



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования


«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДФУ

«СОГЛАСОВАНО»

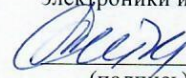
Инженерная школа

Руководитель ОП


(подпись) Л.Г. Стаценко
(Ф.И.О. рук. ОП)
« 09 » декабря 2019 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая кафедрой
электроники и средств связи


(подпись) Л.Г. Стаценко
(Ф.И.О. зав. каф.)
« 09 » декабря 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мобильные системы радиосвязи

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8

лекции 36 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 18 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа/ курсовой проект – не предусмотрено учебным планом

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 № 930.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол № 4 от «09» декабря 2019 г.

Заведующая кафедрой: д.ф.-м.н., профессор Л.Г. Стаценко

Составитель: доцент А.А. Бахвалова

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 11.03.02 "Infocommunication technologies and communication systems"

Study profile: "Communication and radio-access systems"

Course title: "Mobile Radio Systems"

Variable part of Block 1, 8 credits

Instructor: Bakhvalova A.A.

At the beginning of the course a student should be able to:

- work with simple measuring instruments for measuring electrical quantities;
 - to carry out planning, analysis, reflection, self-evaluation of its activities;
 - work with reference literature, instructions;
 - formalize the results of their activities, present them at the modern level;
 - work with various sources of information: books, textbooks, reference books, qualifiers, encyclopedias, catalogs, dictionaries, the Internet;
 - to search, extract, systematize, analyze and select information necessary for the solution of educational tasks, organize, transform, preserve and transmit it;
 - use information devices;
 - apply information and telecommunication technologies for the solution of educational tasks: audio and video recording, e-mail, Internet.
- work in a group, search for and find compromises;
- be aware of the existence of certain requirements for the product of its activities.

Learning outcomes:

Specific Professional Competences:

PC-1 - ability to develop switching subsystems and network platforms, data transmission networks, transport networks and radio access networks, satellite communication systems.

Course description: The contents of discipline covers the formation of students' ideas about the mobile systems of modern systems of a radio communication. The modern systems of a mobile systems - cellular, satellite networks transfer and reception of digital information.

Development of digital methods of information transfer in mobile networks demands application of effective methods of use of a radio-frequency resource. The general tendency is transition of radio frequencies from units of gigahertzes to tens of gigahertzes. In this area of radio frequencies the maximum speed of transfer - tens of megabits a second is reached.

The expert needs to know the principles of territorial and frequency planning of cellular network; standard blocks of the block diagram of mobile network without which high-speed data transmission of a cellular radio communication is impossible.

Content of discipline covers the following circle of questions: generations of mobile communication, their difference by methods of multiple access, the applied standards for realization of a cellular, trunking and satellite radio communication, the GSM, UMTS, LTE standards, structure of the equipment of network, calculation of the served area of cellular communication, the principle of reuse of frequencies, probability of refusal in service, the capacity of mobile network, the organization of frequency and temporary communication channels within the allocated range of frequencies for one base station and for all network, the capacity of cellular network.

Main course literature:

1. Dinges S.I. Equipment of mobile communication systems [Electronic resource]: study guide / Dinges SI - Electron. text data.— M .: Moscow Technical University of Communications and Informatics, 2016.— 47 c.— Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/61747.html>

2. Mikushin A.V. Circuit design of mobile radio stations [Electronic resource]: monograph / Mikushin AV, Sedinin VI - Electron. text data.—

Novosibirsk: Siberian State University of Telecommunications and Informatics, 2016. — 288 p.— Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/69559.html>

3. Shinakov Yu.S. Formation and signal processing in mobile communication systems with OFDM technology (simulation modeling in the MATLAB & SIMULINK system) (MatLab 2011a) [Electronic resource]: workshop No. 30 / - Electron. text data.— M .: Moscow Technical University of Communications and Informatics, 2014.— 22 c.— Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/63369.html>

4. Logvinov V.V. Receivers of fixed and mobile communication systems [Electronic resource]: a tutorial / Logvinov V.V.— Electron. text data.— M .: SOLON-PRESS, 2016.— 816 c.— Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/53840.html>

5. Berlin A.N. Cellular communication systems [Electronic resource]: study guide / / Berlin, AN — Electron. text data.— M .: Internet University of Information Technologies (INTUIT), 2016.— 430 c .— Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/52177.html>

Form of final knowledge control: exam.

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Мобильные системы радиосвязи» предназначена для направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа». Трудоемкость дисциплины 3 зачетные единицы, 180 академических часов, из них 36 часов практических занятий, 18 часов практических занятий, 18 часов лабораторных работ, 108 часов самостоятельная работа (37 часов на подготовку к экзамену).

Данная дисциплина входит в блок вариативных дисциплин по выбору. Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8 семестре.

Дисциплина «Мобильные системы радиосвязи» базируется на подготовке, которую студенты получают при изучении дисциплин: «Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов радиосвязи», «Вычислительная техника», «Электроника». Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: поколения мобильной связи, их отличия по методам множественного доступа, применяемые стандарты для реализации сотовой, транкинговой и спутниковой радиосвязи, стандарты GSM, UMTS, LTE, состав оборудования сети, расчет обслуживаемой площади сотовой связи, принцип повторного использования частот, вероятность отказа в обслуживании, пропускная способность мобильной сети, организация частотных и временных каналов связи в пределах выделенного диапазона частот для одной базовой станции и для всей сети, емкость сотовой сети.

Цель: дать обучающимся знания, умения и развить навыки, дающие им возможность проектировать и эксплуатировать устройства мобильных систем радиосвязи. Современные системы радиосвязи - сотовые, спутниковые сети – используют узкополосные и широкополосные каналы связи для передачи и приема цифровой информации.

Развитие цифровых методов передачи информации в мобильных сетях требует применения эффективных методов использования радиочастотного ресурса. Общей тенденцией является переход радиочастот от единиц гигагерц до десятков гигагерц. В этой области радиочастот достигается максимальная скорость передачи - десятки мегабит в секунду.

Стремление к увеличению скорости передачи данных в системах мобильной связи и повышению достоверности передаваемой информации требует разработки и внедрения многоантенных систем передачи и приема для реализации разнесенного приема MIMO. Расстояния между базовыми станциями постепенно уменьшаются и составляют менее километра.

Специалисту необходимо знать принципы территориально-частотного планирования сотовой сети; типовые блоки структурной схемы мобильной сети, без которых невозможна высокоскоростная передача данных сотовой радиосвязи. Методы расчета необходимого отношения сигнал-помеха для достижения приемлемого качества приема радиосигнала. Причины появления системных помех и их влияние на качество обслуживания абонентов сети.

Задачи:

- сформировать у обучающихся представление о направлениях развития техники мобильной связи, ее сетевых компонентов, о применении методов амплитудной и фазовой манипуляции для реализации приемников с гарантированным минимальным отношением сигнал-помеха;

- дать комплекс базовых теоретических знаний о способах технической реализации и методах множественного доступа в сетях второго, третьего и четвертого поколения, современной технической элементной базе в радиоприемной и передающей аппаратуре;

- дать базовые знания по архитектуре мобильных радиосистем, о принципах планирования сетей стандартов GSM, UMTS, LTE;

В результате изучения курса студенты должны знать:

- виды и поколения мобильной радиосвязи, области их технического применения;

- структурные схемы сетей стандартов GSM, UMTS, LTE;

- принципы территориально-частотного планирования сотовой сети;

- методы расчета уровня принимаемого сигнала в мобильной станции, находящейся на заданном расстоянии от базовой станции;

- модели распространения радиосигнала, применяемые в сотовой связи в соответствии с международными рекомендациями.

- методы расчета отношения сигнал-помеха по эмпирическим формулам со степенной зависимостью ослабления радиосигнала от расстояния между передатчиком и приемником;

- методы повышения отношения сигнал-помеха за счет применения направленных антенн;

- методы манипуляции, применяемые в сетях мобильной связи;

- методы множественного доступа FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA.

В результате практического изучения дисциплины студент должен уметь:

- анализировать основные характеристики сетей мобильной связи;

- проводить измерения уровня принимаемого сигнала в приемнике MS;

- рассчитывать уровень принимаемого сигнала в мобильной станции, находящейся на заданном расстоянии от базовой станции;
- рассчитывать вероятность отказа в обслуживании абонента сотовой сети;
- разрабатывать план расположения базовых станций систем второго, третьего и четвертого поколения сотовой связи.
- рассчитывать отношение сигнал-помеха в мобильной станции при заданном расположении базовых станций

Для успешного изучения дисциплины «Информационные технологии в инфокоммуникациях» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- умение работать с простейшими измерительными приборами для измерения электрических величин;
- умение осуществлять планирование, анализ, рефлексию, самооценку своей деятельности;
- умение работать со справочной литературой, инструкциями;
- умение оформить результаты своей деятельности, представить их на современном уровне;
- владеть навыками работы с различными источниками информации: книгами, учебниками, справочниками, определителями, энциклопедиями, каталогами, словарями, Интернет;
- самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения учебных задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее;
- владеть навыками использования информационных устройств;
- применять для решения учебных задач информационные и телекоммуникационные технологии: аудио и видеозапись, электронную почту, Интернет.
- умение работать в группе, искать и находить компромиссы;
- осознание наличия определенных требований к продукту своей деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 - способность к развитию коммутационных подсистем и сетевых	Знает	технические средства мобильной связи; принципы частотного планирования мобильных сетей; влияние направленности и коэффициента усиления

платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи		антенны на отношение сигнал-помеха MS.
	Умеет	оценивать минимальное количество базовых станций; планировать расположение базовых станций; применять модели распространения радиосигнала.
	Владеет	навыками работы с программами смартфонов для оценивания параметров принимаемого сигнала; навыками выбора диаграммы направленности антенн;

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Мобильные системы радиосвязи» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемная лекция, дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 час., в том числе 18 с использованием методов активного обучения)

Модуль 1. Системы мобильной связи второго поколения

Раздел I. Обеспечение минимального отношения сигнал помеха в сетях мобильной связи (8 час.)

Тема 1. Виды мобильной связи (1 час.)

Виды мобильной связи: сотовая, транкинговая, спутниковая, пейджинговая радиосвязь. Характеристика этих видов связи. Отличительные особенности. Методы множественного доступа FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA в сетях подвижной связи. Спутниковые системы мобильной связи. Характеристики спутниковых систем Orbcomm, Inmarsat-P, Globalstar, Teledesic, Iridium. Преимущества низкоорбитальных спутниковых систем.

Тема 2. Частотно-территориальное планирование сотовых сетей радиосвязи (2 час.)

Частотно-территориальное планирование сотовой сети второго поколения. Деление обслуживаемой территории на соты и секторы. Защитный интервал. Необходимый частотный ресурс сети. Количество мешающих базовых станций при делении территории на соты и секторы.

Тема 3. Уровень принимаемого радиосигнала (2 час.)

Уровень принимаемого радиосигнала базовой станции и мобильного приемника. Диапазон изменения степени ослабления n радиосигнала при изменении рельефа местности. Выбор степени ослабления на начальном этапе расчета во время проектирования сети. Учет измеренного значения степени ослабления в компьютерных программах при моделировании сотовой сети.

Тема 4. Выбор количества секторов в соте (1 час.)

Отношение сигнал-помеха сотовой сети второго поколения. Определение ослабления радиосигнала через нормированные коэффициенты

с помощью степенной функции. Отношение сигнал-помеха для количества секторов в соте – 1, 3 и 6. Основные параметры, влияющие на отношение сигнал-помеха в сотовой сети: размерность кластера, защитный интервал, степень ослабления радиосигнала. Невозможность увеличения отношения сигнал-помеха за счет повышения мощности передатчика базовой станции.

Тема 5. Эмпирические модели распространения радиосигнала (2 час.)

Эмпирические модели распространения радиосигнала, рекомендуемые при планировании сотовой сети для расчета уровня сигнала в точке приема. Модель Окамура-Хата, модель COST231- Хата, Модель Уолфиша – Икегами. Условия применения формул. Пример экспериментально определенных уровней радиосигнала, характеризующих уверенный прием и потерю связи для стандарта GSM.

Раздел II. Системы мобильной связи с временным разделением каналов связи TDMA (8 час.)

Тема 6. Организация каналов радиосвязи стандарта GSM (2 час.)

Стандарт GSM. Основные параметры и услуги. Организация каналов радиосвязи с помощью частотно временной матрицы. Методы множественного доступа FDMA, TDMA стандарта GSM. Нумерация каналов связи. Медленные скачки по частоте.

Тема 7. Физические и логические каналы радиосвязи стандарта GSM (2 час.)

Физические каналы радиосвязи стандарта GSM. Организация физических каналов радиосвязи, их характеристики. Количество одновременно разговаривающих абонентов сети. Количество каналов связи базовой станции.

Логические каналы радиосвязи стандарта GSM. Организация логических каналов радиосвязи, их характеристики. Пример передачи мультикадра по каналу случайного доступа RACH

Тема 8. Оборудование типовой системы сотовой связи (2 час.)

Состав оборудования типовой системы сотовой связи второго поколения. Назначение элементов сети. Алгоритм функционирования типовой сотовой сети.

Аутентификация в сети GSM. Назначение и алгоритм проведения аутентификации. Условие успешного прохождения аутентификации. Возможные причины отказа допуска к сети зарегистрированного абонента.

Шифрование в сети GSM.

Тема 9. Модулятор GMSK (1 час.)

Модулятор GMSK стандарта GSM. Структурная схема модулятора. Формирование частоты передатчиком. Количество различных комбинаций выходного сигнала модулятора, уравнения сигналов. Принцип демодуляции сигнала в приемнике.

Тема 10. Радиointерфейс EDGE (1 час.)

Радиointерфейс EDGE. Назначение EDGE, метод манипуляции. Скорость передачи данных. Автоматическая настройка скорости передачи информации.

Раздел III. Вероятность ошибок BER в каналах связи и емкость мобильной сети (6 час.)

Тема 11. Отношение сигнал/помеха (2 час.)

Отношение сигнал/помеха в цифровых каналах связи. Оценка отношения сигнал/помеха E_0/N_0 , связь с отношением $P_C/P_{\text{Пом}}$. Отличие отношения E_0/N_0 от отношения $P_C/P_{\text{Пом}}$. Место установки прибора для измерения E_0/N_0 .

Тема 12. Измерение вероятности ошибки BER (2 час.)

Вероятность ошибки BER в цифровых каналах связи. Параметры, влияющие на количество бит, принятых неправильно в приемнике. Расчет вероятности ошибок для амплитудной, частотной, фазовой манипуляции при

когерентном и некогерентном приеме. Сравнение BER для АМ-, ЧМ- и ФМ-приемников при одинаковом отношении сигнал/помеха.

Тема 13. Трафик мобильных сетей (2 час.)

Сотовая сеть как система массового обслуживания. Характеристики и расчетные параметры. Трафик. Расчет вероятности отказа в обслуживании с помощью модели Эрланга В. Предположения, которые используются в модели Эрланга В. Модель Эрланга С для транкинговых сетей.

Модуль 2. Системы мобильной связи третьего и четвертого поколений

Раздел IV. Системы мобильной связи с кодовым разделением каналов связи WCDMA (8 час.)

Тема 14. Сети пакетной коммутации (2 час.)

Характеристика сетей пакетной коммутации. Сравнение сетей пакетной и канальной коммутации. Преимущества, недостатки разных методов коммутации. Сеть GPRS. Параметры передачи полезной информации в режиме пакетной коммутации. Данные, которые хранятся в регистре HLR и используются для продвижения пакетов в сети.

Сеть GPRS. Структурная схема сети. Назначение сетевых блоков. Функции узлов SGSN и GGSN. Прохождение по сети информации от абонента к абоненту в режиме коммутации каналов и режиме пакетной коммутации.

Тема 15. Радиointерфейсы систем 3G (2 час.)

Радиointерфейсы сотовых систем третьего поколения 3G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 3G. Радиointерфейсы с кодовым разделением сигналов. Поддержка систем второго поколения. Применение функций Уолша в сотовой связи. Принцип образования матриц второго, четвертого, восьмого порядка. Функции Уолша восьмого порядка. Принцип работы передатчика и приемника с кодовым разделением сигналов

(независимо от схемы и стандарта сотовой связи). Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Причина изменения чувствительности приемника.

Тема 16. Сети третьего поколения UMTS (2 час.)

Трехуровневая структура систем третьего поколения IMT-2000. Элементы отдельных уровней, их назначение и характеристика. Структурная схема европейской системы третьего поколения UMTS. Назначение элементов сотовой сети. Сравнение структуры UMTS с сетью второго поколения.

Стандарт на радиointерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиointерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.

Тема 17. Частотно-территориальное планирование сетей 3G (2 час.)

Частотно-территориальное планирование сетей третьего поколения 3G. Возможные варианты расположения базовых станций в сотовой сети. Влияние частотного планирования на емкость сети. Емкость сетей третьего поколения 3G с кодовым разделением каналов. Ограничение на количество доступных каналов из-за допустимого отношения сигнал-помеха. Межканальные помехи мобильных телефонов.

Раздел V. Системы мобильной связи с ортогональным частотным разделением каналов связи OFDMA (6 час.)

Тема 18. Сети четвертого поколения LTE (2 час.)

Радиointерфейсы сотовых систем четвертого поколения 4G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 4G. Радиointерфейсы с ортогональным частотным разделением сигналов OFDMA. Сравнение систем LTE и LTE advanced с системами организации каналов с кодовым разделением CDMA. Преимущества и недостатки OFDMA, ресурсный блок.

Тема 19. Архитектура сети LTE (2 час.)

Компоненты сети - радиодоступ E-UTRAN и базовая сеть SAE или EPC. Обмен данными в сети EPC только по IP протоколу с коммутацией пакетов, отсутствие коммутации каналов между отдельными элементами сети LTE. Базовые станции eNodeB. Назначение основных элементов сети. Управление радиоресурсами: распределение радиоканалов, динамическое распределение ресурсов в восходящих и нисходящих направлениях. Маршрутизация пакетов данных по направлению к обслуживающему шлюзу S-GW. Диспетчеризация и передача вызывной и вещательной информации от блока управления мобильностью MME. Шифрование потока пользовательских данных. Узел управления мобильностью MME. Сервер абонентских данных сети HSS.

Тема 20. Частотно-территориальное планирование сети LTE (2 час.)

Построение сети начального приближения. Выбор частотного кластера.

Выбор мощности передатчиков для ближней и дальней зоны. Бюджет потерь на линиях вверх и вниз на границе сот для ближней и дальней зоны. Выбор модели распространения сигнала для оценивания радиуса сот. Площадь соты. Емкость и пропускная способность соты. Привязка участков развертывания базовых станций к местности. Итеративная оптимизация сети при использовании средств программного обеспечения.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(72 час., в том числе 30 с использованием методов активного обучения)

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Частотно-территориальное планирование сотовых сетей второго поколения. (4 час.)

Частотно-территориальное планирование аналоговых и цифровых сотовых сетей радиосвязи. Минимально-допустимое отношение сигнал-помеха в сетях с частотно-временным разделением FDMA/TDMA. Снижение минимального отношения сигнал-помеха за счет применения ортогональных сигналов CDMA с кодовым разделением данных отдельных абонентов в приемнике. Повышение скорости передачи данных в сети до десятков-сотен мегабит в секунду за счет применения ортогональных сигналов OFDMA в частотной области.

Частотно-территориальное планирование сотовой сети второго поколения. Деление обслуживаемой территории на соты и секторы. Расчет защитного интервала. Необходимый частотный ресурс сети. Количество мешающих базовых станций при делении территории на соты и секторы. Расчет частотного ресурса сети и отношения сигнал-помеха без деления соты на секторы. Расчет и сравнение частотного ресурса сети и отношения сигнал-помеха при количестве секторов 1,3,6 в соте.

Занятие 2. Планирование расположения базовых станций (2 час.)

План расположения 14 базовых станций с заданной размерностью кластера и количеством секторов в соте. Выбор соты и места расположения в ней мобильной станции на границе соты. Определение с помощью рисунка количества мешающих станций и нормированных расстояний до них (в радиусах соты) относительно мобильной станции. Расчет отношения сигнал/помеха $P_C/P_{ПОМ}$ при условии равенства мощностей передатчиков

базовых станций. Степень ослабления радиосигнала $n=3$. Определение отношения сигнал/помеха в сети сотовой связи с помощью нормированных коэффициентов.

Занятие 3. Оценка мощности передатчика базовой станции (2 час.)

Определение необходимой мощности передатчика базовой станции, обеспечивающей на границе соты заданный уровень сигнала (-74 дБм) при выполнении следующих условий. Потери в фидере составляют 4 дБ. Коэффициент усиления антенны 16 дБ. Модель распространения радиосигнала задана. Вторым вариантом - модель Окамура-Хата, модель COST231-Хата, модель Уолфиша – Икегами - необходимо выбрать.

Занятие 4. Вероятность отказа обслуживания сети GSM (2 час.)

Определение вероятности отказа обслуживания и полосы частот, необходимой для сотовой сети, по рисунку расположения базовых станций. В одной соте находится 500 абонентов, на нее отведено 9 частотных каналов стандарта GSM в одном направлении. Средняя продолжительность разговора 3 минуты. Сеть без образования очереди абонентов, отсутствует приоритет. Два способа расчета вероятности отказа. Первый способ – таблица Эрлангов. Вторым способом – формула модели Эрланга В.

Занятие 5. Модуляторы GMSK и 8PSK (2 час.)

Модулятор GMSK стандарта GSM. Структурная схема модулятора. Формирование частоты передатчиком. Количество различных комбинаций выходного сигнала модулятора, уравнения сигналов. Составление таблицы с двумя входными цифровыми сигналами, знаковыми функциями синусной и косинусной составляющих выходного сигнала MSK-модулятора. Расчет выходного сигнала на нескольких битовых интервалах. Демодуляция сигнала в приемнике с учетом фильтра Гаусса и интегратора. Расчет выходного сигнала модулятора 8PSK.

Занятие 6. Функции Уолша (4 час.)

Применение функций Уолша в сотовой связи. Составление матриц второго, четвертого, восьмого, шестнадцатого порядка. Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Расчет чувствительности приемника. Расчет сигнала несущей частоты для двух функций Уолша 16-го порядка $W(2,16)$ и $W(5,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. График выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Занятие 7. Схемотехническая реализация функций Уолша (2 час.)

Схемная реализация функций Уолша восьмого порядка. Структурная и электрическая схема двухканального передатчика цифрового немодулированного сигнала. Принцип работы электрической схемы передатчика, реализованной на стенде УМ11. Временные диаграммы формирования сигналов в каждом канале передатчика и выходного сигнала, поступающего в проводную линию связи. Принцип работы электрической схемы приемника с кодовым разделением сигналов Уолша восьмого порядка.

Занятие 8. Емкость сотовых сетей третьего поколения (4 час.)

Составление плана расположения 15 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выбор соты из условия максимума помех в сети. Определение с помощью рисунка количества мешающих станций. Расчет максимального количества абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=120$ кбит/с.

Составление плана расположения 15 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Расчет максимального количества абонентов сети по рисунку сети. Расчет емкости без рисунка.

Занятие 9. Цифровая модуляция с ортогональным частотным мультиплексированием (4 час.)

Цифровая модуляция с ортогональным частотным мультиплексированием (уплотнением) – OFDM. (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Деление всей доступной полосы частот между множеством ортогональных поднесущих частот. Независимая модуляция каждой из поднесущих частот передатчиком базовой станции при помощи квадратурной амплитудной модуляции. Полоса 10, 20 МГц. Комплексный сигнал на выходе OFDM модулятора во временной области. Обратное преобразование Фурье. Ресурсный блок-системы LTE-A. Структура субкадров LTE-A в режиме FDD. Физические каналы LTE-A. Обобщенная схема OFDM системы радиосвязи. Масштабируемость радиочастотного спектра от 1,4 МГц до 20 МГц. Расчет средней пропускной способности и емкости сети.

Занятие 10. Планирование сети LTE-A (4 час.)

Частотно-территориальное планирование сети LTE-A. Построение сети начального приближения. Выбор частотного кластера. Расчет мощности передатчиков для ближней и дальней зоны. Бюджет потерь на линиях вверх и вниз на границе сот для ближней и дальней зоны. Выбор модели распространения сигнала для оценивания радиуса сот. Расчет площади соты. Расчет емкости и пропускной способности соты.

Занятие 11. Технология MIMO (2 час.)

Технология MIMO для нисходящей передачи сигналов. Пространственная обработка сигналов на различных антенных элементах. Средняя спектральная эффективность для линии вверх 1×2 , 1×4 , для линии вниз 2×2 , 4×2 , 4×4 . Пространственная обработка сигналов на передающей и

приёмной стороне MIMO-OFDMA системы радиосвязи. Обобщённая схема приёмника и передатчика MIMO-OFDMA системы радиосвязи.

Занятие 12. Измерение каналов и отношений сигнал/помеха в приёмниках абонентов (2 час.)

Измерения в системах радиосвязи LTE-A с частотным дуплексом FDD MIMO каналов приёмником абонента при помощи специальных опорных (пилотных) сигналов, передаваемых базовыми станциями на выделенных пилотных поднесущих. Описание в стандарте LTE-A положений пилотных поднесущих в частотно-временной области (OFDM-символы и частоты поднесущих). Опорные сигналы заранее известны приёмникам пользователей. Измерения частотной характеристики канала связи для каждой пары приёмной и передающей антенн, полученные на пилотных поднесущих. Использование измерений для восстановления передаточной функции канала на остальных OFDM символах подкадра во всей полосе частот путём интерполяции. Передача данных о MIMO канале связи от приёмника по обратному каналу связи на обслуживающую базовую станцию в специальных служебных сообщениях.

Занятие 13. Распределение физических ресурсов системы (2 час.)

Распределение физических ресурсов системы связи между абонентами. Назначение частотно-временных блоков для передачи сигналов абонентам на основе планирования физических ресурсов MIMO-OFDMA системы связи. Выделение базовой станцией поднесущих каждого доступного частотно-временного блока абонентам, для которых достигается наибольшее значение целевой функции. Суммарная ожидаемая пропускная способность каналов абонентов, вычисляемая на основе значений отношения сигнал/помеха (ОСП). Ограничение выделения ресурсов абонентам с низкими значениями ОСП. Алгоритм пропорционального справедливого распределения физических ресурсов. Максимальное отношение ожидаемой пропускной способности i -ого абонента, к средней пропускной способности i -ого

абонента. Использование в MIMO-OFDMA системе связи одного и того же частотно-временного блока для обслуживания нескольких абонентов.

Лабораторные работы (36 час., в том числе 20 с использованием методов активного обучения)

Лабораторная работа №1. Измерение уровня принимаемого сигнала в сети сотовой связи (4 час.)

Цель работы: Измерение уровня принимаемого сигнала в сотовом телефоне и расчет степенной модели распространения радиосигнала базовой станции на основе измерений.

Задание. В лабораторной работе измеряется мощность радиосигнала в приемнике мобильной станции в нескольких точках местности на удалении R_1, R_2, \dots, R_n от базовой станции. Мощность радиосигнала в точке приема (MS – мобильной станции) рассчитывается с помощью степенной функции расстояния R между приемником и передатчиком (BTS) $P_{MS} = A R^{-n} P_{BTS}$, где P_{MS} – мощность радиосигнала в приемнике мобильной станции, P_{BTS} – мощность радиосигнала, излучаемая базовой станцией,

A – коэффициент пропорциональности, n – показатель ослабления радиосигнала.

Для двух соседних точек определяется отношение мощностей R_1^{-n}/R_2^{-n} , откуда рассчитывается показатель ослабления n . Измерение между точками, в которых проводятся измерения мощности принятого сигнала, выполняется на электронной карте о. Русский. Расстояние между соседними точками 200 метров. Измерение мощности проводится с помощью смартфонов и установленных на них специальных программ (Open Signal). Измерение уровня принимаемого сигнала выполняется в четырех точках. Шаг между точками 200 метров с отчетом от базовой станции. В каждой точке измеряется уровень принимаемого сигнала с интервалом 10 секунд,

результаты 10 измерений заносятся в таблицу. Показатель ослабления n рассчитывается на каждом участке трассы.

Лабораторная работа №2. Анализ моделей распространения радиосигнала (4 час.)

Цель работы: исследование эмпирических моделей распространения радиосигнала, рекомендованных для систем сотовой связи.

Задание. Выполнить анализ применимости моделей распространения радиосигнала Окамура-Хата, COST231- Хата и Уолфиша – Икегами для измерений, проведенных в лабораторной работе №1. Составить программу в Mathcad для расчета принимаемого сигнала в максимально удаленной точке от базовой станции с помощью трех эмпирических моделей. Мощность базовой станции определить исходя из известного уровня принимаемого сигнала, известного расстояния до базовой станции и рассчитанного показателя ослабления радиосигнала n степенной модели распространения радиосигнала. Определить частоту радиосигнала для выполненных измерений на основании данных о занимаемом диапазоне частот сотовыми компаниями во Владивостоке. Сеть второго поколения GSM в России применяется в следующих частотных диапазонах: 935–960 МГц, 1805-1880 МГц – передатчик базовой станции. В сети третьего поколения UMTS из 26 частотных диапазонов в России официально разрешено использовать два: 2110-2170 МГц, 925–960 МГц. Для сотовых операторов Приморского края выделены диапазоны передатчиков базовых станций 2125-2140 МГц - Мегафон, 2140-2155 МГц – МТС, 2155-2170 МГц – Билайн. Диапазон 2500-2700 МГц выделен для стандарта LTE. При расчете потерь на трассе достаточно выбрать центральную частоту занимаемого диапазона. Погрешность расчета принимаемого сигнала необходимо оценить для трех моделей распространения радиосигнала.

Лабораторная работа №3. Мониторинг сотовых сетей связи (4 час.)

Цель работы: Исследование характеристик сетевого оборудования сотовых сетей

Задание. Получение сетевой информации о базовых станциях, секторах сот, локальных зонах базовых станций, режимах работы модуляторов. Применение для нетмониторинга программ смартфонов, отображающих на экране информацию о состоянии сети - G-MoN, Netmonitor, Network Monitor Light, G-NetTrack. Отображение на экране телефона после установки на нем программы-нетмонитора следующих параметров: код страны MCC (Mobile Country Code), код мобильной сети MNC (Mobile Network Code), идентификатор наземной подвижной сети общего пользования PLMN ID (Public Land Mobile Network Identifier), код локальной зоны LAC (Location Area Code), идентификатор соты CID (Cell Identifier), показатель временной задержки прохождения сигнала TA (Timing Advance).

Список соседних сот NCL (Neighbour Cell List). Конфигурация списка для каждой соты при настройке параметров сети для проведения процедуры перехода MS из одной соты в другую (handover). В сетях UMTS сота (Cell) не определена. Применение вместо него зоны обслуживания SA (Service Area). Каждая зона обслуживания может состоять из одной или более сот или секторов, может обслуживаться несколькими базовыми станциями (NodeB) одновременно. Устройства могут одновременно соединяться с тремя ячейками для бесшовной или мягкой передачи (soft handover), без разрыва и пересоздания канала. Составление таблицы сетевых параметров при перемещении смартфона по кампусу ДВФУ.

Лабораторная работа №4. Исследование рабочего диапазона частот радиомодулей USRP2901 с двумя антеннами (4 час.)

Цель работы: определение диапазона ВЧ-частот приемника USRP2901 с трехполосной антенной VERT400 и двухполосной антенной VERT 2450.

Задание. Подключение к компьютеру двух радиомодулей USRP2901 с USB-интерфейсом, один в качестве приёмника, другой в качестве

передатчика. Анализ уровня принимаемого сигнала в 5 частотных диапазонах, обеспечиваемых двумя антеннами: антенна штыревая 3-диапазонная VERT400 (144 МГц, 400 МГц, 1200МГц) и антенна штыревая 2-диапазонная VERT 2450 (2,40... 2,48ГГц, 4,9...5,9 ГГц). Измерение уровня принимаемого сигнала и ширины спектра при следующих параметрах передатчика и приёмника для первого частотного диапазона с антенной VERT400. Несущая частота – 144 МГц. Частота дискретизации – 200 кГц. Манипуляция – 16 QAM. Измерение на приёмной стороне с помощью спектроанализатора, встроенного в приемник, полосы и уровня сигнала. Измерение уровня сигнала на пяти центральных частотах с такой же частотой дискретизации и манипуляцией. Сравнение относительных уровней принятых сигналов в пяти рабочих диапазонах антенн. Измерение уровня принятого сигнала на максимальном удалении от центральной частоты каждого из пяти частотных диапазонов антенн. Анализ влияния взаимного расположения штыревых антенн передатчика и приемника, а также расстояния между антеннами.

Лабораторная работа № 5. Транкинговые системы связи (4 час.)

Цель работы: ознакомление с принципами построения сетей транкинговой связи, составом оборудования сети, стандартом MPT1327, радиостанцией Orca.

Задание. Поиск частоты канала управления транкинговой базовой станции Владивостока с помощью спектроанализатора, встроенного в радиоприемник PCR1000. Определение центральной частоты и спектра радиосигнала канала управления базовой станции на сопке Буссе Владивостока транкинговой системы ACCESSNET. Ознакомление с составом оборудования ACCESSNET и протоколом сигнализации MPT1327. Измерение ширины спектра радиосигнала базовой станции (12 кГц), отображаемого на панели «Band Score» радиоприемника PCR1000. Измерение среднего уровня принимаемого сигнала в относительных

единицах с помощью стрелочного индикатора. Подключение к сети мобильной радиостанции Orca. Ознакомление с полудуплексным режимом работы радиостанции и ее техническими характеристиками.

Запись файла осциллограммы сигнала радиотелефона Orca на канале управления с помощью программы GoldWave. Анализ полей протокола MPT1327 с помощью записанной осциллограммы. Выполнение соединения радиостанции с произвольным городским номером телефона стационарной городской сети ТфОП. Запись разговора, анализ сигнала осциллограммы записанного разговора.

Лабораторная работа № 6. Сотовая связь стандарта GSM (4 час.)

Цель работы: Исследование радиосигнала передатчика базовой станции стандарта GSM.

Задание. Поиск частоты канала управления сотовых базовых станций Владивостока с помощью спектроанализатора, встроенного в радиоприемник PCR1000. Определение центральной частоты и спектра радиосигнала канала управления базовых станций на острове Русский Владивостока сотовой системы GSM в диапазоне 900 МГц. Ознакомление с составом оборудования сотовой сети и протоколом GSM. Измерение ширины спектра радиосигнала базовой станции (200 кГц), отображаемого на панели «Band Scope» радиоприемника PCR1000. Измерение среднего уровня принимаемого сигнала.

Запись файла осциллограммы сигнала базовой станции GSM на канале управления с помощью программы GoldWave. Анализ полей протокола с помощью записанной осциллограммы. Выполнение соединения радиостанции с произвольным городским номером телефона стационарной городской сети ТфОП. Запись разговора, анализ сигнала осциллограммы записанного разговора. Измерение времени установления соединения между телефонами сотовых компаний Владивостока. Измерение времени

установления соединения между сотовым телефоном и стационарным телефоном городской сети ТфОП.

Лабораторная работа № 7. Кодовое разделение сигналов (4 час.)

Цель работы: исследование двухканальной системы передачи и приёма с кодовым разделением сигналов с использованием функций Уолша 8-го порядка.

Лабораторное оборудование: цифровой стенд УМ 11, осциллограф, мультиметр.

Задание. Сборка проводниками экспериментальной схемы двухканального передатчика с кодовым разделением сигналов по заданной структурной и электрической схеме передатчика. Электрическая схема передатчика содержит следующие элементы, расположенные в стенде УМ11. Генератор импульсов 250 кГц, трехразрядный двоичный счетчик, логические элементы ИЛИ, исключающее ИЛИ, реализующие функции коммутаторов и сумматоров цифровых сигналов. Входные цифровые сигналы первого и второго канала передатчика задаются независимо друг от друга двумя тумблерными переключателями. Для каждой из четырех комбинаций сигналов на входе передатчика снимается осциллограмма выходного сигнала, поступающего в линию связи на приемник. Масштаб осциллографа по времени подбирается так, чтобы на экране был виден один кадр из восьми бит функции Уолша. Чередование нулей и единиц строки матрицы Уолша определяется также с помощью осциллографа.

Лабораторная работа № 8. Сотовая связь стандарта UMTS (4 час.)

Цель работы: Исследование радиосигнала передатчика базовой станции стандарта UMTS.

Задание. Поиск частоты канала управления сотовых базовых станций Владивостока с помощью спектроанализатора, встроенного в радиоприемник РСР1000. Определение центральной частоты и спектра радиосигнала канала управления базовых станций на острове Русский Владивостока сотовой

системы UMTS с радиointерфейсом WCDMA в диапазоне 900 МГц. Ознакомление с составом оборудования сотовой сети и протоколом UMTS. Измерение ширины спектра радиосигнала базовой станции, отображаемого на панели «Band Scope» радиоприемника PCR1000. Измерение среднего уровня принимаемого сигнала.

Запись файла осциллограммы сигнала базовой станции UMTS на канале управления с помощью программы GoldWave. Анализ полей протокола с помощью записанной осциллограммы. Выполнение соединения радиостанции с произвольным городским номером телефона стационарной городской сети ТфОП. Запись разговора, анализ сигнала осциллограммы записанного разговора. Измерение времени установления соединения между телефонами сотовых компаний Владивостока. Измерение времени установления соединения между сотовым телефоном и стационарным телефоном городской сети ТфОП.

Лабораторная работа № 9. Сотовая связь стандарта LTE-A (4 час.)

Цель работы: Исследование радиосигнала передатчика базовой станции стандарта LTE-A.

Задание. Поиск частоты канала управления сотовых базовых станций LTE-A Владивостока с помощью спектроанализатора, встроенного в радиоприемник USRP2901. Определение центральной частоты и спектра радиосигнала канала управления базовых станций на острове Русский Владивостока сотовой системы LTE-A с радиointерфейсом в диапазоне 2600 МГц. Ознакомление с составом оборудования сотовой сети и протоколом LTE-A. Измерение ширины спектра радиосигнала базовой станции, отображаемого на панели управления радиоприемника USRP2901. Измерение среднего уровня принимаемого сигнала.

Запись файла осциллограммы сигнала базовой станции LTE-A на канале управления с помощью программы GoldWave. Анализ полей протокола с помощью записанной осциллограммы. Выполнение соединения

радиостанции с произвольным городским номером телефона стационарной городской сети ТфОП. Запись разговора, анализ сигнала осциллограммы записанного разговора. Измерение времени установления соединения между телефонами сотовых компаний Владивостока. Измерение времени установления соединения между сотовым телефоном и стационарным телефоном городской сети ТфОП.

III УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули, разделы, темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль 1, раздел I, темы 1, 2, 3, 4, 5	ПК-1	знает	отчет ЛР1	Экзамен, вопросы 1, 2, 3
			умеет	отчет ЛР2	Экзамен, вопросы 4, 5
			владеет	отчет ЛР1, отчет ЛР2	расчетная графическая работа 1
2	Модуль 1, раздел II, тема 6, 7, 8, 9, 10	ПК-1	знает	отчет ЛР3	Экзамен, вопросы 7, 9, 10, 11, 15

			умеет	отчет ЛР4	Экзамен, вопросы 6, 8
			владеет	отчет ЛР3, отчет ЛР4	расчетная графическая работа 2
3	Модуль 1, раздел III, темы 11, 12, 13	ПК-1	знает	отчет ЛР5	Экзамен, вопросы 12, 13
			умеет	отчет ЛР6	Экзамен, вопрос 14
			владеет	отчет ЛР5, отчет ЛР6	расчетная графическая работа 3
4	Модуль 2, раздел IV, темы 14, 15, 16, 17	ПК-1	знает	отчет ЛР7	Экзамен, вопросы 17, 18, 19, 20
			умеет	отчет ЛР8	Экзамен, вопросы 21, 22, 23, 24
			владеет	отчет ЛР7, отчет ЛР8	Экзамен, вопросы 25, 26
5	Модуль 2, раздел V, темы 18, 19, 20	ПК-1	знает	опрос	Экзамен, вопросы 27, 28
			умеет	опрос	Экзамен, вопрос 29
			владеет	отчет ЛР9	Экзамен, вопрос 30

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Дингес С.И. Оборудование систем мобильной связи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дингес С.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2016.— 47 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61747.html>

2. Микушин А.В. Схемотехника мобильных радиостанций [Электронный ресурс]: монография/ Микушин А.В., Сединин В.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69559.html>

3. Шинаков Ю.С. Формирование и обработка сигнала в системах мобильной связи с технологией OFDM (имитационное моделирование в системе MATLAB&SIMULINK) (MatLab 2011a) [Электронный ресурс]: практикум № 30/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014.— 22 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63369.html>

4. Логвинов В.В. Приемники систем фиксированной и мобильной связи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Логвинов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2016.— 816 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53840.html>

5. Берлин А.Н. Сотовые системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие/ / Берлин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 430 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52177.html>

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Макаров С.Б. Телекоммуникационные технологии. Введение в технологии GSM: учебное пособие для вузов. –М.: Академия, 2006. 256 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:245402&theme=FEFU> (13 экз.)

2. Попов В.Ф. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы в системах мобильной связи и навигации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Попов В.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2015.— 204 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58103.html>

3. Методические указания и индивидуальные задания для выполнения контрольной работы по дисциплине Сети и системы мобильной связи [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61759.html>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Для проведения лабораторных работ по исследованию радиосигналов базовых станций используются многофункциональные измерительные радиоприемники ICOM, USRP2901, USRP2901. Сборка схем измерения и управление встроенными устройствами радиоприемника и приемопередатчиков осуществляется с персонального компьютера под управлением ОС Windows 7 при помощи специализированного программного обеспечения, поставляемого вместе с оборудованием (в частности, из всех программ требуется NI Labview2015). Для оформления отчетов по лабораторным работам может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Windows 7, Microsoft Office и др.). При необходимости проведения занятий в дистанционном режиме используется платформа Microsoft Teams.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе обучения студент должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы обычно составляет по времени до 25-30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которыми каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины или на кафедре.

Главное в период обучения своей специальности – это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на следующий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием как успешной учебы, так и последующей работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Конспектирование лекционного материала должно производиться кратко, схематично, последовательно. Фиксируются основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечаются важные мысли, выделяются ключевые слова, термины. Термины, понятия проверяются с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Только если самостоятельно не удастся разобраться в материале,

необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.

Материал лекций необходимо закреплять самостоятельно. В первую очередь, на следующий день необходимо еще раз проработать материал лекции. Практика показывает, что если не сделать этого в течение двух-трех дней, то большая часть материала забудется. В дальнейшем процесс забывания идет по экспоненте. При изучении материала обязательно использование учебников и других материалов по дисциплине. Необходимо найти контрольные вопросы по соответствующей теме, ответить на них. В случае если по теме есть задачи, то их необходимо решить и сверить с правильными вариантами ответов (при наличии). В случае затруднений необходимо проконсультироваться у преподавателя.

Во всех различных ситуациях, приводящих к ошибочным действиям, некорректным выводам и/или ответам необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков, а следовательно, успешной учебы и работы.

Примерное распределение времени самостоятельной работы, которое студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 15%, подготовка к практическим занятиям – 30%, подготовка к лабораторным работам – 30%, подготовка к экзамену – 25%. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять текущие лабораторные работы и защищать их во время занятий или на консультации.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

Выполнение лабораторных работ опирается на лекционный материал. Лабораторные работы являются достаточно объемными и рассчитаны на

несколько аудиторных занятий. Распределение работ по рейтинговым блокам следующее: в первом и втором рейтинговых блоках студент должен подготовить по 2 лабораторные работы. Таким образом, студент должен сдать и защитить отчеты, соответственно, по:

- к концу 1-го рейтингового блока – по 1,2 и 3 лабораторным работам;
- к концу 2-го рейтингового блока – по 4,5 и 6 лабораторным работам.
- к концу 3-го рейтингового блока – по 7,8 и 9 лабораторным работам.

Для подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала.

К экзамену обучающийся должен отчитаться по всем лабораторным работам. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в лабораторных работах, закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации. Экзамен может быть принят как в форме ответа на вопросы билета, так и засчитываться по результатам рейтинга. Все занятия или их часть может быть переведена в дистанционный формат в Microsoft Teams. Об этом будет сообщено до начала занятий в дистанционном формате.

VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения)
Лаборатория цифровой электроники и схемотехники кафедры	г. Владивосток, о. Русский,

<p>Электроники и средств связи Инженерной школы Е 729: Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK (1 шт), Акустическая система Extron SI 3CT LP (3 шт), врезной интерфейс TLS TAM 201 Standart III, документ-камера Avervision CP355AF, ЖК-панель 47” LG M4716CCBA, матричный коммутатор Extron DXP 44 DVI PRO, микрофонная петличная радиосистема Sennheiser EW 122 G3, мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, расширение для контроллера управления Extron IPL T CR48, сетевая видеочамера Multipix MP-HD718, стойка металлическая для ЖК-дисплея, усилитель мощности Extron XPA 2001-100V, усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2, цифровой аудиопроцессор Extron DMP 44 LC, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice</p> <p>Лаборатория современных технологий беспроводной связи кафедры Электроники и средств связи Инженерной школы Е727: Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK (11 шт), Акустическая система Extron SI 3CT LP (3 шт), врезной интерфейс TLS TAM 201 Standart III, документ-камера Avervision CP355AF, ЖК-панель 47” LG M4716CCBA, матричный коммутатор Extron DXP 44 DVI PRO, микрофонная петличная радиосистема Sennheiser EW 122 G3, мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, расширение для контроллера управления Extron IPL T CR48, сетевая видеочамера Multipix MP-HD718, стойка металлическая для ЖК-дисплея, усилитель мощности Extron XPA 2001-100V, усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2, цифровой аудиопроцессор Extron DMP 44 LC, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice National Instruments USRP-2901, USRP-2920</p>	<p>п. Аякс д.10, корпус Е, ауд. Е 729, Е 727</p>
--	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи»
Направление подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Форма подготовки очная

**Владивосток
2019**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-6 недели	Подготовка отчета по лабораторной работе №1,2,3	17 час.	Защита отчета
2	1-6 недели	Подготовка к контрольной работе 1	10	Контр-ная работа 1
3	7-12 недели	Подготовка отчета по лабораторной работе № 4,5,6	17час.	Защита отчета
4	7-12 недели	Подготовка к контрольной работе 2	10	Контр-ная работа 2
5	13-17 недели	Подготовка отчета по лабораторной работе №7,8,9	17час.	Защита отчета
4	13-17 недели	Подготовка к контрольной работе 3	10	Контр-ная работа 2
4	18 неделя	Подготовка к экзамену	27час.	Экзамен, представление Портфолио
Итого			108час.	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку отчетов к лабораторным работам. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях. Методические указания к лабораторным работам в электронном виде и печатном виде берутся у ведущего преподавателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах (отчетах по лабораторным работам).

К представлению и оформлению отчетов по лабораторным работам предъявляются следующие требования.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т.д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать, исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

- Приложения – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;

- поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при

необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание лабораторных работ проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств;
- качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

Методические указания по подготовке к экзамену

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по всем лабораторным работам, т.е. предоставить отчеты, получить вопросы по каждой лабораторной в соответствии с темой и ответить на них. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не затронутые на практических занятиях и в лабораторных работах, разбираются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо представить Портфолио и повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации.

Структура Портфолио: 1. Название Портфолио; 2. Конспект лекций; 3. Отчеты по лабораторным работам; 4. Контрольные работы.



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи»

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма подготовки очная

Владивосток

2019

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 - способность к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	Знает	технические средства мобильной связи; принципы частотного планирования мобильных сетей; влияние направленности и коэффициента усиления антенны на отношение сигнал-помеха MS.
	Умеет	оценивать минимальное количество базовых станций; планировать расположение базовых станций; применять модели распространения радиосигнала.
	Владеет	навыками работы с программами смартфонов для оценивания параметров принимаемого сигнала; навыками выбора диаграммы направленности антенн;

№ п/п	Контролируемые модули, разделы, темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль 1, раздел I, темы 1, 2, 3, 4, 5	ПК-1	знает	отчет ЛР1	Экзамен, вопросы 1, 2, 3
			умеет	отчет ЛР2	Экзамен, вопросы 4, 5
			владеет	отчет ЛР1, отчет ЛР2	расчетная графическая работа 1
2	Модуль 1, раздел II, тема 6, 7, 8, 9, 10	ПК-1	знает	отчет ЛР3	Экзамен, вопросы 7, 9, 10, 11, 15
			умеет	отчет ЛР4	Экзамен, вопросы 6, 8
			владеет	отчет ЛР3, отчет ЛР4	расчетная графическая работа 2
3	Модуль 1, раздел III, темы 11, 12, 13	ПК-1	знает	отчет ЛР5	Экзамен, вопросы 12, 13
			умеет	отчет ЛР6	Экзамен, вопрос 14
			владеет	отчет ЛР5, отчет ЛР6	расчетная графическая работа 3
4	Модуль 2, раздел IV, темы 14, 15, 16, 17	ПК-1	знает	отчет ЛР7	Экзамен, вопросы 17, 18,

					19, 20
			умеет	отчет ЛР8	Экзамен, вопросы 21, 22, 23, 24
			владеет	отчет ЛР7, отчет ЛР8	Экзамен, вопросы 25, 26
5	Модуль 2, раздел V, темы 18, 19, 20	ПК-1	знает	опрос	Экзамен, вопросы 27, 28
			умеет	опрос	Экзамен, вопрос 29
			владеет	отчет ЛР9	Экзамен, вопрос 30

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-1 - способность к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	Знает	Способы обеспечения заданного отношения сигнал/помеха для построения мобильных сетей с заданными характеристиками; Методы расчета потерь на трассе в проектируемых системах связи; Экспериментальные методы исследования характеристик распространения радиосигнала; Способы численного анализа мощности сигнала в точке приема; Основные способы поиска и анализа справочной информации.	Способность пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров	Знать основные характеристики оборудования сети, по которым происходит их выбор в той или иной сотовой сети; Знать принципы частотного планирования и уверенно их применять для проектирования сети; Уметь пользоваться современными измерительными средствами для анализа уровня сигнала; Знать последовательность частотного планирования сети.	60-74
	Умеет	Выбирать количество	Уметь систематизировать	Умение самостоятельно	75-89

		<p>секторов в соте и размерность кластера;</p> <p>Рассчитывать потери на трассе по эмпирическим моделям;</p> <p>Анализировать теоретически с помощью математических моделей и на практике с использованием соответствующих измерительных приборов параметры сетей 2G, 3G, 4G;</p> <p>Проводить поиск научно-технической информации по заданной теме.</p>	<p>ать научную информацию, выполнять типовые задачи по анализу характеристик различных систем ЦОС</p>	<p>находить необходимую научно-техническую и справочную литературу, в которой описываются необходимые характеристики сотовых сетей;</p> <p>Владение методиками расчета емкости сети, вероятности отказа в обслуживании;</p> <p>Умение пользоваться виртуальными осциллографами и генераторами, встроенными в радиомодули USRP.</p>	
	Владеет	<p>Навыками составления и расчета структурных схем модуляции и математическими способами описания процессов в них на основе квадратурных схем;</p> <p>Навыками выбора методов и средств измерений для экспериментальных исследований параметров сигналов OFDMA;</p> <p>Навыками анализа адаптивных схем модуляции;</p> <p>Навыками поиска, анализа и</p>	<p>Владеть методиками решения различных задач, связанных с анализом и синтезом функций Уолша, устройств формирования широкополосных сигналов с использованием научно-технической информации в современных отечественных и зарубежных источниках</p>	<p>Приемами расчета прямого и обратного преобразования Фурье, используемых при проектировании сетей четвертого поколения;</p> <p>Основными параметрами сетевого мониторинга;</p> <p>Математическим и методами расчета и описания пропускной способности сетей с коммутацией пакетов и коммутацией каналов;</p> <p>Умением</p>	90-100

		систематизации научно-технической информации по конкретной тематике исследования.		выбирать соответствующие измерительные задачи методики измерений и средства измерений; Умением самостоятельно находить методы решения разнообразных задач в области проектирования мобильных сетей;	
--	--	---	--	---	--

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Аттестация по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи» для оценивания фактических результатов обучения студентов проводится в форме следующих контрольных мероприятий

- выполнение и защита лабораторных работ,
- выполнение расчетно-графических работ,
- устный опрос студентов во время лекций и практических занятий.
- экзамен.

Объектами оценивания являются:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине); степень усвоения теоретических знаний; уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы; результаты самостоятельной работы.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам. Распределение весовых коэффициентов в процентном отношении приведено в итоговой рейтинговой таблице в зависимости от важности проводимого контрольного мероприятия. Указана градация текущих оценок и окончательной экзаменационной оценки в зависимости от набранных баллов за весь семестр по итогам текущей аттестации.

В соответствии с положением о рейтинговой системе ДВФУ невыполнение одного из контрольных мероприятий текущей аттестации является причиной неудовлетворительной экзаменационной оценки в конце

семестра. Причины не допуска к сдаче экзамена по дисциплине - невыполнение студентом большей части лабораторных работ и систематический пропуск лекционных и практических занятий. Студент не допускается к сдаче экзамена, если он не выполнил обязательную часть программы дисциплины (не выполнил лабораторные работы) или не приступил к занятиям с начала семестра.

Согласно положению российских вузов об экзаменах студенты дневной формы обучения допускаются к сдаче экзаменационной сессии при условии выполнения и сдачи расчетно-графических и других работ, предусмотренных учебным планом, выполнения программ практик по дисциплинам учебного плана текущего семестра и отсутствии текущей академической задолженности.

К текущей академической задолженности относятся не отработанные лекции и лабораторно-практические (семинарские) занятия (учебные модули), не выполненные лабораторные работы, программы всех видов практик, задания, предусмотренные планом контролируемой самостоятельной работы студентов, неисправленные неудовлетворительные оценки, полученные во время лабораторно-практических (семинарских) занятий, а также недостаточный рейтинговый балл, набранный студентом в процессе освоения учебной дисциплины с модульно-рейтинговой системой оценки.

Рейтинговая система позволяет менять весовой коэффициент в каждом учебном году. В приведенной далее рейтинговой таблице весовой коэффициент экзамена равен нулю. То есть в этом году сдача экзамена не предусмотрена учебным планом, поскольку количество баллов, набранных во время сдачи экзамена равно нулю.

В следующем году весовой коэффициент экзамена может измениться и не быть равным нулю.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи» проводится в форме защиты лабораторных работ по оцениванию фактических результатов обучения студентов. Осуществляется ведущим преподавателем.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Критерии оценки отчетов по лабораторным работам

Оценивание защиты лабораторной работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по лабораторной работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Мобильные системы радиосвязи» проводится в виде теста на разобранные в ходе лекций, практических занятий и лабораторных работ темы, содержащего как теоретические вопросы, так и ряд практических заданий без вариантов ответов. Для получения положительной оценки на экзамене, кроме написания теста, необходимо предоставить свое Портфолио, которое состоит из конспекта лекций, отчетов по лабораторным работам и контрольных работ.

Структура Портфолио

1. Название Портфолио.
2. Конспект лекций.
3. Отчеты по лабораторным работам.
4. Контрольные работы.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

«Мобильные системы радиосвязи»

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Виды мобильной связи: сотовая, транкинговая, спутниковая, пейджинговая радиосвязь. Характеристика этих видов связи. Отличительные особенности. Методы множественного доступа FDMA, TDMA, CDMA в сетях подвижной связи.

2. Спутниковые системы мобильной связи. Характеристики спутниковых систем Orbcomm, Inmarsat-P, Globalstar, Teledesic, Iridium. Преимущества низкоорбитальных спутниковых систем.

3. Частотно-территориальное планирование сотовой сети второго поколения. Деление обслуживаемой территории на соты и секторы. Защитный интервал. Необходимый частотный ресурс сети. Количество мешающих базовых станций при делении территории на соты и секторы.

4. Расчет уровня принимаемого радиосигнала с помощью степенной функции расстояния. Диапазон изменения степени ослабления радиосигнала при изменении рельефа местности. Выбор степени ослабления на начальном этапе проектирования сети. Учет измеренного значения степени ослабления в компьютерных программах при моделировании сети.

5. Расчет отношения сигнал-помеха сотовой сети второго поколения с помощью степенной функции ослабления радиосигнала через нормированные коэффициенты. Три варианта формул отношения сигнал-помеха для количества секторов в соте – 1, 3 и 6. Основной параметр, влияющий на отношение сигнал-помеха в сотовой сети.

6. Эмпирические модели распространения радиосигнала, рекомендованные при планировании сотовой сети для расчета уровня сигнала в точке приема. Условия применения формул. Пример экспериментально определенных уровней радиосигнала, характеризующих уверенный прием и потерю связи для стандарта GSM.

7. Стандарт GSM. Основные параметры и услуги. Организация каналов радиосвязи с помощью частотно временной матрицы. Методы множественного доступа стандарта GSM. Нумерация каналов связи. Медленные скачки по частоте.

8. Физические каналы радиосвязи стандарта GSM. Организация физических каналов радиосвязи, их характеристики. Количество одновременно разговаривающих абонентов сети. Количество каналов связи базовой станции.

9. Логические каналы радиосвязи стандарта GSM. Организация логических каналов радиосвязи, их характеристики. Пример передачи мультикадра по каналу случайного доступа RACH.

10. Состав оборудования типовой системы сотовой связи второго поколения. Назначение элементов сети. Алгоритм функционирования типовой сотовой сети. Аутентификация в сети GSM. Назначение и алгоритм проведения аутентификации. Условие успешного прохождения аутентификации. Возможные причины отказа допуска к сети зарегистрированного абонента.

11. Модулятор GMSK стандарта GSM. Структурная схема модулятора. Формирование частоты передатчиком. Количество различных комбинаций выходного сигнала модулятора, уравнения сигналов. Принцип демодуляции сигнала в приемнике.

12. Отношение сигнал/помеха в цифровых каналах связи. Оценка отношения сигнал/помеха E_0/N_0 , связь с отношением $P_C/P_{\text{ПОМ}}$. Отличие отношения E_0/N_0 от отношения $P_C/P_{\text{ПОМ}}$. Место установки прибора для измерения E_0/N_0 .

13. Вероятность ошибки BER в цифровых каналах связи. Параметры, влияющие на количество бит, принятых неправильно в приемнике. Расчет вероятности ошибок для амплитудной, частотной, фазовой манипуляции при когерентном и некогерентном приеме. Сравнение BER для АМ-, ЧМ- и ФМ-приемников при одинаковом отношении сигнал/помеха.

14. Сотовая сеть как система массового обслуживания. Характеристики и расчетные параметры. Трафик. Расчет вероятности отказа в обслуживании с помощью модели Эрланга В. Предположения, которые используются в модели Эрланга В.

15. Радиоинтерфейс EDGE. Назначение EDGE, метод манипуляции. Скорость передачи данных. Необходимые изменения в телефоне и базовой станции для использования радиоинтерфейса. Автоматическая настройка скорости передачи информации.

16. Сеть GPRS. Параметры передачи полезной информации в режиме пакетной коммутации. Данные, которые хранятся в регистре HLR и используются для продвижения пакетов в сети.

17. Сеть GPRS. Структурная схема сети. Назначение сетевых блоков. Функции узлов SGSN и GGSN. Прохождение по сети информации от абонента к абоненту в режиме коммутации каналов и режиме пакетной коммутации.

18. Характеристика сетей пакетной коммутации. Сравнение сетей пакетной и канальной коммутации. Преимущества, недостатки разных методов коммутации.

19. Радиоинтерфейсы сотовых систем третьего поколения 3G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 3G. Радиоинтерфейсы с кодовым разделением сигналов. Поддержка систем второго поколения.

20. Трехуровневая структура систем третьего поколения IMT-2000. Элементы отдельных уровней, их назначение и характеристика.

21. Структурная схема европейской системы третьего поколения UMTS. Назначение элементов сотовой сети. Сравнение структуры UMTS с сетью второго поколения.

22. Применение функций Уолша в сотовой связи. Принцип образования матриц второго, четвертого, восьмого порядка. Функции Уолша восьмого порядка. Принцип работы передатчика и приемника с кодовым разделением сигналов (независимо от схемы и стандарта сотовой связи).

23. Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Причина изменения чувствительности приемника.

24. Стандарт на радиоинтерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиоинтерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.

25. Частотно-территориальное планирование сетей третьего поколения 3G. Возможные варианты расположения базовых станций в сотовой сети. Влияние частотного планирования на емкость сети.

26. Расчет емкости сетей третьего поколения 3G с кодовым разделением каналов. Ограничение на количество доступных каналов из-за допустимого отношения сигнал-помеха. Межканальные помехи мобильных телефонов.

27. Радиointерфейсы сотовых систем четвертого поколения 4G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 4G. Радиointерфейсы с ортогональным частотным разделением сигналов OFDMA. Преимущества и недостатки OFDMA, ресурсный блок.

28. Сравнение систем LTE и LTE advanced с системами организации каналов с кодовым разделением CDMA.

29. Компоненты сети - радиодоступ E-UTRAN и базовая сеть SAE или EPC. Обмен данными в сети EPC только по IP протоколу с коммутацией пакетов, отсутствие коммутации каналов между отдельными элементами сети LTE. Базовые станции eNodeB. Назначение основных элементов сети. Управление радиоресурсами: распределение радиоканалов, динамическое распределение ресурсов в восходящих и нисходящих направлениях. Маршрутизация пакетов данных по направлению к обслуживающему шлюзу S-GW.

30. Частотно-территориальное планирование сети LTE Построение сети начального приближения. Выбор частотного кластера. Выбор мощности передатчиков для ближней и дальней зоны. Бюджет потерь на линиях вверх и вниз на границе сот для ближней и дальней зоны. Выбор модели распространения сигнала для оценивания радиуса сот. Площадь соты. Емкость и пропускная способность соты.

Пример экзаменационного билета

В билете 4 вопроса. Процентные отношения вопросов различные для начисления баллов сдачи экзамена. Первые три вопроса содержат теоретические темы, прослушанные на лекциях. Четвертый вопрос требует от студента самостоятельного принятия решения в результате анализа материала лекций.

Экзаменационный билет № 5

1. Физические каналы радиосвязи стандарта GSM. Организация физических каналов радиосвязи, их характеристики. Количество одновременно разговаривающих абонентов сети. Количество каналов связи базовой станции.
2. Вероятность ошибки BER в цифровых каналах связи. Параметры, влияющие на количество бит, принятых неправильно в приемнике. Расчет вероятности ошибок для амплитудной, частотной, фазовой манипуляции при когерентном и некогерентном приеме. Сравнение BER для АМ-, ЧМ- и ФМ-приемников при одинаковом отношении сигнал/помеха.
3. Стандарт на радиointерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиointерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.
4. Нарисуйте план расположения 16 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3\text{дБ}$. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=110$ кбит/с..

Комплект заданий для расчетно-графической работы

Вариант 1

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(2,16)$ и $W(5,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 15 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3\text{дБ}$. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=120$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Радиointерфейсы сотовых систем третьего поколения 3G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 3G. Радиointерфейсы с кодовым разделением сигналов. Поддержка систем второго поколения.

Вариант 2

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(3,16)$ и $W(6,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 16 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=220$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Трехуровневая структура систем третьего поколения IMT-2000. Элементы отдельных уровней, их назначение и характеристика.

Вариант 3

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(4,16)$ и $W(7,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 13 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=310$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Структурная схема европейской системы третьего поколения UMTS. Назначение элементов сотовой сети. Сравнение структуры UMTS с сетью второго поколения.

Вариант 4

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(5,16)$ и $W(8,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 12 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=6$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=330$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Применение функций Уолша в сотовой связи. Принцип образования матриц второго, четвертого, восьмого порядка. Функции Уолша восьмого порядка. Принцип работы передатчика и приемника с кодовым разделением сигналов (независимо от схемы и стандарта сотовой связи).

Вариант 5

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(6,16)$ и $W(9,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 11 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=350$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Причина изменения чувствительности приемника.

Вариант 6

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(7,16)$ и $W(10,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 10 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=6$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=370$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Стандарт на радиointерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиointерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.

Вариант 7

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(8,16)$ и $W(11,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 11 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=370$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Частотно-территориальное планирование сетей третьего поколения 3G. Возможные варианты расположения базовых станций в сотовой сети. Влияние частотного планирования на емкость сети.

Вариант 8

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(9,16)$ и $W(12,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 12 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=410$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Расчет емкости сетей третьего поколения 3G с кодовым разделением каналов. Ограничение на количество доступных каналов из-за допустимого отношения сигнал-помеха. Межканальные помехи мобильных телефонов.

Вариант 9

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(10,16)$ и $W(13,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 13 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=430$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Радиоинтерфейсы сотовых систем третьего поколения 3G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 3G. Радиоинтерфейсы с кодовым разделением сигналов. Поддержка систем второго поколения.

Вариант 10

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(11,16)$ и $W(14,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 14 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=460$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Трехуровневая структура систем третьего поколения IMT-2000. Элементы отдельных уровней, их назначение и характеристика.

Вариант 11

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(12,16)$ и $W(15,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 13 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=490$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Структурная схема европейской системы третьего поколения UMTS. Назначение элементов сотовой сети. Сравнение структуры UMTS с сетью второго поколения.

Вариант 12

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(2,16)$ и $W(6,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 12 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=6$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=510$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Применение функций Уолша в сотовой связи. Принцип образования матриц второго, четвертого, восьмого порядка. Функции Уолша восьмого порядка. Принцип работы передатчика и приемника с кодовым разделением сигналов (независимо от схемы и стандарта сотовой связи).

Вариант 13

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(4,16)$ и $W(8,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 11 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=7$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=530$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Причина изменения чувствительности приемника.

Вариант 14

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(5,16)$ и $W(9,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 15 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=590$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Стандарт на радиointерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиointерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.

Вариант 15

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(7,16)$ и $W(11,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 13 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=630$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Частотно-территориальное планирование сетей третьего поколения 3G. Возможные варианты расположения базовых станций в сотовой сети. Влияние частотного планирования на емкость сети.

Вариант 16

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(6,16)$ и $W(10,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 14 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=610$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Расчет емкости сетей третьего поколения 3G с кодовым разделением каналов. Ограничение на количество доступных каналов из-за допустимого отношения сигнал-помеха. Межканальные помехи мобильных телефонов.

Вариант 17

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(2,16)$ и $W(5,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 15 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=120$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Радиоинтерфейсы сотовых систем третьего поколения 3G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 3G. Радиоинтерфейсы с кодовым разделением сигналов. Поддержка систем второго поколения.

Вариант 18

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(8,16)$ и $W(12,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 12 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=650$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Трехуровневая структура систем третьего поколения IMT-2000. Элементы отдельных уровней, их назначение и характеристика.

Вариант 19

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(9,16)$ и $W(13,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 11 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=670$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Структурная схема европейской системы третьего поколения UMTS. Назначение элементов сотовой сети. Сравнение структуры UMTS с сетью второго поколения.

Вариант 20

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(10,16)$ и $W(14,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 10 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=6$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=710$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Применение функций Уолша в сотовой связи. Принцип образования матриц второго, четвертого, восьмого порядка. Функции Уолша восьмого порядка. Принцип работы передатчика и приемника с кодовым разделением сигналов (независимо от схемы и стандарта сотовой связи).

Вариант 21

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(11,16)$ и $W(15,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 11 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=7$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=740$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Причина изменения чувствительности приемника.

Вариант 22

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(3,16)$ и $W(8,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 12 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=6$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=770$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Стандарт на радиоинтерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиоинтерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.

Вариант 23

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(4,16)$ и $W(9,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 13 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=810$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Частотно-территориальное планирование сетей третьего поколения 3G. Возможные варианты расположения базовых станций в сотовой сети. Влияние частотного планирования на емкость сети.

Вариант 24

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(5,16)$ и $W(10,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 14 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=840$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Расчет емкости сетей третьего поколения 3G с кодовым разделением каналов. Ограничение на количество доступных каналов из-за допустимого отношения сигнал-помеха. Межканальные помехи мобильных телефонов.

Вариант 25

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(6,16)$ и $W(11,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 15 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=890$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Радиоинтерфейсы сотовых систем третьего поколения 3G. Методы множественного доступа, используемые в сетях 3G. Радиоинтерфейсы с кодовым разделением сигналов. Поддержка систем второго поколения.

Вариант 26

Задача 10

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(7,16)$ и $W(12,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK

Задача 2

Нарисуйте план расположения 14 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=4$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=920$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Трехуровневая структура систем третьего поколения IMT-2000. Элементы отдельных уровней, их назначение и характеристика.

Вариант 27

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(8,16)$ и $W(13,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 13 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=960$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Структурная схема европейской системы третьего поколения UMTS. Назначение элементов сотовой сети. Сравнение структуры UMTS с сетью второго поколения.

Вариант 28

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(9,16)$ и $W(14,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 12 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=6$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=980$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Применение функций Уолша в сотовой связи. Принцип образования матриц второго, четвертого, восьмого порядка. Функции Уолша восьмого порядка. Принцип работы передатчика и приемника с кодовым разделением сигналов (независимо от схемы и стандарта сотовой связи).

Вариант 29

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(10,16)$ и $W(15,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 11 базовых станций с 3-хсекторными антеннами и размерностью кластера $N=1$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0=5$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=830$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Выигрыш обработки сигналов с кодовым разделением каналов связи CDMA. База сигнала. Причина изменения чувствительности приемника.

Вариант 30

Задача 1

Запишите две функции Уолша 16-го порядка $W(4,16)$ и $W(10,16)$. Порядковый номер функции задан расположением строк в матрице. Нарисуйте график выходного сигнала, состоящего из суммы двух заданных функций Уолша. Манипуляция в каждом канале BPSK.

Задача 2

Нарисуйте план расположения 10 базовых станций с всенаправленными антеннами и размерностью кластера $N=3$ для сети 3G. Выберите соту из условия максимума помех в сети. Определите с помощью рисунка количество мешающих станций. Рассчитайте максимальное количество абонентов в выбранной соте при отношении сигнал-помеха $E_0/N_0 = 3$ дБ. Полоса частотного канала $W=5$ МГц, скорость передачи данных $V=720$ кбит/с.

Теоретический вопрос

Стандарт на радиointерфейс WCDMA сетей третьего поколения 3G. Основные технические параметры радиointерфейса WCDMA. Характеристика трех уровней организации радиодоступа.