительных условиях

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и основные проблемы моделирования. Понятие оптимизации и основные методы моделирования и оптимизации. Сначала студенты знакомятся с базовыми понятиями математического моделирования. С вычислениями нужных математических объектов, с теорией и практикой решения дифференциальных уравнений. Затем вводятся основные методы поиска экстремумов функций одной и нескольких переменных. Наконец студенты знакомятся с полной постановкой задач оптимизации и с основными методами решения оптимизационных задач. При этом студенты сами разрабатывают компьютерные программы, осуществляющие алгоритмы. При моделировании на компьютере воспроизводятся реальные процессы в исследуемом объекте, исследуются особые случаи, воспроизводятся реальные и гипотетические критические ситуации. Основным достоинством моделирования является возможность проведения разнообразных экспериментов с исследуемым объектом, не прибегая к физической реализации, что позволяет предсказать и предотвратить большое число неожиданных ситуаций в процессе эксплуатации, которые могли бы привести к неоправданным затратам, а может, и к порче оборудования.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее изучение нужных теоретических понятий, продумать методику проведения лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое

обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях	ОПК-1	Контроль разработанных методов и программ
Тема 2. Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации.	ОПК-4	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.	ОПК-4	Контроль разработанных методов и программ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

8.2.1 Практические задания

Целью практических заданий является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Проверяемые компетенции:

Способность представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора (ОПК-1)

Примеры.

К теме 1. Основные понятия исследования операций и принятия оптимальных решений. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.

Контрольная работа

1. Понятие целевой функции. Метод множителей Лагранжа, Способность разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач (ОПК-4)

К теме 2. Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации.

Контрольная работа

2. Методы решения задач оптимизации.

К теме 3. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.

Практическое задание.

Разработать программу поиска минимума функции методом наискорейшего спуска

К теме 1.

Работа №1. Численное вычисление производных и интегралов функций

1. Цель работы:

Ознакомление с методами численного вычисления производных и интегралов.

Получение навыков программирования.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Разностные аппроксимации производных.
2. Численные методы вычисления интегралов.
3. Логические операторы в языках программирования.
4. Операторы цикла в языках программирования.

К теме 2.

Работа №2. Поиск экстремума целевой функции одной переменной методом деления отрезка пополам.

1. Цель работы

Изучить метод поиска экстремума целевой функции одной переменной методом деления отрезка пополам.

Получить практические навыки разработки простейших компьютерных программ.

Получить практические навыки работы с компьютером и программами.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. В чем суть метода поиска экстремума целевой функции деления отрезка пополам? .
2. Доказать сходимость метода деления отрезка пополам.
3. Что такое подпрограммы и для чего их используют?
4. Что такое основная подпрограмма?

К теме 2.

Работа №3. Изучение методов и разработка компьютерных программ для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

1. Цель работы

-Изучить методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

-Получить навыки в построении методов и программ для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Как ставится задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения?
2. Что такое устойчивость?
3. Что такое сходимость?
4. Как сходимость связана с устойчивостью?

5. Вольт-амперная характеристика варикапа, ее характерные особенности?
6. Примеры популярных методов численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

К теме 2.

Работа №4. Изучение метода Ньютона и разработка компьютерной программы для нахождения экстремумов целевой функции методом Ньютона.

1. Цель работы

Изучить назначение, выполнить разработку компьютерной программы для поиска экстремума целевой функции методом Ньютона.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Что такое экстремум?
2. Условия экстремума для дифференцируемой функции ?
3. В чем суть метода Ньютона?
4. Доказать, что метод Ньютона дает экстремум в пределе.

Изучение метода Ньютона и разработка компьютерной программы для нахождения экстремумов целевой функции методом Ньютона.

К теме 3.

Работа №5. Разработка методов и компьютерных программ для решения задач поиска экстремумов целевой функции методом наискорейшего спуска.

1. Цель работы

Изучить назначение, выполнить разработку компьютерной программы для поиска экстремума целевой функции методом наискорейшего спуска.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

5. Что такое экстремум?
6. Условия экстремума для дифференцируемой функции нескольких переменных ?
7. В чем суть метода градиентного спуска?
8. Доказать, что метод градиентного спуска дает экстремум в пределе.

К теме 3.

Работа №6. Разработка вычислительных методов и программ для решения задач поиска экстремумов целевой функций при дополнительных условиях

1. Цель работы.

Приобретение навыков построения вычислительных методов и программ для решения задач поиска экстремумов функций при дополнительных условиях.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Как формулируется задача о поиске экстремума оптимизируемой целевой функции при дополнительных условиях?
2. Примеры дополнительных условий?
3. Примеры целевой функции?
4. Что такое метод множителей Лагранжа?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Понятие технологической операции как совокупность механических и других действий с целью получения основных характеристик создаваемого изделия.
2. Операции при конструировании РЭС.
3. Выбор критерия оптимальности и выделение ограничений.
4. Целевая функция.
5. Математический критерий оптимальности.
6. Методы одномерного и многомерного поиска оптимального решения.
7. Методы условной (относительной) и безусловной (абсолютной) оптимизации.
8. Методы локальной и глобальной оптимизации.
9. Аналитические (классические) методы оптимизации.
10. Методы регулярного поиска.
11. Методы случайного поиска.
12. Методы принятия оптимальных решений в условиях определенности и в условиях неопределенности.
13. Применение методов оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.
14. Применение метода Монте-Карло к решению задач моделирования и оптимизации в инфокоммуникационных системах и сетях.
15. Понятие задач оптимизации.
16. Общий порядок решения задач оптимизации. С
17. Способы построения целевой функции.

18. Теория игр и оптимизация конфликтных ситуаций.
19. Метод динамического программирования.
20. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска.
21. Градиентный метод с постоянным параметром шага.
22. Метод наискорейшего спуска.
23. Метод оврагов.
24. Метод Ньютона.
25. мМтод последовательного случайного поиска.
26. Метод случайного блуждания).

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Григорьевых, Е. А. Моделирование радиотехнических и телекоммуникационных устройств : учебное пособие / Е. А. Григорьевых, Д. Г. Хафизов, Р. Г. Хафизов. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. - 92 с. - ISBN 978-5-8158-2323-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2074372>
2. Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов : учебное пособие для вузов / Г. В. Смирнов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. - 176 с. - ISBN 978-5-9912-0772-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1911626>

Дополнительная литература

1. Моделирование систем : практикум / сост. Р. В. Кузьменко, Н. А. Андреева, Е. В. Корчагина [и др.]. - Иваново : ПресСто, 2022. - 96 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1998971>
2. Бабаш, А. В. Моделирование системы защиты информации. Практикум : учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). — DOI: <https://doi.org/10.29039/01848-4>. - ISBN 978-5-369-01848-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2038247>
3. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учебное пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/14347. - ISBN 978-5-16-010185-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1939079>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>

- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 324 «Компьютерного моделирования»

Состав лабораторного оборудования:

10 комплектов персональных компьютеров с предустановленным необходимым программным обеспечением и с сетью Интернет и с большими дисплеями

Блоки бесперебойного питания для персональных компьютеров

Принтеры

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы и сети пакетной коммутации»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Захаров Артём Игоревич, старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Системы и сети пакетной коммутации».

Цель дисциплины «Системы и сети пакетной коммутации» - формирование у студентов профессиональных компетенций в области современных сетевых информационных технологий, практических навыков методов построения и обслуживания сетевых информационных систем.

Задачами дисциплины являются -формирование системного представления структуры и принципов функционирования различных видов информационных сетей; формирование умений и навыков эксплуатации информационной инфраструктуры; освоение сетевых информационных технологий и методик реализации и внедрения информационных сетей; освоение методов, технологий и методик проектирования информационных сетей.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач. УК-6.2. Определяет способы совершенствования собственной деятельности и ее приоритеты на основе самооценки. УК-6.3. Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию	Знать: <i>Содержание типовых работ по диагностике, анализу и эксплуатации типовых инфокоммуникационных сетей. Этапы, принципы и правила монтажа и настройки инфокоммуникационного оборудования, функционирование основных сетевых протоколов и служб.</i> Уметь: <i>осуществлять работы по диагностике, анализу и эксплуатации типовых инфокоммуникационных сетей. Осуществлять настройку инфокоммуникационного оборудования в соответствии с техническими требованиями к инфокоммуникационной инфраструктуре объекта, проводить монтаж инфокоммуникационного оборудования.</i> Владеть: <i>техническими средствами диагностики, анализу и эксплуатации типовых инфокоммуникационных сетей. техническими средствами монтажа, настройки и тестирования инфокоммуникационного оборудования.</i>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы и сети пакетной коммутации» представляет собой дисциплину факультативной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в сетевые технологии	Сетевое программное обеспечение. Сетевые службы и сервисы. Сетевая операционная система. Сетевые приложения. Физическая передача данных по линиям связи. Кодирование. Характеристики физических каналов. Топология физических связей. Адресация узлов сети. Коммутация. Обобщенная задача коммутации. Определение информационных потоков. Маршрутизация. Продвижение данных. Мультиплексирование и демуплексирование. Разделяемая среда передачи данных. Типы коммутации.
2	Тема 2. Технологии физического уровня стека TCP/IP в ЛВС.	Классификация линий связи. Физическая среда передачи данных. Аппаратура передачи данных. Характеристики линий связи. Типы кабелей. Экранированная и неэкранированная витая пара. Волоконно-оптический кабель. Структурированная кабельная система зданий. Дискретизация аналоговых сигналов. Методы линейного кодирования. Выбор способа кодирования. Потенциальный код NRZ. Биполярное кодирование AMI. Потенциальный код NRZI. Биполярный импульсный код. Манчестерский код. Избыточные коды. Обнаружение и коррекция ошибок. Методы обнаружения ошибок. Методы коррекции ошибок.
3	Тема 3. Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС.	Общая характеристика протоколов локальных сетей на разделяемой среде. Стандартная топология и разделяемая среда. Стандартизация протоколов локальных сетей. Ethernet со скоростью 10 Мбит/с на разделяемой среде. MAC-адреса. Форматы кадров технологии Ethernet. Доступ к среде и передача данных. Возникновение коллизии. Время оборота и распознавание коллизий. Беспроводные локальные сети IEEE 802.11. Стек протоколов IEEE 802.11. Распределенный режим доступа. Централизованный режим доступа. Логическая структуризация сетей и мосты. Алгоритм прозрачного моста IEEE 802.1D. Топологические ограничения при применении мостов в локальных сетях. Алгоритм покрывающего дерева. Протокол STP. Версия RSTP. Виртуальные локальные сети. Назначение виртуальных сетей. Создание виртуальных сетей на базе одного коммутатора. Создание виртуальных сетей на базе нескольких коммутаторов. Конфигурирование VLAN. Альтернативные маршруты в виртуальных локальных сетях.
4	Тема 4. Адресация по протоколу IPv4 и IPv6.	Типы адресов стека TCP/IP. Сетевые IP-адреса. Формат IP-адреса. Классы IP-адресов. Особые IP-адреса. Использование масок при IP-адресации. Порядок назначения IP-адресов. Назначение адресов автономной сети. Централизованное распределение адресов. Адресация и технология CIDR. IPv6 как развитие стека TCP/IP. Система адресации протокола IPv6.
5	Тема 5. Протоколы маршрутизации RIP, OSPF, BGP.	Общие свойства и классификация протоколов маршрутизации. Протокол RIP. Построение

		таблицы маршрутизации. Адаптация маршрутизаторов RIP к изменениям состояния сети. Пример заикливания пакетов. Методы борьбы с ложными маршрутами в протоколе RIP. Протокол OSPF. Этапы построения таблицы маршрутизации. Метрики. Маршрутизация в неоднородных сетях. Взаимодействие протоколов маршрутизации. Внутренние и внешние шлюзовые протоколы. Протокол BGP. Групповое вещание. Стандартная модель группового вещания IP. Адреса группового вещания. Протокол IGMP. Принципы маршрутизации трафика группового вещания. Протоколы маршрутизации группового вещания.
6	Тема 6. Протоколы транспортного уровня TCP/IP: TCP, UDP.	Мультиплексирование и демуплексирование приложений. Порты. Сокеты. Протокол UDP и UDP-дейтаграммы. Протокол TCP и TCP-сегменты. Методы квитирования. Реализация метода скользящего окна в протоколе TCP. Параметры управления потоком в TCP.
7	Тема 7. Сетевые информационные службы.	Общие принципы организации сетевых служб. Веб-служба. Протокол HTTP. Почтовая служба. Электронные сообщения. Протокол SMTP. Непосредственное взаимодействие клиента и сервера. Схема с выделенным почтовым сервером. Схема с двумя почтовыми серверами-посредниками. Протоколы POP3 и IMAP. IP-телефония. Стандарты H.323. Стандарты на основе протокола SIP. Связь телефонных сетей через Интернет. Третье поколение сетей IP-телефонии. Распределенные шлюзы и программные коммутаторы.
9	Тема 9. Технологии глобальных сетей: MPLS	Базовые принципы и механизмы MPLS. Совмещение коммутации и маршрутизации. Пути коммутации по меткам. Заголовок MPLS и технологии канального уровня. Стек меток. Протокол LDP. Инжиниринг трафика в MPLS. Мониторинг состояния путей LSP. Тестирование путей LSP. Трассировка путей LSP. Протокол двунаправленного обнаружения ошибок продвижения. Отказоустойчивость путей в MPLS. Общая характеристика. Использование иерархии меток для быстрой защиты.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Серверные операционные системы	Обзор и анализ существующих серверных операционных систем.
2	Тема 2. Программное обеспечение сетевых операционных систем	Ознакомление с программным обеспечением сетевых операционных систем, в том числе Cisco IOS.
3	Тема 3 Сетевое обеспечение	Ознакомление с различными типами сетевых устройств и их функциональными характеристиками
4	Тема 4 Планирование и организация сетевой инфраструктуры предприятия	Изучения основ проектирования сетевой инфраструктуры предприятия.
5	Тема 5 Шифрование симметричными и асимметричными ключами	Ознакомление с принципами симметричного и несимметричного шифрования и их применением в различных технологиях передачи данных.

Рекомендуемый перечень тем *практических работ*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических работ
1	Тема 1. Установка и первый запуск программных пакетов GNS3 и VirtualBox	Ознакомление с программными продуктами GNS3 и VirtualBox и основами их использования.
2	Тема 2 Работа с операционной системой Cisco IOS	Изучение основ работы с операционной системой Cisco IOS
3	Тема 5 Виртуальные локальные сети VLAN	Настройка виртуальных локальных сетей и создание магистральных соединений между коммутаторами
4	Тема 6 Дополнительные функции коммутаторов: Spanning Tree Protocol, EtherCannel, BPDU Guard, PortFast, Port Security	Изучение дополнительных функций коммутаторов, необходимых для обеспечения безопасности и эффективности их работы
5	Тема 7 Протокол IPv4	Изучение протокола IPv4, способом адресации и дополнительных функций протокола IPv4.
6	Тема 8 IP маршрутизация	Настройка статических маршрутов в стеке протоколов TCP/IP
7	Тема 9 Протокол IPv6	Изучение протокола IPv6, способом адресации и дополнительных функций протокола IPv6.
8	Тема 10 Протокол OSPF	Настройка маршрутов в IP сетях по протоколу OSPF
9	Тема 11 Расширенный протокол OSPF	Настройка дополнительных функций маршрутов в IP сетях по протоколу OSPF

Требования к самостоятельной работе студентов

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – метод кодирования, включающий комментирование новых данных, оценку их значения,

постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

- План представляет собой перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике, и позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов научного труда, быстро и глубоко проникнуть в сущность его построения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.

- Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном порядке наиболее важные мысли автора, статистические и другие сведения. В отдельных случаях допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.

- Тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала, в них отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Тезисы оказываются незаменимыми для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.

- К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Аннотация пишется почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.

- Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и

свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

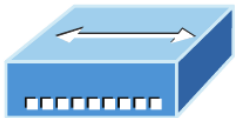
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение в сетевые технологии	УК-6	Тестирование
Тема 2. Технологии физического уровня стека TCP/IP в ЛВС.	УК-6	Тестирование
Тема 3. Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС.	УК-6	Тестирование
Тема 4. Адресация по протоколу IPv4 и IPv6.	УК-6	Тестирование
Тема 5. Протоколы маршрутизации RIP, OSPF, BGP.	УК-6	Тестирование
Тема 6. Протоколы транспортного уровня TCP/IP: TCP, UDP.	УК-6	Тестирование
Тема 7. Сетевые информационные службы.	УК-6	Тестирование
Тема 8. Транспортные технологии глобальных сетей.	УК-6	Тестирование

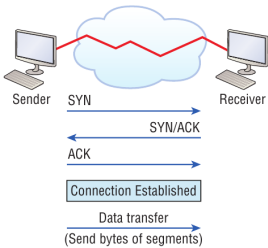
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 9. Технологии глобальных сетей: MPLS	УК-6	Тестирование
Тема 10. Технологии глобальных сетей. Ethernet операторского класса.	УК-6	Тестирование
Тема 11. Технологии безопасности инфокоммуникационных сетей.	УК-6	Тестирование

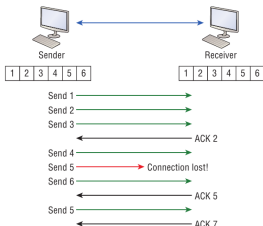
8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

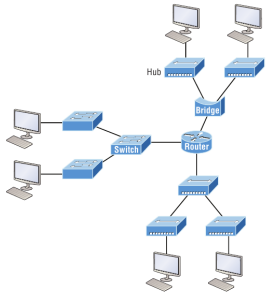
Типовые тестовые задания:

По теме 1. Введение в сетевые технологии

Вопрос	Варианты ответов	Правильный ответ		
Какое из следующих утверждений верно для показанного ниже устройства? (Выберите все, что подходит.) 	1. Устройство включает в себя один домен коллизий и один широковещательный домен	1	1	Введение в сетевые технологии и
	2. Устройство включает в себя один домен коллизий и 10 широковещательных доменов.			
	3. Устройство включает 10 доменов коллизий и один широковещательный домен.			
	4. Устройство включает в себя один домен коллизий и 10 широковещательных доменов.			
	5. Устройство включает 10 доменов коллизий и 10 широковещательных доменов.			
Какие из следующих утверждений о PDU верны?	1. Сегмент содержит IP-адреса.	2	2	Введение в сетевые технологии и
	2. Пакет содержит IP-адреса.			
	3. Сегмент содержит MAC-адреса.			
	4. Пакет содержит MAC-адреса			
Вы являетесь администратором компьютерной сети в своей компании.	1. Концентратор	3	2	Введение в сетевые технологии и
	2. Коммутатор			
	3. Маршрутизатор			
	4. Мост			

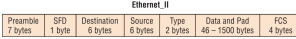
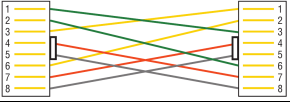
Открывается новый филиал, и вы выбираете необходимое оборудование для поддержки сети. Будет две группы компьютеров, каждая из которых будет организована по отделам. Компьютерам группы продаж будут назначены IP-адреса от 192.168.1.2 до 192.168.1.50. Группе «Учет» будут назначены IP-адреса от 10.0.0.2 до 10.0.0.50. Какой тип устройства следует выбрать для соединения двух групп компьютеров, чтобы можно было передавать данные?								
Самый эффективный способ уменьшить перегрузку в локальной сети - это _____ ?	<table><tr><td>1. Обновите сетевые карты</td></tr><tr><td>2. Поменяйте кабели на CAT 6</td></tr><tr><td>3. Заменить хабы на коммутаторы</td></tr><tr><td>4. Обновите процессоры в маршрутизаторах</td></tr></table>	1. Обновите сетевые карты	2. Поменяйте кабели на CAT 6	3. Заменить хабы на коммутаторы	4. Обновите процессоры в маршрутизаторах	3	1	Введение в сетевые технологии и
1. Обновите сетевые карты								
2. Поменяйте кабели на CAT 6								
3. Заменить хабы на коммутаторы								
4. Обновите процессоры в маршрутизаторах								
Какая процедура показана на схеме ниже? 	<table><tr><td>1. управление потоком</td></tr><tr><td>2. управление окном TCP</td></tr><tr><td>3. установление сеанса TCP</td></tr><tr><td>4. надежная доставка</td></tr></table>	1. управление потоком	2. управление окном TCP	3. установление сеанса TCP	4. надежная доставка	3	2	Введение в сетевые технологии и
1. управление потоком								
2. управление окном TCP								
3. установление сеанса TCP								
4. надежная доставка								
Вам необходимо обеспечить сетевое подключение 150 клиентским компьютерам, которые будут находиться в одной подсети, и каждому	<table><tr><td>1. Концентратор</td></tr><tr><td>2. Коммутатор</td></tr><tr><td>3. Маршрутизатор</td></tr><tr><td>4. Мост</td></tr></table>	1. Концентратор	2. Коммутатор	3. Маршрутизатор	4. Мост	2	2	Введение в сетевые технологии и
1. Концентратор								
2. Коммутатор								
3. Маршрутизатор								
4. Мост								

клиентскому компьютеру должна быть выделена полоса пропускания. Какое устройство следует использовать для выполнения этой задачи?				
Какая функция TCP проиллюстрирована ниже? (выберите несколько) 	1. управление потоком 2. управление окном TCP 3. установление сеанса TCP 4. надежная доставка	2,4	2	Введение в сетевые технологии
Что из следующего является примером маршрутизируемого протокола?	1. EIGRP 2. IP 3. OSPF 4. BGP	2	2	Введение в сетевые технологии
Что из перечисленного НЕ является функцией, выполняемой на прикладном уровне модели OSI?	1. электронная почта 2. преобразование данных и форматирование кода 3. передача файлов 4. клиент-серверные процессы	2	2	Введение в сетевые технологии
Какой из следующих уровней модели OSI был позже разделен на два уровня?	1. представительский 2. транспортный 3. канальный 4. физический	3	2	Введение в сетевые технологии
Примером устройства, которое работает на физическом уровне, является	1. Концентратор 2. Коммутатор 3. Маршрутизатор 4. Мост	1	1	Введение в сетевые технологии
Какое из следующих утверждений о маршрутизаторах неверно?	1. По умолчанию они пересылают широковещательный трафик 2. Они могут фильтровать сетевой трафик на основе информации сетевого уровня. 3. Они выполняют выбор пути 4. Они выполняют коммутацию пакетов	4	1	Введение в сетевые технологии

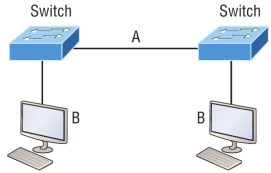
Коммутаторы разделяют _____ домены, маршрутизаторы разделяют _____ домены.	1. широковещательные, широкосетевые	3	2	Введение в сетевые технологии
	2. коллизий, коллизий			
	3. коллизий, широковещательные			
	4. широковещательные, коллизий			
Сколько доменов коллизий представлено на диаграмме ниже? 	1. восемь	2	3	Введение в сетевые технологии
	2. девять			
	3. десять			
	4. одиннадцать			
Какой из следующих уровней модели OSI НЕ участвует в определении того, как приложения на конечных станциях будут взаимодействовать друг с другом, а также с пользователями?	1. Транспортный	1	2	Введение в сетевые технологии
	2. Прикладной			
	3. Представительский			
	4. Сеансовый			
Выберите устройство, работающее на всех уровнях модели OSI?	1. Сетевой хост	1	2	Введение в сетевые технологии
	2. Коммутатор			
	3. Маршрутизатор			
	4. Мост			

По теме 2. Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС.

На каком типе устройства может возникнуть ситуация, показанная на схеме?	1. Концентратор	1	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
	2. Коммутатор			
	3. Маршрутизатор			
	4. Мост			

				
В показанном кадре Ethernet II, какова функция раздела, обозначенного «FCS»? 	1. Позволяет принимающим устройствам блокировать входящий битовый поток. 2. Обнаружение ошибок 3. Определяет протокол верхнего уровня 4. Идентифицирует передающее устройство.	2	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Метод конкуренции, используемый Ethernet, называется _____.	1. Передача токена 2. CSMA/CD 3. Голосование 4. CSMA/CA	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
В каких из следующих ситуаций нельзя использовать полнодуплексный режим?	1. При подключении от коммутатора к коммутатору 2. При подключении от маршрутизатора к маршрутизатору 3. При подключении от хоста к хосту 4. При подключении от хоста к концентратору	4	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Между какими устройствами вы могли бы использовать кабель с схемой расположения выводов, показанной ниже? 	1. При подключении от коммутатора к коммутатору 2. При подключении от маршрутизатора к маршрутизатору 3. При подключении от хоста к хосту 4. При подключении от хоста к концентратору	4	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Для какого типа кабеля используется показанная здесь схема расположения выводов? 	1. Волоконно-оптический кабель 2. Перекрестный кабель Gigabit Ethernet 3. Прямой кабель FastEthernet 4. Коаксиальный кабель	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС

Что из следующего является неправильным при настройке программы эмуляции терминала?	1. Битовая скорость: 9600 2. Четность: нет 3. Управление потоком: нет 4. Биты данных: 1	4	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Для какого типа кабеля используется схема выводов, показанная ниже? 	1. Оптического кабеля 2. Консольного кабеля 3. Прямого кабеля 4. Перекрестного кабеля	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Что из перечисленного НЕ является одним из действий, выполняемых при работе CSMA/CD при возникновении конфликта?	1. Jam-последовательность информирует все устройства о коллизии. 2. Коллизия вызывает алгоритм случайной задержки в системах, имеющих отношение к коллизии. 3. Каждое устройство в сегменте Ethernet прекращает передачу на короткое время, пока не истечет их таймер отсрочки передачи. 4. Все хосты имеют равный приоритет для передачи после истечения таймеров.	4	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Какое из следующих утверждений неверно в отношении Ethernet?	1. В полнодуплексном режиме очень мало коллизий. 2. Для каждого полнодуплексного узла требуется выделенный порт коммутатора. 3. Сетевая карта хоста и порт коммутатора должны поддерживать полнодуплексный режим, чтобы использовать полнодуплексный режим. 4. По умолчанию хосты 10Base-T и 100Base-T работают в полудуплексном режиме со скоростью 10 Мбит/с, если механизм	1	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС

	автоопределения не работает.			
На схеме ниже укажите типы кабелей, необходимые для соединения узлов А и В. 	1. А – перекрестный, В – перекрестный 2. А – перекрестный, В – прямой 3. А – прямой, В – прямой 4. А – прямой, В – перекрестный	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Кабель, используемый для подключения к консольному порту на маршрутизаторе или коммутаторе, называется _____ кабелем.	1. Перекрестным 2. Консольным 3. Прямым 4. Полнодуплексным	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Какие из следующих элементов составляют сокет?	1. IP-адрес и MAC-адрес 2. IP-адрес и номер порта 3. Номер порта и MAC-адрес 4. MAC-адрес и DLCI	2	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Семиуровневая модель OSI. Общие принципы построения.
2. Стек протоколов TCP/IP.
3. Технологии локальных сетей: Ethernet, Token Ring, FDDI. Сравнительная характеристика.
4. Стандарты Ethernet.
5. Адресация в технологии Ethernet. Физические адреса.
6. Фреймирование в технологии Ethernet. Обнаружение ошибок.
7. Устройства канального уровня. Работа подуровней LLC и MAC.
8. Виртуальные локальные сети VLAN. Назначение, способы организации VLAN в сетях. Организация магистральных каналов между сетевыми устройствами второго уровня.

9. Понятие «петель». Широковещательный шторм. Протокол связующего дерева STP и RSTP. Функционирование и настройка.
10. Протокол IP. IP-пакеты и IP-заголовок. Назначение полей IP-заголовков.
11. IP-адресация. Классы адресов. Маска сети. Разделение IP-сети на подсети. Публичные и частные адреса.
12. Протоколы маршрутизации. Их функционирование. Понятие метрики.
13. Протокол маршрутизации RIP версии 1 и 2.
14. Протокол маршрутизации OSPF.
15. Протокол с коммутацией меток MPLS.
16. Служба преобразования имен DNS.
17. Назначение адресов и протоколов DHCP.
18. Протоколы 4-го уровня стека TCP/IP: TCP и UDP. Основные функции и отличия. Области применения. Заголовки протоколов.
19. Понятие сокета TCP и UDP, его функции для доступа к приложениям.
20. Протокол управления передачей TCP. Поля заголовка протокола. Понятие стека.
21. Управление потоком с использованием окон в протоколе TCP.
22. Установка и разрыв соединения в протоколе TCP.
23. Фильтрация IP-трафика.
24. Технология качества обслуживания QoS в IP-сетях.
25. Алгоритм ведра маркеров.
26. Интегрированное обслуживание и протокол RSVP в QoS.
27. Дифференцированное обслуживание в QoS.
28. Базовая трансляция сетевых адресов NAT. Трансляция сетевых адресов и портов NAPT. Отличия от NAT и NAPT.
29. Сетевые службы. Электронная почта. Протоколы SMTP, POP3, IMAP.
30. Сетевые службы. Веб-службы.
31. Сетевые службы. IP-телефония.
32. Сетевые службы. Протокол передачи файлов FTP.
33. Технологии распределенных сетей WAN. Технология ISDN, DSL.
34. Технологии распределенных сетей WAN. Технология Frame Relay.
35. Технологии распределенных сетей WAN. Технология ATM.
36. Технологии распределенных сетей WAN. MetroEthernet.
37. Сетевая безопасность. Определение безопасной системы. Угроза, атака, риск. Типы и примеры атак.

38. Сетевая безопасность. Вредоносные программы. Троянские программы. Сетевые черви. Вирусы. Шпионские программы. Спам.

39. Сетевая безопасность. Методы обеспечения информационной безопасности. Политика безопасности. Шифрование. Симметричные и несимметричные алгоритмы шифрования.

40. Сетевая безопасность. Аутентификация, авторизации, аудит. Типы и особенности. Антивирусная защита.

41. Сетевая безопасность. Аппаратная защита. Сетевые экраны. Типы и особенности применения. Прокси-серверы.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Артюшенко, В. В. Компьютерные сети и телекоммуникации : учебно-методическое пособие / В. В. Артюшенко, А. В. Никулин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-4104-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866903>
2. Муллабаев, В. Н. Сети и телекоммуникации : учебное пособие / В. Н. Муллабаев ; науч. ред. О. В. Подсобляевой. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2020. - 157 с. - ISBN 978-5-9765-4423-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1860058>

Дополнительная литература

1. Дибров, М. В. Дибров, М. В. Сети и телекоммуникации. Маршрутизация в IP-сетях [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для акад. бакалавриата : в 2 ч. / М. В. Дибров. - Москва: Юрайт, 2019 - 2019. - Вариант загл.: Маршрутизация в IP-сетях. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-9916-9957-0.
2. Гриценко, Ю. Б. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие / Ю. Б. Гриценко. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2015. - 134 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845858>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**
Образовательно-научный кластер «Институт высоких технологий»
Высшая школа киберфизических систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Мультисервисные сети абонентского доступа»

Шифр: 11.04.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Системы и сети мобильной радиосвязи»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий».

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2025 г.

Председатель ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель ОПОП ВО

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Мультисервисные сети абонентского доступа».

Цель дисциплины «Мультисервисные сети абонентского доступа» - изучение принципов построения и функционирования сетей следующего поколения (NGN), технологий, сетевых сервисов, вопросов безопасности в сетях.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач. УК-6.2. Определяет способы совершенствования собственной деятельности и ее приоритеты на основе самооценки. УК-6.3. Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию	Знать: принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи; законодательство Российской Федерации в области связи; методы анализа и прогнозирования развития, показателей качества функционирования и ряда других параметров сетей связи следующего поколения; основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области инфокоммуникационного оборудования; методы анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей следующего поколения и составляющих их элементов. Уметь: проводить анализ и прогнозирование пропускной способности, показателей качества функционирования и других параметров сетей связи следующего поколения; пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий; использовать методы математического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов и систем связи в целом. Владеть: навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов; построения и расширения сетевых платформ, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий; навыками разработки предложений по улучшению качества предоставляемых услуг, развитию инфокоммуникационной системы; навыками работать с программным обеспечением, используемым при моделировании и проектировании инфокоммуникационных систем и их составляющих.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мультисервисные сети абонентского доступа» представляет собой факультативную дисциплину части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Единая сеть электросвязи РФ	Эволюция сетей связи РФ. Состав и структура общегосударственной системы связи. Архитектура ЕСЭ РФ. Классификация служб, пользователей и услуг электросвязи. Тенденции развития ЕСЭ РФ. Конвергенция. Развитие концепции «сеть доступа -транспортная сеть».
2	Тема 2. Концепция сетей связи следующего поколения	Базовые принципы сетей NGN. Общие подходы к построению мультисервисных сетей связи. Архитектура сети связи NGN. Оборудование сетей связи следующего поколения. Гибкий коммутатор. Шлюзы. Пограничный контроллер сессий. Аппаратно-программные решения на уровне приложений в сети NGN. Организация доступа к услугам NGN. Мультисервисные сети.
3	Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	Характеристики модели транспортной сети SDH. Схема мультиплексирования SDH. Структура цикла STM-N. Иерархия скоростей передачи в SDH. Иерархия виртуальных контейнеров в SDH. Виртуальный контейнер VC-12. Виртуальный контейнер VC-3. Виртуальный контейнер VC-4. Транспортный блок TU12. Группа транспортных блоков TUG2. Группа транспортных блоков TUG3. Размещение TUG3 в VC4. Административный блок AU4. Синхронный транспортный модуль STM-1.
4	Тема 4 Технология ATM.	Особенности ATM. Модель транспортной сети ATM. Уровень адаптации ATM. Сервисы уровней AAL-1, AAL-2, AAL-3/4, AAL-5. Уровень ATM. Основные функции. Аппаратная и программная реализация коммутации в ATM. Преимущества и недостатки ATM.
5	Тема 5. Технология OTN.	Преимущества и недостатки OTN. Отличительные особенности OTN. Модель оптической транспортной сети (OTN). Структура OTN. Иерархия согласования OTN. Схема мультиплексирования и упаковки OTN. Блоки нагрузки оптических каналов. Блок данных оптического канала. Оптический транспортный блок. Служебная нагрузка покадрового выравнивания блоков.
6	Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	Недостатки и ограничения технологии TDM. Спектральные диапазоны для волоконно-оптических сетей связи. Классификация WDM систем. Технология DWDM. Оптические мультиплексоры. Оптические усилители. Частотный план систем DWDM. Нелинейные эффекты. Фазовая самомодуляция. Перекрестная фазовая модуляция. Четырехволновое смешение. Эталонные цепи DWDM. Преимущества и недостатки систем DWDM. Технология CWDM. Частотный план. Область применения CWDM. Топологии сетей CWDM. Приемопередающие модули CWDM. CWDM мультиплексоры. CWDM мультиплексоры ввода/вывода. Гибридная схема CWDM + DWDM. Достоинства CWDM.
7	Тема 7. Технология Ethernet.	Модель транспортной сети Ethernet. Особенности технологии Ethernet. Структура протокола Ethernet. Уровень управления логическим соединением. Уровень управления средой передачи. Структура кадров Ethernet. Физический уровень технологии Ethernet. Gigabit Ethernet. 10G

		Ethernet. 40G Ethernet. 100G Ethernet. 400G Ethernet
8	Тема 8. Технологии согласования транспортных сетей	Протокольное решение LAPS. Протокольное решение GFP. Технология защищаемого пакетного кольца RPR.
9	Тема 9. Управление в транспортных сетях	Общие принципы управления сетями связи. Функции управления транспортной сетью. Стандартные элементы сети управления.

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Единая сеть электросвязи РФ	Единая сеть электросвязи РФ
2	Тема 2. Концепция сетей связи следующего поколения	Концепция сетей NGN. Гибкий коммутатор. Шлюзы. Мультисервисные сети.
3	Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	Модель транспортной сети SDH. Схема мультиплексирования SDH.
4	Тема 4 Технология ATM.	Модель транспортной сети ATM. Уровень адаптации ATM. Уровень ATM.
5	Тема 5. Технология OTN.	Модель оптической транспортной сети (OTN). Схема мультиплексирования и упаковки OTN.
6	Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	Классификация WDM систем. Технология DWDM. Технология CWDM.
7	Тема 7. Технология Ethernet.	Модель транспортной сети Ethernet. Уровень управления логическим соединением. Уровень управления средой передачи. Структура кадров Ethernet. Физический уровень технологии Ethernet.
8	Тема 8. Технологии согласования транспортных сетей	Технологии согласования транспортных сетей
9	Тема 9. Управление в транспортных сетях	Управления сетями связи.

Рекомендуемый перечень тем практических работ.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических работ
1	Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	Исследование работы оптической сети SDH в различных режимах работы.
2	Тема 5. Технология OTN.	Исследование работы оптической транспортной сети OTN.
3	Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	Изучение работы сети с плотным волновым мультиплексированием. Изучение работы оптической сети связи с разреженным волновым мультиплексированием.
4	Тема 7. Технология Ethernet.	Сети 10GE и 40 GE. Сети 100GE и 400 GE.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции.

Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по изученным темам:

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов характеристик планируемой сети, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам

студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Единая сеть электросвязи РФ	УК-6	Опрос
Тема 2. Концепция сетей связи следующего поколения	УК-6	Опрос
Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	УК-6	Опрос, выполнение практической работы
Тема 4. Технология ATM.	УК-6	Опрос
Тема 5. Технология OTN.	УК-6	Опрос, выполнение практической работы
Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	УК-6	Опрос, выполнение практической работы
Тема 7. Технология Ethernet.	УК-6	Опрос, выполнение практической работы
Тема 8. Технологии согласования транспортных сетей	УК-6	Опрос
Тема 9. Управление в транспортных сетях	УК-6	Опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые вопросы для устного опроса:

К теме 1. Единая сеть электросвязи РФ:

1. Состав и структура ЕСЭ РФ.
2. Принципы построения и функционирования ЕСЭ РФ
3. Классификация сетей связи.
4. Архитектура ЕСЭ РФ.
5. Взаимодействие первичных и вторичных сетей электросвязи.
6. Классификация служб электросвязи.
7. Классификация пользователей услуг электросвязи.
8. Основные тенденции развития ЕСЭ РФ.
9. Конвергенция в инфокоммуникациях.
10. Телекоммуникационные и инфокоммуникационные услуги.

К теме 2. Концепция сетей связи следующего поколения:

1. Базовые принципы построения сетей NGN
2. Архитектура сетей NGN

3. Классификация типов оборудования сетей NGN Гибкий коммутатор.
4. Классификация типов оборудования сетей NGN Шлюзы.
5. Классификация типов оборудования сетей NGN Узлы служб. Серверы приложений.
6. Система управления сетями NGN.
7. Архитектура мультисервисных сетей. Сети доступа.

К теме 3. Синхронная цифровая иерархия:

1. Характеристики модели транспортной сети SDH
2. Иерархия и схема мультиплексирования в сетях SDH.
3. Формирование виртуального контейнера VC-12.
4. Формирование виртуального контейнера VC-3.
5. Формирование виртуального контейнера VC-4. Сцепленные виртуальные контейнеры.
6. Формирование транспортного блока TU12.
7. Формирование группы транспортных блоков TUG2, TUG3.
8. Формирование виртуального контейнера VC-4.
9. Формирование административных блоков.
10. Формирование синхронного транспортного модуля STM-1.

К теме 4 Технология ATM:

1. Модель транспортной сети ATM.
2. Формат транспортной ячейки ATM. Типы ячеек ATM.
3. Параметры для определения качества обслуживания в сетях ATM.
4. Уровень адаптации ATM AAL-1.
5. Уровень адаптации ATM AAL -2.
6. Уровни адаптации ATM AAL -3. 4.
7. Функции коммутации в сетях ATM.
8. Типы коммутаторов ATM.
9. Методы контроля конфликтов и защиты от перегрузок в сети ATM.
10. Размещение и передача ячеек ATM на физическом уровне.

К теме 5. Технология OTN:

1. Преимущества и отличительные особенности OTM.
2. Модель оптической транспортной сети.
3. Структура OTN.
4. Иерархия согласования OTN.

5. Формирование блоков нагрузки оптических каналов.
6. Формирование блоков данных оптических каналов.
7. Формирование оптического транспортного блока.

К теме 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны:

1. Технология WDM.
2. Оптические мультиплексоры WDM.
3. Оптические усилители WDM-систем.
4. Частотный план систем DWDM
5. Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция
6. Четырехволновое смешивание.
7. Технология CWDM.
8. CWDM SFP трансиверы
9. Лазерные диоды с распределенной обратной связью
10. Оптические мультиплексоры систем CWDM.

К теме 7. Технология Ethernet:

1. Модель транспортной сети Ethernet.
2. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH).
3. Сеть уровня PHY Ethernet (ETY). Топология сети Ethernet.
4. Структура кадра транспортной сети Ethernet.
5. Технологии Gigabit Ethernet.
6. Технологии 10GE.
7. Технология 40-Gigabit Ethernet.
8. Технология 100GE.
9. Технология 400G Ethernet.

К теме 8. Технологии согласования транспортных сетей:

1. Технологии согласования транспортных сетей. Протокол LAPS
2. Технология GFP.
3. Стандарт RPR

К теме 9. Управление в транспортных сетях:

1. Общие принципы управления сетями связи.
2. Концепция TMN.
4. Протокол управления CMIP.

5. Протоколы управления SNMP.
6. Функции управления транспортной сетью.
7. Стандартные элементы сети управления.

Типовые задания при выполнении практических работ:

К теме 3. Синхронная цифровая иерархия

Работа № 1. Исследование работы оптической сети SDH в различных режимах работы.

1. Цель работы: ознакомиться с методикой моделирования работы оптической системы связи на физическом уровне с использованием программного продукта Optisystem; выполнить моделирование работы сети SDH уровня STM-16, STM-64 и STM-256 при различных параметрах передающего оборудования и значениях длины пролета ВОЛС.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Характеристики модели транспортной сети SDH
2. Иерархия и схема мультиплексирования в сетях SDH.
3. Формирование виртуального контейнера VC-12.
4. Формирование виртуального контейнера VC-3.
5. Формирование виртуального контейнера VC-4. Сцепленные виртуальные контейнеры.
6. Формирование транспортного блока TU12.
7. Формирование группы транспортных блоков TUG2, TUG3.
8. Формирование виртуального контейнера VC-4.
9. Формирование административных блоков.
10. Формирование синхронного транспортного модуля STM-1.

К теме 5. Технология OTN

Работа № 2. Исследование работы оптической транспортной сети OTN.

1. Цель работы: выполнить моделирование работы сети OTN уровня OTU1, OTU2, OTU3 и OTU4 при различных параметрах передающего оборудования и значениях длины пролета ВОЛС.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Модель оптической транспортной сети.
2. Структура OTN.
3. Иерархия согласования OTN.

4. Формирование блоков нагрузки оптических каналов.
5. Формирование блоков данных оптических каналов.
6. Формирование оптического транспортного блока.

К теме 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.

Работа № 3. Изучение работы сети с плотным волновым мультиплексированием.

1. Цель работы: исследовать работу эталонных цепей оптических линий связи с технологией DWDM в различных режимах работы; изучить влияние нелинейных эффектов на работу систем с DWDM.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Технология WDM.
2. Оптические мультиплексоры WDM.
3. Оптические усилители WDM-систем.
4. Частотный план систем DWDM
5. Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция
6. Четырехволновое смешивание.

Работа № 4. Изучение работы оптической сети связи с разреженным волновым мультиплексированием.

1. Цель работы: исследовать работу оптической линии связи с технологией CWDM в различных режимах работы с использованием различных типов оптических волокон.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Технология CWDM.
2. CWDM SFP трансиверы, их основные характеристики.
3. Мультиплексоры CWDM.
4. Топологии CWDM сетей.
5. Гибридные сети CWDM и DWDM.

К теме 7. Технология Ethernet.

Работа № 5. Сети 10GE и 40 GE.

1. Цель работы: исследовать работу оптических сетей связи, использующих технологии 10 гигабит Ethernet и 40 гигабит Ethernet в различных режимах работы.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Модель транспортной сети Ethernet.

2. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH).
3. Сеть уровня PHY Ethernet (ETY). Топология сети Ethernet.
4. Структура кадра транспортной сети Ethernet.
5. Технологии 10GE.
6. Технология 40-Gigabit Ethernet.

Работа № 6. Сети 100GE и 400 GE.

1. Цель работы: исследовать работу оптических сетей связи, использующих технологии 100 гигабит Ethernet и 400 гигабит Ethernet в различных режимах работы.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Модель транспортной сети Ethernet.
2. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH).
3. Сеть уровня PHY Ethernet (ETY). Топология сети Ethernet.
4. Структура кадра транспортной сети Ethernet.
5. Технология 100GE.
6. Технология 400G Ethernet.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Состав и структура ЕСЭ РФ.
2. Принципы построения и функционирования ЕСЭ РФ
3. Архитектура ЕСЭ РФ.
4. Взаимодействие первичных и вторичных сетей электросвязи.
5. Классификация служб электросвязи.
6. Классификация пользователей услуг электросвязи.
7. Основные тенденции развития ЕСЭ РФ.
8. Конвергенция в инфокоммуникациях.
9. Телекоммуникационные и инфокоммуникационные услуги.
10. Базовые принципы построения сетей NGN
11. Архитектура сетей NGN

12. Классификация типов оборудования сетей NGN Гибкий коммутатор.
13. Классификация типов оборудования сетей NGN Шлюзы.
14. Классификация типов оборудования сетей NGN Узлы служб. Серверы приложений.
15. Система управления сетями NGN.
16. Архитектура мультисервисных сетей.
17. Характеристики модели транспортной сети SDH
18. Иерархия и схема мультиплексирования в сетях SDH.
19. Формирование виртуального контейнера VC-12.
20. Формирование виртуального контейнера VC-3.
21. Формирование виртуального контейнера VC-4. Сцепленные виртуальные контейнеры.
22. Формирование транспортного блока TU12.
23. Формирование группы транспортных блоков TUG2, TUG3.
24. Формирование виртуального контейнера VC-4.
25. Формирование административных блоков.
26. Формирование синхронного транспортного модуля STM-1.
27. Преимущества и отличительные особенности OTM.
28. Структура OTM.
29. Иерархия согласования OTM.
30. Формирование блоков нагрузки оптических каналов
31. Формирование оптического транспортного блока.
32. Модель транспортной сети ATM.
33. Формат транспортной ячейки ATM. Типы ячеек ATM.
34. Параметры для определения качества обслуживания в сетях ATM.
35. Уровень адаптации ATM AAL-1.
36. Уровень адаптации ATM AAL -2.
37. Уровни адаптации ATM AAL -3. 4.
38. Функции коммутации в сетях ATM.
39. Типы коммутаторов ATM.
40. Методы контроля конфликтов и защиты от перегрузок в сети ATM.
41. Размещение и передача ячеек ATM на физическом уровне.
42. Модель транспортной сети Ethernet

43. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH)
44. Сеть уровня PHY Ethernet (ETY). Топология сети Ethernet
45. Структура кадра транспортной сети Ethernet
46. Схемы мультиплексирования Ethernet
47. Согласование транспортных сетей. GFP.
48. Концепция построения сети управления телекоммуникациями (TMN)
49. Функции управления транспортной сетью
50. Элементы сети управления транспортной сетью.
51. Технология WDM.
52. Оптические мультиплексоры WDM.
53. Оптические усилители WDM-систем.
54. Частотный план систем DWDM
55. Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция
56. Четырехволновое смешивание.
57. Технология CWDM.
58. CWDM SFP трансиверы
59. Лазерные диоды с распределенной обратной связью
60. Оптические мультиплексоры систем CWDM.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Росляков, А. В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN: Учебное пособие для вузов/Росляков А. В. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2014. - 258 с. (Специальность) ISBN 978-5-9912-0401-9, 500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/460999>
2. Росляков А. В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN / А.В. Росляков. - Москва: Горячая Линия–Телеком, 2014. - 258 с. - ISBN 978-5-9912-0401-9. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/344421/reading> .
3. Гольдштейн Б. С. Сети связи пост-NGN / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. - 160 с. - ISBN 978-5-9775-0900-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/340666/reading>

Дополнительная литература

1. Сети следующего поколения NGN / под ред. А. В. Рослякова. - М. : Эко-Трендз, 2008. - 420 с.: ил., табл., [1] л. фото. - (Библиотека Интеллект Телеком). - Библиогр.: с. 400-420. - ISBN 978-5-88405-082-2
2. Попков Г. В. Математические основы моделирования сетей связи: учеб. пособие для вузов / Г. В. Попков, В. К. Попков, В. В. Величко. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. - 181 с., [1] л. цв. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 179-181 (75 назв.). - ISBN 978-5-9912-0266-4
3. Ершов В. А. Мультисервисные телекоммуникационные сети / В. А. Ершов, Н. А. Кузнецов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 425 с. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-7038-2133-9

4. Смирнов Д. А. Телекоммуникационные сети и информационно-управляющие системы: Словарь-справочник / Д.А.Смирнов, Г.И.Худяков, М.М.Шипилов. Под ред. В.Ю.Бабкова, М.А. Вознюка. СПб гос.ун-т телекоммуникаций им.М.А.Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2001. - 208 с. - Библиогр.: с.207-208. - ISBN 5-89160-026-9
5. Кулева Н. Н. Телекоммуникационные сети синхронной цифровой иерархии: учебное пособие / СПб.гос.ун-т телекоммуникаций им.Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2001. - 106 с.: ил. - Библиогр.: с.106.
6. Самуйлов К. Е. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети: учеб. и практикум для вузов / К. Е. Самуйлов, И. А. Шалимов, Д. С. Кулябов. - Москва: Юрайт, 2016. - 362, [1] с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-7198-9
7. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: учеб. для вузов / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. - 396 с.: табл. - Библиогр.: с. 393-394 (16 назв.). - ISBN 978-5-9912-0251-0

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- ЭБС ПРОСПЕКТ <http://ebs.prospekt.org/books>
- ЭБС Консультант студента <https://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>
- ЭБС ZNANIUM <https://znanium.com/catalog/document?id=333215>
- НЭБ Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
- ЭБС IBOOKS.RU <https://ibooks.ru/>
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационное и ресурсное обеспечение процедур ГИА в случае его проведения с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий производится в электронной информационно-образовательной среде университета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта, обеспечивающая разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов ПО и антивирусное программное обеспечение.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных системы»

Состав лабораторного оборудования:

Телевизор LG 55LA643V

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

OptiSystem 14 - Договор поставки №2291 от 26.10.2015 ООО «Софтлайн Проекты»

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.