



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. проректора

А.В. Троицкий

«__» _____ 2023 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«БЕСПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Управление и информационные технологии в космических системах

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев

2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Авторы: Хуртин Е.А. Рабочая программа дисциплины Беспроводные системы и сети. – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г.

Рецензент: д.т.н., профессор Артюшенко В.М.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 «Управление в технических системах» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Технологического университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Артюшенко В.М. д.т.н. профессор 			
Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 12 от 05.04.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  к.т.н., доц. Е.Н. Дмитренко

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Беспроводные системы и сети» является

- приобретение студентами знаний и представлений об основных принципах, закономерностях, методах организации беспроводных сетей;
- приобретение студентами теоретических сведений и практических навыков, позволяющих проводить как расчет, так и измерения основных параметров и характеристик беспроводных сетей.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Профессиональные компетенции:

Способен осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА (ПК-2).

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при проектировании беспроводных сетей;
- получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач в области беспроводных сетей.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

– Владеет навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА. Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА.

Необходимые умения:

– Умеет выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования. Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем. На научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности. Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий.

Необходимые знания:

–Знает стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД. Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации. Электротехнику и электронику.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Беспроводные системы и сети» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Дисциплина реализуется кафедрой информационных технологий и управляющих систем.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Физика», «Вычислительные сети, системы и телекоммуникации», «Математическая логика и теория алгоритмов», отдельных разделах дисциплин «Электротехника», «Электроника и схемотехника», и компетенциях: УК-1, ОПК-1,2,3,4,6,7,8,11.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр пятый	Семестр шестой	Семестр седьмой
Общая трудоемкость	360	108	108	144
Аудиторные занятия				
Лекции (Л)	48	16	16	16
Практические занятия (ПЗ)	96	32	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	216	60	60	96
Курсовые работы	-	-	-	-
Контрольная работа	+	+	+	+
Текущий контроль знаний	Тест	Тест	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Зачет/Экзамен	Зачет	Экзамен	Экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очн. форма	Практиче ские занятия, час очн. форма	Занятия в интерак тивной форме очн. форма	Практиче ская подготов ка, час.	Код компе - тенци й
Тема 1. Организация беспроводных сетей.	12	24	8		
1.1. Основные элементы сети. Основы передачи данных в беспроводных сетях. Модуляция сигналов.	3	6		-	ПК-2
1.2. Пропускная способность канала. Методы доступа к среде в беспроводных сетях FDM, TDM, CDM, OFDM .	3	6		-	
1.3. Технология расширяющегося спектра. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS. Прямое последовательное расширение спектра DSSS.	3	6		-	
1.4. Кодирование и защита от ошибок. Методы обнаружения ошибок. Методы коррекции ошибок. Методы автоматического запроса повторной передачи.	3	6		-	
Тема 2. Архитектура и стандарты беспроводных сетей	12	24	4		ПК-2
2.1. Стек протоколов IEEE 802.11	3	6		-	
2.2. Беспроводная технология WiMAX. Стандарт IEEE 802.16	3	6		-	
2.3. Стандарты сетей мобильной связи.	3	6		-	
2.4. Беспроводные сети технологии ZigBee	3	6		-	
Тема 3. Средства предотвращения угроз и рисков безопасности беспроводных сетей.	12	24	4		ПК-2
3.1. Протоколы безопасности беспроводных сетей.	4	8		-	
3.2. Аутентификация в беспроводных сетях.	4	8		-	
3.3. Технология целостности и конфиденциальности передаваемых данных.	4	8		-	
Тема 4. Организация, планирование и расчет беспроводных сетей с помощью прикладных программных средств	12	24	4	-	ПК-2
4.1. Антенны.	3	6		-	
4.2. Отношение сигнал/шум в цифровых системах связи.	3	6		-	
4.3. Зона действия беспроводного канала связи.	3	6		-	
4.4. Построение антенно-фидерных трактов и радиосистем с внешними антеннами.	3	6		-	
Итого:	48	96	16		

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Организация беспроводных сетей.

Тема 1.1. Основные элементы сети. Основы передачи данных в беспроводных сетях. Модуляция сигналов.

Основы передачи данных в беспроводных сетях. Сигналы для передачи информации. Передача данных. Аналоговые и цифровые данные. Аналоговые и цифровые сигналы. Модуляция сигналов. Амплитудная модуляция. Частотная модуляция. Фазовая модуляция. Квадратурная амплитудная модуляция.

Тема 1.2. Пропускная способность канала. Методы доступа к среде в беспроводных сетях FDM, TDM, CDM, OFDM.

Пропускная способность канала. Методы доступа к среде в беспроводных сетях. Уплотнение с пространственным разделением. Уплотнение с частотным разделением (FrequencyDivisionMultiplexing - FDM). Уплотнение с временным разделением (TimeDivisionMultiplexing - TDM). Уплотнение с кодовым разделением (CodeDivisionMultiplexing - CDM). Механизм мультиплексирования посредством ортогональных несущих частот (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM).

Тема 1.3. Технология расширяющегося спектра. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS. Прямое последовательное расширение спектра DSSS.

Технология расширенного спектра. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS). Прямое последовательное расширение спектра (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS)

Тема 1.4. Кодирование и защита от ошибок. Методы обнаружения ошибок. Методы коррекции ошибок. Методы автоматического запроса повторной передачи.

Кодирование и защита от ошибок. Методы обнаружения ошибок. Методы коррекции ошибок. Методы автоматического запроса повторной передачи.

Тема 2. Архитектура и стандарты беспроводных сетей.

Тема 2.1. Стек протоколов IEEE 802.11.

Стек протоколов IEEE 802.11. Уровень доступа к среде стандарта 802.11. Распределенный режим доступа DCF. Централизованный режим доступа PCF. Кадр MAC-подуровня. Контрольные кадры. Информационные кадры. Кадры управления. Стандарт IEEE 802.11. Передача в диапазоне инфракрасных волн. Беспроводные локальные сети со скачкообразной перестройкой частоты (FHSS). Беспроводные локальные сети, использующие широкополосную модуляцию DSSS с расширением спектра методом прямой последовательности. Стандарт IEEE 802.11b. Стандарт IEEE 802.11a. Стандарт IEEE 802.11g. Режимы и особенности их организации. Режимы WDS, WDSWITHAP и др.

Тема 2.2. Беспроводная технология WiMAX. Стандарт IEEE 802.16.

Цели и задачи WiMAX. Принципы работы. Режимы работы. Fixed WiMAX. Nomadic WiMAX. Portable WiMAX. Mobile WiMAX.

Тема 2.3. Стандарты сетей подвижной связи.

Принципы организации сотовых систем подвижной связи GSM, GPRS, CDMA. Повторное использование частот. Фиксированное и адаптивное распределение каналов. Эстафетная передача. Особенности проектирования сотовых систем подвижной связи с макросотовой и микросотовой структурой. Радиус и диаметр соты. Коэффициент соканальных помех. Определение количества сот в кластере. Сети транкинговой связи. Особенности построения и применения.

Тема 2.4. Беспроводные сети технологии ZigBee

ZigBee и IEEE 802.15.4 – беспроводные персональные вычислительные сети (WPAN). Приложения, требующие гарантированной безопасной передачи данных при относительно небольших скоростях и возможности длительной работы сетевых устройств от автономных источников питания (батарей). Топологии «точка-точка», «шина», «звезда», самоорганизующаяся и самовосстанавливающаяся ячеистая (mesh) топология с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений.

Тема 3. Средства предотвращения угроз и рисков безопасности беспроводных сетей.

Тема 3.1. Протоколы безопасности беспроводных сетей.

Механизм шифрования WEP. Уязвимость шифрования WEP. Проблемы управления статическими WEP-ключами

Тема 3.2. Аутентификация в беспроводных сетях.

Стандарт IEEE 802.11 сети с традиционной безопасностью. Уязвимость механизмов аутентификации 802.11. Спецификация WPA. Стандарт сети 802.11i с повышенной безопасностью (WPA2). Стандарт 802.1x/EAP (Enterprise-режим)

Тема 3.3. Технология целостности и конфиденциальности передаваемых данных.

Развертывание беспроводных виртуальных сетей. Топология «сеть-сеть». Топология «хост-сеть». Топология «хост-хост». Распространенные туннельные протоколы. Протокол IPSec. Протокол PPTP. Протокол L2TP. Системы обнаружения вторжения в беспроводные сети.

Тема 4. Организация, планирование и расчет беспроводных сетей с помощью прикладных программных средств

Тема 4.1. Антенны.

Антенны и их основные характеристики. Распространение сигнала. Передача сигнала в пределах линии прямой видимости. Расчет высоты подвеса антенн базовых и абонентских станций. Прикладные программные средства для расчета.

Тема 4.2. Отношение сигнал/шум в цифровых системах связи

Отношение сигнал/шум в беспроводных сетях. Скорость передачи данных. Способы улучшения отношения сигнал-шум. Программное обеспечение для моделирования беспроводных сетей.

Тема 4.3. Зона действия беспроводного канала связи.

Дальность работы беспроводного канала связи. Зоны Френеля. Прикладное программное обеспечение для расчета дальности работы беспроводного канала связи и зоны Френеля.

Тема 4.4. Построение антенно-фидерных трактов и радиосистем с внешними антеннами.

Простой антенно-фидерный тракт и тракт с усилителем. Точка доступа, подключаемая напрямую к антенне. Расчет параметров антенно-фидерных трактов. Программы-калькуляторы сайтов ведущих производителей беспроводного оборудования для расчета параметров антенно-фидерных трактов и выбора соответствующего оборудования по результатам расчета.

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

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
2. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных работ.

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

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1.

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

Основная литература:

1. Помехоустойчивость приема спектрально-эффективных шумоподобных сигналов/Бондаренко В.Н. - Красноярск.: СФУ, 2020. - 160 с.: ISBN 978-5-7638-3135-1. <http://znanium.com/bookread2.php?book=550050>
2. Руднев, А.Н. Потокное видео в системах радиодоступа / О.И. Шелухин, А.Н. Руднев. — М.: Горячая линия – Телеком, 2020. — ISBN 978-5-9912-0303-6. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://rucont.ru/searchresults?q>
3. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Паринов А.В., Ролдугин С.В., Мельник В.А. - Воронеж:Научная книга, 2020. - 178 с. ISBN 978-5-4446-0906-4 <http://znanium.com/bookread2.php?book=923309>

Дополнительная литература:

1. Интеллектуальные интерактивные системы и технологии управления удаленным доступом: методы и модели управления процессами защиты и сопровождения интеллектуальной собственности в сети Internet/Intranet: Учебное пособие / Ботуз С.П., - 3-е изд., доп - М.:СОЛОН-Пр., 2014. - 340 с.: ISBN 978-5-91359-132-6 <http://znanium.com/bookread2.php?book=884094>

Рекомендуемая литература:

1. Хорст-Дите Радке, Йеремиас Радке. Все о беспроводных сетях. Изд-во НТ Пресс, 2009 г. 318 с.
2. М. С. Немировский, О. А. Шорин, А. И. Бабин, А. Л. Сартаков. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма. Изд-во Эко-Трендз, 2009 г. 400 с.
3. Мэйволд Э. Безопасность сетей. Network Security: A Beginner's Guide– Изд-во ЭКОМ, 2010 г. 528 с.

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

1. www.torrentino.com/torrents/24355 Беспроводные сети Wi-Fi
 2. http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/mesh/7-0/design/guide/MeshAP_70.html Cisco Wireless Mesh Access Points, Design and Deployment Guide
-

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) приведены в Приложении 2.

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

Перечень программного обеспечения: LibreOffice, Octave.

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Беспроводные системы и сети».

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

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций.

Практические занятия:

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК) и доступом к Интернет-ресурсам, интерактивной доской Smart Board.
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине**

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

«Беспроводные системы и сети»

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

**Профиль: Информационные системы и средства управления
технологическими процессами**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1	ПК-2	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4	Знает стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД. Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации. Электротехнику и электронику.	Умеет выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования. Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для проектирования электронных средств и электронных систем. На научной основе организовывать свой труд самостоятельно и оценивать результаты своей деятельности. Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий.	Владеет навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА. Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-2	Задача на расчет параметров беспроводной сети	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 70% правильных ответов; • компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – от 51% правильных ответов; <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно с использованием технических средств для расчета (калькулятор, программа Excel). Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача решена (5 баллов). 2. Задача решена с ошибкой (4 балла). 3. Решение задачи не закончено (3 балла). 4. Задача не решена (2 балла). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-2	ТЕСТ	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 70% правильных ответов; • компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне 	<p>Проводится письменно/в эл виде. Время, отведенное на процедуру – 30-45 минут.</p> <p>Неявка – 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо - от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов</p>

		<p>не – от 51% правильных ответов; В) не сформирована <u>(компетенция не сформирована)</u> – менее 50% правильных ответов</p>	
--	--	--	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика задач.

1. *Сколько секунд потребуется модему, передающему сообщения со скоростью $28\ 800$ бит/с, чтобы передать 100 страниц текста в 30 строк по 60 символов каждая, при условии, что каждый символ кодируется 1 байтом?*
2. Рассмотрим метод кодирования сигнала, для которого необходимо, чтобы отношение E_b/N_0 равнялось $8,4$ дБ при частоте возникновения ошибок 10^{-4} (ошибочным является 1 бит из каждых 10000). Если эффективная температура теплового шума равна 290 К, а скорость передачи данных - 1 Мбит/с, какой должна быть мощность сигнала, чтобы преодолеть тепловой шум?
3. Пусть расстояние между антеннами равно 10 км предполагаемое препятствие от правой антенны находится на расстоянии 7 км и беспроводное оборудование работает на шестом канале. (Зона Френеля).

Примерная тематика контрольных работ

Задание 1.

Для заданной частоты f рассчитать и построить графики зависимости величины потерь в дБ от расстояния (диапазон 200–1500 м, точки через 100 м) для нижеуказанных вариантов. Графики строить на одном рисунке.

а) Модель Уолфиша–Икегами. В зоне прямой видимости.

б) Модель Уолфиша–Икегами. Вне зоны прямой видимости. Высота БС h_{bs1} . Город средних размеров.

в) Модель Уолфиша–Икегами. Вне зоны прямой видимости. Высота БС h_{bs1} . Город с плотной застройкой.

г) Модель Уолфиша–Икегами. Вне зоны прямой видимости. Высота БС h_{bs2} . Город средних размеров.

д) Модель Уолфиша–Икегами. Вне зоны прямой видимости. Высота БС h_{bs2} . Город с плотной застройкой.

е) Модель Кся–Бертони. Высота БС h_{bs1} .

Сделать выводы по результатам расчетов. Сформировать в электронном виде (формат PDF) отчет по работе, в который включить: процедуру расчетов (если выполнялось в программе или скрипте, приложить в отчету), таблицы результатов, графики, выводы по результатам расчетов.

Варианты для расчета:

№ вар.	f МГц	h_r м	h_{bs1} м	h_{bs2} м	h_{ms} м	ϕ град
1	800	15	30	9	1,2	20
2	900	20	25	16	1,3	30
3	1000	25	32	22	1,4	40
4	1100	30	37	14	1,5	20
5	1200	35	43	26	1,6	60
6	1300	40	49	35	1,7	40
7	1400	18	30	11	1,8	80
8	1500	21	31	10	1,9	45
9	1600	24	28	21	2,0	25
10	1700	27	45	20	2,1	50
11	1800	33	39	19	2,2	30
12	1900	36	46	31	2,3	60
13	2000	39	47	30	2,4	45
14	850	42	48	22	2,5	65
15	950	45	50	34	2,6	50
16	1050	15	17	11	2,7	70
17	1150	20	26	13	2,8	60
18	1250	25	44	17	2,9	75
19	1350	30	38	28	3,0	65
20	1450	35	49	31	1,4	55
21	1550	40	50	32	1,5	75
22	1650	18	29	13	1,6	80
23	1750	21	41	19	1,7	85
24	1850	24	32	21	1,8	90
25	1950	27	38	20	1,9	15

Задание 2.

Для заданных частоты f и расстояний b и c рассчитать и построить графики зависимости величины потерь на дифракцию на клине в дБ от расстояния a (диапазон 1–15 км, точки через 1 км) для каждой из пар высот: 1) H_1 и H_2 ; 2) H_1 и H_0 . Графики строить на одном рисунке. Для заданных частоты f и расстояний a и c рассчитать и построить графики зависимости величины потерь на дифракцию на клине в дБ от расстояния b (диапазон 1–15 км, точки через 1 км) для каждой из пар высот: 1) H_1 и H_2 ; 2) H_1 и H_0 . Графики строить на одном рисунке. Для заданных частоты f и расстояний a и b рассчитать и построить графики зависимости величины потерь на дифракцию на клине в дБ от расстояния c (диапазон 1–15 км, точки через 1 км) для каждой из пар высот: 1) H_1 и H_2 ; 2) H_1 и H_0 . Графики строить на одном рисунке. Сделать выводы по результатам расчетов. Сформировать в электронном виде (формат PDF) отчет по работе, в который включить: процедуру расчетов (если выполнялось в программе или скрипте, приложить в отчету), таблицы результатов, графики, выводы по результатам расчетов.

№ вар.	f МГц	h_T м	h_R м	a км	b км	c км	H_1 м	H_2 м	H'_2 м
1	800	45	30	3	1	10	50	25	42
2	500	40	20	4	2	9	45	17	48
3	600	42	22	5	3	8	44	20	50
4	700	44	25	6	1	7	52	21	39
5	800	46	28	7	2	6	50	23	44
6	900	48	31	8	3	5	55	28	48
7	1000	50	34	3	2	4	58	29	55
8	1100	30	20	5	1	11	43	19	44
9	1200	32	23	7	2	9	41	22	37
10	1300	34	26	9	3	7	39	21	39
11	1400	36	29	2	1	5	45	27	54
12	1500	38	32	4	2	3	42	29	40
13	1600	40	35	6	3	12	47	31	41
14	1700	31	20	8	1	10	40	18	36
15	1800	33	22	10	4	8	39	19	42
16	1900	35	24	3	1	6	41	22	34
17	2000	37	27	4	3	4	43	25	37
18	2100	39	25	5	2	11	42	22	38
19	2200	41	29	6	1	10	50	26	47
20	2300	43	34	7	2	9	48	30	41
21	2400	45	36	8	3	8	54	32	50
22	2500	47	35	3	4	7	51	34	46
23	2600	49	37	5	1	6	55	33	51
24	2700	51	45	7	2	5	57	40	52
25	2800	53	41	9	3	4	58	36	54
26	2900	34	23	2	1	5	42	20	44
27	3000	37	22	4	1	6	46	20	41
28	3100	40	28	5	2	7	46	25	43
29	3200	43	29	8	4	8	49	25	47
30	3300	46	30	10	1	5	53	25	55

Задание 3.

1. Для заданных параметров рассчитать чувствительность приемников БС и МС.
2. Рассчитать бюджет линии для нисходящего и восходящего направлений для каждого из четырех типов застройки (табл. 10.3) и выбрать значение для расчета дальности связи.
3. Рассчитать и построить графики зависимости величины потерь на трассе радиосигнала от расстояния d между БС и МС (диапазон 100–2000 м, точки через 100 м) для трех типов). Графики строить на одном рисунке. На этой же координатной плоскости построить прямые, соответствующие рассчитанному в предыдущем пункте бюджету линии для каждого из типов застройки. Сделать выводы о дальности передачи для каждого сочетания типа застройки и типа ландшафта.
4. Рассчитать скорость передачи данных для каждого из направлений.

5. Сделать выводы по результатам расчетов.

6. Сформировать в рукописном или печатном виде отчет по работе, в который включить: процедуру расчетов при этом расчет потерь для одного из значений d и одного типа ландшафта, а также расчеты по прочим пунктам должны быть приведены подробно; таблицы результатов; графики; выводы по результатам расчетов.

№ вар.	f ГГц	B МГц	Схема модуляции	h_{bs} м	P_{Txbs} дБм	G_{Txbs} дБи	G_{Rxbs} дБи	h_{ms} м	P_{Txms} дБм	G_{Txms} дБи	G_{Rxms} дБи
1	2,3	1,25	QPSK 1/2	10	30	15	15	2	25	2	2
2	2,4	5,00	QPSK 3/4	20	31	15,5	15,5	3	26	3	3
3	2,5	10,0	QAM-16 1/2	30	32	16	16	4	27	1	1
4	2,6	20,0	QAM-16 3/4	40	33	16,5	16,5	5	28	2	2
5	2,7	1,25	QAM-64 1/2	50	34	17	17	6	27	3	3
6	3,4	5,00	QAM-64 2/3	60	35	15	15	7	26	1	1
7	3,5	10,0	QAM-64 3/4	10	30	15,5	15,5	8	25	2	2
8	3,6	20,0	QPSK 1/2	20	31	16	16	9	26	3	3
9	3,7	1,25	QPSK 3/4	30	32	16,5	16,5	2	27	1	1
10	3,8	5,00	QAM-16 1/2	40	33	17	17	3	28	2	2
11	2,3	10,0	QAM-16 3/4	50	34	15	15	4	27	3	3
12	2,4	20,0	QAM-64 1/2	60	35	15,5	15,5	5	26	1	1
13	2,5	1,25	QAM-64 2/3	10	30	16	16	6	25	2	2
14	2,6	5,00	QAM-64 3/4	20	31	16,5	16,5	7	26	3	3
15	2,7	10,0	QPSK 1/2	30	32	17	17	8	27	1	1
16	3,4	20,0	QPSK 3/4	40	33	15	15	9	28	2	2
17	3,5	1,25	QAM-16 1/2	50	34	15,5	15,5	2	27	3	3
18	3,6	5,00	QAM-16 3/4	60	35	16	16	3	26	1	1
19	3,7	10,0	QAM-64 1/2	10	30	16,5	16,5	4	25	2	2
20	3,8	20,0	QAM-64 2/3	20	31	17	17	5	26	3	3
21	2,3	1,25	QAM-64 3/4	30	32	15	15	6	27	1	1
22	2,4	5,00	QPSK 1/2	40	33	15,5	15,5	7	28	2	2
23	2,5	10,0	QPSK 3/4	50	34	16	16	8	27	3	3
24	2,6	20,0	QAM-16 1/2	60	35	16,5	16,5	9	26	1	1
25	2,7	1,25	QAM-16 3/4	10	30	17	17	2	25	2	2
26	3,4	5,00	QAM-64 1/2	20	31	15	15	3	26	3	3
27	3,5	10,0	QAM-64 2/3	30	32	15,5	15,5	4	27	1	1
28	3,6	20,0	QAM-64 3/4	40	33	16	16	5	28	2	2
29	3,7	1,25	QPSK 1/2	50	34	16,5	16,5	6	27	3	3
30	3,8	5,00	QPSK 3/4	60	35	17	17	7	26	1	1

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Беспроводные системы и сети» являются две текущие аттестации в виде тестов и одна промежуточная аттестация в виде зачета в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Согласно графику учебного процесса	тестирование	ПК-2	25 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Согласно графику учебного процесса	тестирование	ПК-2	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
Согласно графику учебного процесса	Зачет	ПК-2	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру - 20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Зачтено»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных

						<p>теорий, изучаемых предметов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • ответ на вопросы билета. <p>«Не зачтено»:</p> <ul style="list-style-type: none"> » демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
Согласно учебно-го плана	Экзамен	ПК-2	1 задача	Экзамен проводится, путем ответа на вопросы и решения задачи. Время, отведенное на процедуру- 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	<p>Критерии оценки:</p> <p>«Отлично»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. <p>"Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неправильно решено

						<p>практическое задание «Удовлетворительно»</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; <p>незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях;</p> <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	---

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

Примеры тестовых заданий:

Тесты используются в режиме промежуточного контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

1. Эффектом Доплера называется

?) межсимвольная интерференция, возникающая вследствие прохождения сигнала по нескольким независимым путям разной протяженности, в результате чего импульс может выйти за пределы отведенного для него интервала времени и исказить следующий символ

- ?) прием прямого и отраженного сигнала в противофазе (со сдвигом фазы на 180°), приводящий к ослаблению принимаемого сигнала до нуля (случайная амплитудная модуляция)
 - ?) явление изменения частоты принимаемого колебания при движении приемника относительно передатчика (случайная частотная модуляция)
 - ?) ослабление сигнала в зависимости от расстояния
2. Диаграмма направленности секторной антенны имеет форму
- ?) окружности
 - ?) шестиугольника
 - ?) лепестка, вытянутого в направлении излучения сигнала, по всем остальным направлениям излучение мощности снижается до минимума
 - ?) нескольких одинаковых лепестков, вытянутых в разных направлениях
3. Модификация несущей частоты для представления данных называется:
- ?) кодирование
 - ?) перемежение
 - ?) эквалайзинг
 - ?) модуляция
4. Индукционное поле, возбуждаемое вокруг распространяющегося радиосигнала:
- ?) зона Доплера
 - ?) зона Френеля
 - ?) зона обслуживания
 - ?) торсионное поле
5. Дифракция радиоволн – это
- ?) наложение радиоволн друг на друга
 - ?) преломление радиоволны и движение по криволинейной траектории вследствие неоднородности среды, в которой она распространяется
 - ?) явление огибания радиоволной препятствия
 - ?) полное отражение радиоволны от поверхности
6. Затуханием сигнала называется:
- ?) межсимвольная интерференция
 - ?) прием прямого и отраженного сигнала в противофазе (со сдвигом фазы на 180°), приводящий к ослаблению принимаемого сигнала до нуля (случайная амплитудная модуляция)
 - ?) явление изменения частоты принимаемого колебания при движении приемника относительно передатчика (случайная частотная модуляция)
 - ?) ослабление сигнала в зависимости от расстояния
7. Какая характеристика не относится к инфракрасному излучению?
- ?) спектр инфракрасного излучения обычно неограничен, что дает возможность получать высокие скорости передачи
 - ?) инфракрасное излучение диффузно отражается от светлоокрашенных объектов

- ?) инфракрасное излучение проникает сквозь стены или другие непрозрачные объекты
 - ?) инфракрасное излучение не проникает сквозь стены или другие непрозрачные объекты
8. Тип антенн, которые используются в модели повторного использования частот фирмы Motorola для базовых станций
- ?) антенны с круговой диаграммой направленности
 - ?) секторные антенны
 - ?) направленные антенны
 - ?) могут быть использованы все вышеперечисленные антенны
9. Интерференция радиоволн – это
- ?) наложение радиоволн друг на друга
 - ?) преломление радиоволны и движение по криволинейной траектории вследствие неоднородности среды, в которой она распространяется
 - ?) явление огибания радиоволной препятствия
 - ?) полное отражение радиоволны от поверхности
10. Растягиванием задержки сигнала называется
- ?) межсимвольная интерференция, возникающая вследствие прохождения сигнала по нескольким независимым путям разной протяженности, в результате чего импульс может выйти за пределы отведенного для него интервала времени и исказить следующий символ
 - ?) прием прямого и отраженного сигнала в противофазе (со сдвигом фазы на 180°), приводящий к ослаблению принимаемого сигнала до нуля (случайная амплитудная модуляция)
 - ?) явление изменения частоты принимаемого колебания при движении приемника относительно передатчика (случайная частотная модуляция)
 - ?) ослабление сигнала в зависимости от расстояния
12. Многолучевое распространение радиосигналов в городе порождает следующие явления:
- ?) замирания сигнала
 - ?) межсимвольная интерференция
 - ?) усиление сигнала
 - ?) все вышеперечисленные явления
13. Наиболее уязвимый для шумов диапазон радиочастот
- ?) 66...99 МГц
 - ?) 450...900 МГц
 - ?) 900...1800 МГц
 - ?) 2,2...2,4 ГГц
14. Релеевскими замираниями сигнала называется
- ?) межсимвольная интерференция, возникающая вследствие прохождения сигнала по нескольким независимым путям разной протяженности, в результате чего импульс может выйти за пределы отведенного для него интервала времени и исказить следующий символ

- ?) прием прямого и отраженного сигнала в противофазе (со сдвигом фазы на 180°), приводящий к ослаблению принимаемого сигнала до нуля (случайная амплитудная модуляция)
- ?) явление изменения частоты принимаемого колебания при движении приемника относительно передатчика (случайная частотная модуляция)
- ?) ослабление сигнала в зависимости от расстояния
15. Какая существует разница между пределом прямой визуальной видимости и пределом прямой радиовидимости?
- ?) разницы не существует
 - ?) предел прямой визуальной видимости больше предела прямой радиовидимости на 3%
 - ?) предел прямой визуальной видимости больше предела прямой радиовидимости на 15%
 - ?) предел прямой визуальной видимости меньше предела прямой радиовидимости на 15%
16. В каком случае рядом с параметром для анализа бюджета канала связи стоят неправильные единицы измерения?
- ?) затухание, дБ
 - ?) уровень сигнала на входе приемника, дБВт
 - ?) усиление антенны, Гц
 - ?) коэффициент шума, дБ
17. В каком диапазоне частот можно осуществить связь с подводными лодками?
- ?) > 1 ГГц
 - ?) 30...300 МГц
 - ?) < 300 КГц
 - ?) 300 КГц...3 МГц
18. Рефракция радиоволн – это
- ?) наложение радиоволн друг на друга
 - ?) преломление радиоволны и движение по криволинейной траектории вследствие неоднородности среды, в которой она распространяется
 - ?) явление огибания радиоволной препятствия
 - ?) полное отражение радиоволны от поверхности
19. Воображаемая антенна, у которой полностью отсутствуют направленные свойства, т. е. пространственная диаграмма имеет вид сферы, называется:
- ?) параболическая
 - ?) панельная
 - ?) изотропная
 - ?) коллинеарная
20. Какой диапазон частот называется УВЧ (ультра высоких частот)?
- ?) 300 МГц...1 ГГц
 - ?) 30...300 МГц
 - ?) > 1 ГГц
 - ?) 300 КГц...3 МГц

21. Сотовые сети подвижной связи (ССПС) получили такое название потому, что
- ?) передача информации в ССПС ведется на частоте 100 МГц
 - ?) они повышают эффективность использования канала на 100%
 - ?) напряжение, питающее антенно-фидерные устройства, равно 100 В
 - ?) шестиугольные ячейки, на которые разбивается зона обслуживания базовыми станциями (БС), напоминают соты пчелиного улья
22. В качестве метода доступа в стандарте GSM используется:
- ?) метод случайного доступа
 - ?) узкополосный многостанционный доступ с временным/частотным разделением каналов
 - ?) широкополосный многостанционный доступ с кодовым разделением каналов
 - ?) узкополосный многостанционный доступ с частотным разделением каналов
23. Основной метод доступа к среде в сетях стандарта 802.11
- ?) множественный доступ с обнаружением несущей и предотвращением коллизий
 - ?) узкополосный многостанционный доступ с временным разделением каналов
 - ?) широкополосный многостанционный доступ с кодовым разделением каналов
 - ?) узкополосный многостанционный доступ с частотным разделением каналов
24. В качестве метода доступа в стандарте CDMA используется:
- ?) метод случайного доступа
 - ?) узкополосный многостанционный доступ с временным разделением каналов
 - ?) широкополосный многостанционный доступ с кодовым разделением каналов
 - ?) узкополосный многостанционный доступ с частотным разделением каналов
25. Какой алгоритм управления трафиком применяется в микросотовых ССПС?
- ?) эстафетная передача при переключении между сотами
 - ?) алгоритм автоматического адаптивного распределения каналов
 - ?) фиксированное распределение каналов
 - ?) все вышеперечисленные

4.2. Типовые вопросы, выносимые на экзамен/зачет

1. Основы передачи данных в беспроводных сетях.
 2. Сигналы для передачи информации в беспроводных сетях.
- Передача данных в беспроводных сетях. Распределение частотного диапазона. Лицензирование частотных диапазонов.

3. Аналоговые и цифровые данные. Аналоговые и цифровые сигналы.
4. Модуляция сигналов в беспроводных сетях. Схема и виды модуляции. Классификация способов аналоговой модуляции. Классификация способов цифровой модуляции.
5. Амплитудная модуляция (манипуляция) в цифровых беспроводных сетях.
6. Частотная модуляция (манипуляция) в цифровых беспроводных сетях.
7. Фазовая модуляция (манипуляция) в цифровых беспроводных сетях.
8. Комбинированные способы модуляции. Квадратурная амплитудная модуляция(манипуляция) в цифровых беспроводных сетях.
9. Пропускная способность канала беспроводной сети. Методы повышения пропускной способности.
10. Методы доступа к среде в беспроводных сетях.
11. Уплотнение с пространственным разделением.
12. Уплотнение с частотным разделением (FDM).
13. Уплотнение с временным разделением (TDM).
14. Уплотнение с кодовым разделением (CDM).
15. Механизм мультиплексирования посредством ортогональных несущих частот (OFDM).
16. Технология расширенного спектра в беспроводных сетях.
17. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты (FHSS).
18. Прямое последовательное расширение спектра (DSSS).
19. Кодирование и защита от ошибок в беспроводных каналах связи. Методы обнаружения ошибок. Методы коррекции ошибок.
20. Методы автоматического запроса повторной передачи в беспроводных сетях.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

***ФАКУЛЬТЕТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«Беспроводные системы и сети»
(Приложение 2 к рабочей программе)**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Информационные системы и средства управления
технологическими процессами

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Общие положения

Цель дисциплины:

- приобретение студентами знаний и представлений об основных принципах, закономерностях, методах организации беспроводных сетей;
- приобретение студентами теоретических сведений и практических навыков, позволяющих проводить как расчет, так и измерения основных параметров и характеристик беспроводных сетей.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при проектировании беспроводных сетей;
- получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач в области беспроводных сетей.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1-3

Технические характеристики основных элементов БС.

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Практические знания по принципам построения беспроводных сетей передачи данных, методов применяемых модуляций, методов расширения спектров, способов кодирования и защиты от ошибок. Технические характеристики основных элементов БС.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 4-6

Определение параметров АМ, ЧМ, ФМ, QAM сигналов.

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Анализ способов модуляции и манипуляции в аналоговых и цифровых беспроводных сетях. Расчет параметров АМ, ЧМ, ФМ, QAM сигналов.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 7-9

Методы FHSS и DSSS используемые в БС

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Исследование методов FHSS и DSSS, используемых в БС. Целесообразность применения этих методов в беспроводных стационарных и мобильных сетях.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 10-12 Кодирование и защита от ошибок

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Методы обнаружения ошибок; коррекция ошибок; автоматический запрос повторной передачи.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 13-15 Формат фреймов FHSS и DSSS подуровня PLCPБС

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением студентов и дискуссиями.

Анализ форматов фреймов FHSS и DSSS подуровня PLCPБС.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 16-18 Сверточное кодирование с двумя и тремя битами кодовой последовательности БС

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Сверточное кодирование с двумя битами кодовой последовательности БС. Сверточное кодирование с тремя битами кодовой последовательности БС.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 19-21 Настройка подключения с помощью программы D-Link Air Plus XtremeG Wireless Utility.

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Цели и задачи встроенной службы Windows при подключении и настройки БС. Программы D-Link Air Plus Xtreme G Wireless Utility.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 22-25 Расширение беспроводной сети

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Расширение беспроводной сети с максимальной скоростью. Варианты объединения точек доступа.

Продолжительность занятия 8 часов.

Практическое занятие 26-28

Протоколы безопасности беспроводных сетей

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Средства предотвращения угроз и рисков безопасности беспроводных сетей. Практические навыки в области обеспечения безопасности БС, ознакомление с возможными угрозами в БС.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 29-31

Аутентификация в беспроводных сетях

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Механизм шифрования WEP. Уязвимость шифрования WEP. Проблемы управления статическими WEP-ключами.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 32-34

Технология целостности и конфиденциальности передаваемых данных

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Развертывание беспроводных виртуальных сетей. Топология «сеть-сеть», «хост-сеть», «хост-хост». Системы обнаружения вторжения в беспроводные сети.

Продолжительность занятия 6 часов.

Тема 4. Организация, планирование и расчет беспроводных сетей с помощью прикладных программных средств

Практическое занятие 35-37

Расчет основных параметров антенн

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Антенны и их основные характеристики. Распространение сигнала. Передача сигнала в пределах линии прямой видимости.

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 38-40

Расчет отношения сигнал/шум в цифровых системах связи

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Отношение сигнал/шум. Скорость передачи данных по беспроводному каналу. Практические навыки по расчету отношения сигнал/шум в цифровых системах связи с помощью специализированного программного обеспечения

Продолжительность занятия 6 часов.

Практическое занятие 41-45

Расчет зоны действия сигнала: расчет дальности работы беспроводного канала связи; расчет зоны Френеля

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Скорость передачи данных. Дальность работы беспроводного канала связи. Зоны Френеля. Практические навыки по расчету параметров зоны действия сигнала в БС с помощью специализированного программного обеспечения.

Продолжительность занятия 10 часов.

Практическое занятие 46-48

Расчет антенно-фидерных трактов и радиосистем с внешними антеннами

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Простой антенно-фидерный тракт и тракт с усилителем. Практические навыки по расчету основных параметров антенно-фидерного тракта с помощью специализированного программного обеспечения

Продолжительность занятия 6 часов.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрен учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Организация беспроводных сетей	Подготовка докладов по темам: 1. Цели и задачи WiMAX. Принципы работы WiMAX. Режимы работы WiMAX. 2. Беспроводные технологии Fixed WiMAX, Nomadic WiMAX, Portable WiMAX, Mobile WiMAX. Принципы построения. Практическое применение. 3. Отказ в обслуживании (DOS) для абонентов беспроводных сетей. Глушение клиентской радио станции. Глушение базовой станции. 4. Угрозы криптозащиты в беспроводных сетях. Анонимность атак. Физическая защита. 5. Режим повторителя. Режим клиента в беспроводной сети.
2.	Тема 2. Архитектура и стандарты беспроводных сетей	Подготовка презентаций по темам: 1. Стандарт IEEE 802.11b. Принципы построения. Практическое применение. 2. Стандарт IEEE 802.11a. Принципы построения. Практическое применение. 3. Стандарт IEEE 802.11g. Принципы построения. Практическое применение. 4. Топология беспроводной сети типа «шина». 5. Топология беспроводной сети типа «кольцо». 6. Топология беспроводной сети типа «звезда».
3	Тема 3. Средства предотвращения угроз и рисков безопасности беспроводных сетей	Подготовка докладов по темам: 1. Подслушивание в беспроводных каналах связи. 2. Проблемы идентификатора беспроводной ЛВС 3. Уязвимость открытой аутентификации. 4. Уязвимость аутентификации с общим ключом. 5. Уязвимость аутентификации по MAC-адресу.
4	Тема 4. Организация, планирование и расчет беспроводных	Подготовка презентаций по темам: 1. Передача в диапазоне инфракрасных волн. Принципы построения. Практическое применение. 2. Принципы организации сотовых систем подвижной связи. Повторное использование частот.

	сетей с помощью прикладных программных средств	<p>Фиксированное и адаптивное распределение каналов. Эстафетная передача.</p> <p>3. Особенности проектирования сотовых систем подвижной связи с макросотовой и микросотовой структурой. Радиус и диаметр соты. Коэффициент соканальных помех. Определение количества сот в кластере.</p> <p>4. Сети транкинговой связи. Особенности построения и применения.</p> <p>5. Беспроводные локальные сети со скачкообразной перестройкой частоты (FHSS). Беспроводные локальные сети, использующие широкополосную модуляцию DSSS с расширением спектра методом прямой последовательности</p>
--	--	---

5. Указания по проведению контрольных работ

5.1. Требования к структуре

5.1.1. Задание на контрольную работу

В контрольной работе требуется решить задачу по проектированию сети беспроводного доступа одного из районов города либо прилегающей городу сельской местности при следующих исходных данных:

1. Тип территории в зоне обслуживания
2. Используемая технология беспроводного доступа WiMax или LTE
3. Частотный диапазон реализации технологии
4. Высота базовой станции в м – H_{Base} ,
5. Высота мобильной станции в м – H_{Mobile} ,
6. Площадь зоны обслуживания в км² – $S_{сети}$

Варианты исходных данных приведены в таблице 3. Данные для расчета базовой станции приведены в таблице 4.

Таблица 3

Вариант*	Территория зоны обслуживания	Используемый Стандарт	Частотный диапазон, МГц	Высота базовой станции, м	Высота мобильной станции, м	Площадь зоны обслуживания, км ²
1	Городская застройка (средний город)	LTE	847	35	1.5	300
2	Городская застройка (большой город)	WiMax	2300	40	1.6	1200
3	Пригород	LTE	2530	50	1.5	70
4	Сельский открытый Участок	WiMax	2350	80	1.6	30
5	Городская застройка (средний город)	WiMax	2500	55	1.6	270
6	Городская застройка (большой город)	LTE	2670	35	1.5	600
7	Пригород	WiMax	2400	60	1.5	80
8	Сельский открытый Участок	LTE	2680	45	1.6	40
9	Городская застройка (средний город)	LTE	2550	34	1.5	450
10	Городская Застройка (большой город)	WiMax	2600	45	1.6	800
11	Пригород	LTE	2400	90	1.6	60
12	Сельский открытый участок	WiMax	2550	45	1.5	25
13	Городская Застройка (средний город)	WiMax	2650	40	1.6	150
14	Городская Застройка (большой город)	LTE	832	55	1.5	690
15	Пригород	WiMax	2300	65	1.6	70
16	Сельский открытый участок	LTE	2540	80	1.5	35
17	Городская застройка (средний город)	LTE	776	45	1.6	220
18	Городская застройка (средний город)	WiMax	2600	30	1.5	150
19	Городская застройка (большой город)	LTE	2300	45	1.5	900

20	Городская застройка (большой город)	WiMax	2550	40	1.6	700
21	Пригород	WiMax	2350	50	1.6	45
22	Сельский полуоткрытый	LTE	2660	60	1.5	20
23	Городская застройка (средний город)	WiMax	2300	35	1.6	190
24	Городская застройка (большой город)	LTE	2595	120	1.5	1000
25	Пригород	LTE	2540	75	1.5	50
26	Сельский полуоткрытый	WiMax	2650	85	1.6	35

*Вариант определяется по порядковому номеру студента в группе

Таблица 4

Вариант**	Мощность передатчика, Вт	К-т усиления приемной/передающей антенны, дБ	К-т согласования антенны с радиосигналом по поляризации	КПД передающего и приемного фидеров	Чувствительность приемника, дБ/Вт
1	20	13	0,9	0,95	-104
2	17	18	0,9	0,95	-118
3	15	16	0,9	0,95	-119
4	13	12	0,9	0,95	-90
5	16	14	0,9	0,95	-117
6	22	16	0,9	0,95	-105
7	18	14	0,9	0,95	-116
8	15	11	0,9	0,95	-98
9	20	16	0,9	0,95	-111
10	13	13	0,9	0,95	-116
11	15	12	0,9	0,95	-115
12	22	15	0,9	0,95	-104
13	20	13	0,9	0,95	-108
14	15	12	0,9	0,95	-106
15	15	16	0,9	0,95	-110
16	13	11	0,9	0,95	-95
17	16	12	0,9	0,95	-105
18	22	12	0,9	0,95	-106
19	20	16	0,9	0,95	-110
20	16	18	0,9	0,95	-120
21	20	16	0,9	0,95	-115
22	13	10	0,9	0,95	-100
23	15	15	0,9	0,95	-115
24	22	13	0,9	0,95	-110
25	20	18	0,9	0,95	-105
26	13	10	0,9	0,95	-98

** Вариант определяется как сумма последней и предпоследней цифры

5.1.2. Задачи контрольной работы

- 1) рассчитать зону покрытия одной базовой станции;
- 2) выбор антенных систем по рассчитанной зоне покрытия;
- 3) рассчитать зону Френеля.

5.1.3. Расчет зоны радио покрытия одной базовой станции

Для расчета зоны радиопокрытия первой базовой станции, используемой для предоставления мобильного высокоскоростного доступа к сети передачи данных были использованы начальные параметры, приведенные в таблице 5.

Таблица 5

Параметры	Значение
Частотный диапазон F, МГц	Согласно номеру варианта
Высота базовой станции, м	Согласно номеру варианта
Высота мобильной станции, м	Согласно номеру варианта

С технической точки зрения главными характеристиками сотовой сети являются:

- частотно-территориальное планирование;
- максимальная нагрузка.

Поэтому проектирование сотовой сети связано в первую очередь с этими двумя аспектами. При этом (на стадии обоснования проекта) возникает конфликт из-за противоположности направлений решения задачи с точки зрения техники и экономики, ведь наращивание пропускной способности требует увеличения затрат на оборудование, которые строго ограничиваются. В таком случае приходится искать оптимальное решение, балансируя статистическими критериями при анализе нагрузки на каждую отдельно взятую соту и используя эмпирические модели распространения радиоволн в реальных условиях.

В контрольной работе представлен один из возможных вариантов расчета зоны покрытия отдельно взятой базовой станции. Получение действительно точных данных при таком сильном масштабировании уже считается сложной задачей, а анализ сети в целом вообще на данный момент является лишь частично решенной задачей.

5.2. Требования к содержанию

5.2.1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

5.2.2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

5.2.3. Основная часть работы включает вопросы, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

5.2.4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5.2.5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

5.2.6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

5.2.7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению

Объём контрольной работы – 5...10 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman). Контрольная работа должна быть также представлена в электронном виде.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

Помехоустойчивость приема спектрально-эффективных шумоподобных сигналов/Бондаренко В.Н. - Красноярск.: СФУ, 2020. - 160 с.: ISBN 978-5-7638-3135-1. <http://znanium.com/bookread2.php?book=550050>

2. Руднев, А.Н. Потокое видео в системах радиодоступа / О.И. Шелухин, А.Н. Руднев. — М.: Горячая линия – Телеком, 2020. — ISBN 978-5-9912-0303-6. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://rucont.ru/searchresults?q>

3. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Паринов А.В., Ролдугин С.В., Мельник В.А. - Воронеж:Научная книга, 2020. - 178 с. ISBN 978-5-4446-0906-4 <http://znanium.com/bookread2.php?book=923309>

Дополнительная литература:

1. Интеллектуальные интерактивные системы и технологии управления удаленным доступом: методы и модели управления процессами защиты и сопровождения интеллектуальной собственности в сети Internet/Intrane: Учебное пособие / Ботуз С.П., - 3-е изд., доп - М.:СОЛОН-Пр., 2014. - 340 с.: ISBN 978-5-91359-132-6 <http://znanium.com/bookread2.php?book=884094>

Рекомендуемая литература:

1. Хорст-Дите Радке, Йеремиас Радке. Все о беспроводных сетях. Изд-во НТ Пресс, 2009 г. 318 с.
2. М. С. Немировский, О. А. Шорин, А. И. Бабин, А. Л. Сартаков. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма. Изд-во Эко-Трендз, 2009 г. 400 с.
3. Мэйволд Э. Безопасность сетей. Network Security: A Beginner's Guide– Изд-во ЭКОМ, 2010 г. 528 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. www.torrentino.com/torrents/24355 Беспроводные сети Wi-Fi
 2. http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/mesh/7-0/design/guide/MeshAP_70.html Cisco Wireless Mesh Access Points, Design and Deployment Guide
-

8. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: LibreOffice, Octave.

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета.

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Беспроводные системы и сети».