Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСП

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
ФГБОУ ВО «КГТУ»
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Сертификат:
00c492bfd294c65e300cfcce9fd1190837
Владелец: Мельникова Виктория Александровна
Действителен: с 25.11.2025 по 18.02.2027

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)

«СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ»

основной профессиональной образовательной программы специалитета
по специальности

25.05.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ

Специализация программы

«ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ И ИХ ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИТА»

ИНСТИТУТ Морской

РАЗРАБОТЧИК Кафедра судовых радиотехнических систем

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	**Индикаторы достижения компетенции**	**Дисциплина**	**Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции**
ПК-14: Способен осуществлять эксплуатацию и развитие сетей радиодоступа	ПК-14.1: Эксплуатация сетей радиодоступа; ПК-14.2: Развитие сетей радиодоступа	Системы мобильной связи	*Знать*: технологии работы сетей радиодоступа, методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений; основные принципы построения и работы сетей связи, принципы построения и функционирования оборудования элементов сети различных производителей. *Уметь*: интегрировать, принимать новое оборудование сети радиодоступа, расширять и модернизировать действующее оборудование сети радиодоступа, выполнять плановые регламентные и профилактические работы на действующем оборудовании сети радиодоступа; вести мониторинг параметров, функций сети радиодоступа, анализировать статистику основных показателей эффективности и разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне. *Владеть*: приемами технического обслуживания оборудования сети радиодоступа в соответствии с установленными нормами, модернизация и реорганизация сети радиодоступа и ее элементов; формирования планов по оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа, оптимизации использования ресурсов сети радиодоступа (радиопокрытия, частотно-территориального плана и топологии сети радиодоступа).

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;

- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;

- задания по темам практических занятий;

- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задание по контрольной работе;

- задание по курсовой работе;

- экзаменационные вопросы по дисциплине.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания

3.1.1 Содержание оценочных средств

Контрольные вопросы и тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемости знаний, приобретенных обучающимся на лекционных занятиях и для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

Контрольные вопросы сгруппированы в блоки по темам. Перечень наименований блоков контрольных вопросов и тестовых заданий представлен ниже с указанием измеряемого индикатора, содержательная часть блоков представлена в Приложении № 1.

Тестовые задания объединены в блоки, каждый из которых соответствует одному разделу тематического плана дисциплины. Каждый блок (тест) в зависимости от объема соответствующего раздела включает минимум 15 заданий, одного из следующих типов: задание закрытой формы, множественный выбор, задание на установление соответствия, задание открытой формы. Содержательная часть тестовых заданий представлена в Приложении № 2.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Отдельные вопросы из блоков контрольных вопросов по изучаемым темам используются выборочно для контроля степени усвоения курсантами/студентами пройденного лекци-

онного материала по той или иной теме и относятся к вопросам открытого типа.

Блоки тестовых заданий являются обязательными к исполнению перед предстоящей промежуточной аттестацией, а их результаты рассматриваются в качестве составной части допуска к зачету с оценкой по дисциплине.

Шкала оценивания выполнения тестовых заданий основана на двухбалльной системе. Оценка за выполнение блока тестовых заданий определяется количеством правильных ответов, выраженным в процентном отношении.

Оценка «зачтено» выставляется при правильном выполнении не менее 70% заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется при правильном выполнении менее 70% заданий.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 70% всего объема вопросов, представленных в блоке тестовых заданий.

3.2 Задания и контрольные вопросы по темам практических занятий

3.2.1. Содержание оценочных средств

В данном подразделе представлены оценочные средства по темам практических занятий, объединенных в два блока: блок 1 по теме «Модуляционные форматы цифровых стандартов в сотовых сетях второго и третьего поколений» и блока 2 по разделу «Помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи».

Общей целью блока 1 практических занятий по теме «Модуляционные форматы цифровых стандартов в сотовых сетях второго и третьего поколений» является изучение процессов формирования, демодуляции и свойств радиосигнала цифрового формата GMSK в цифровых системах передачи информации 2-ого поколения.

Исходные данные для выполнения практических заданий блока 1 и этапы их выполнения и тестовые задания к ним представлены в Приложении № 3. Блока 2, представлены в Приложении № 4.

3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания результатов выполнения практических заданий блока 1 основана на четырех бальной системе.

Оценка «отлично» выставляется в случае, если задание выполнено без ошибок, обучающийся правильно трактует полученные результаты и делает по ним полные выводы, а также дает правильные ответы на 90% тестовых вопросов.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если задание выполнено с ошибками непринципиального характера, обучающийся правильно трактует большую часть полученных результатов и делает по ним адекватные выводы, а также дает правильные ответы на 80%

тестовых вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если задание выполнено с ошибками, не позволяющими оценить некоторые промежуточные результаты, обучающийся затрудняется с трактовкой полученных результатов и формулировкой выводов по ним, а также дает правильные ответы на 70% тестовых вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если задание выполнено с грубыми ошибками или не полностью, обучающийся не может интерпретировать полученные результаты и сформулировать выводы по ним, а также дает правильные ответы на менее 70% тестовых вопросов.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение задания.

Шкала оценивания результатов выполнения практических заданий блока 2 основана на двухбальной системе.

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если задание выполнено верно и в полном объеме, обучающийся обладает необходимым уровнем знаний свойств кода, понимает алгоритм его генерации, а также демонстрирует практические навыки ведения кодирования/декодирования информации.

Оценка «незачтено» выставляется в случае, если задание выполнено частично или не выполнено, обучающийся не обладает необходимым уровнем знаний свойств кода, не понимает алгоритм его генерации, а также не демонстрирует практические навыки ведения кодирования/декодирования информации.

3.3 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

3.3.1. Содержание оценочных средств

Блок лабораторных работ представлен 7 лабораторными работами с указанием учебной цели и измеряемого индикатора. Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам приведены в Приложении № 5.

3.3.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания результатов защит лабораторных работ основана на четырех бальной системе.

Оценка «отлично» выставляется, если отчет оформлен в соответствии с установленными требованиями, обучающийся показал глубокие знания и понимание программного материала по теме лабораторной работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если отчет оформлен с некоторыми нарушениями требований, обучающийся твердо знает программный материал по теме лабораторной работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если отчет оформлен с нарушениями требований, обучающийся имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме лабораторной работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если отчет оформлен с грубыми нарушениями требований или не представлен вовсе, обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются курсанты (студенты), положительно аттестованные по результатам текущего контроля.

4.1.1 Содержание оценочных средств

Экзаменационные вопросы представлены в Приложении № 8.

Тестовые задания к дифференцированному зачету в девятом семестре, представлены 6 вариантами по 15 вопросов в каждом и приведены в Приложении № 9.

4.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания выполнения тестовых заданий к дифференцированному зачету основана на четырех балльной системе. Оценка за выполнение теста определяется количеством правильно выполненных заданий, выраженным в процентном отношении.

Оценка «отлично» выставляется при правильном выполнении не менее 90% заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при правильном выполнении не менее 80% заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при правильном выполнении не менее 70% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при правильном выполнении менее 70% заданий.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном вы-

полнении не менее 70% заданий.

Представленные экзаменационные вопросы для проведения экзамена компонуются в билеты по два вопроса, относящиеся к различным темам и индикаторам не менее чем двух разделов дисциплины. На усмотрение экзаменатора экзамен может быть проведен в письменной, устной или комбинированной форме. При наличии сомнений в отношении знаний и умений обучающегося экзаменатор может (имеет право) задать дополнительные вопросы.

Шкала итоговой аттестации по дисциплине, то есть оценивания результатов освоения дисциплины на экзамене, основана на четырех балльной системе.

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике.

Итоговая оценка за экзамен выводится по двум частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

4.2 Задания по контрольным работам (заочная форма обучения)

4.2.1 Содержание оценочных средств

Контрольная работа по дисциплине «Системы мобильной связи» включает решение пяти задач с применением в качестве инструментария пакета прикладных программ MathCAD, формулировка которых приводится в Приложении № 6.

Содержательная часть данных задач соответствует изучаемому в рамках дисциплины разделу 5 «Помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи». Варианты задач выбираются по двум последним цифрам номера зачетной книжки и приведены в Приложении № 6.

4.2.2 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных

средств

Шкала оценивания результатов выполнения контрольной работы основана на двухбалльной системе.

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если все задачи решены верно и в полном объеме, обучающийся обладает необходимым уровнем знаний свойств кода, понимает алгоритм его генерации, а также демонстрирует практические навыки ведения кодирования/декодирования информации.

Оценка «незачтено» выставляется в случае, если часть задач решена неверно, обучающийся не обладает необходимым уровнем знаний свойств кода, не понимает алгоритм его генерации, а также не демонстрирует практические навыки ведения кодирования/декодирования информации.

4.3 Задание по курсовой работе

4.3.1 Содержание оценочных средств

Тема курсовой работы общая для всех обучающихся всех форм: «Модельные исследования помехоустойчивости приема сигнала GMSK в системах сотовой связи».

Задание на курсовую работу предусматривает разработку и реализацию модели цифрового канала связи сотовой связи, предназначенного для передачи GMSK сигнала и подверженного влиянию аддитивного и мультипликативного компонентов шума, а также проведение модельных исследований помехоустойчивости приема демодуляторов GMSK сигнала различного типа.

Курсовая работа носит исследовательский характер, т.к. ее заключительным этапом является модельная оценка коэффициента битовых ошибок в зависимости от отношения сигнал/шум на входе демодулятора в составе РПУ цифрового канала сотовой связи.

Перечень решаемых задач и банк типовых вопросов к защите курсовой работы представлены в Приложении № 7.

Варианты для выполнения задания по курсовой работе представлены в учебно-методическом пособии: *Волхонская Е.В., Коротей Е.В. Модельные исследования помехоустойчивости приема сигнала GMSK в системах сотовой связи / сост.: Е.В. Волхонская, Е.В. Коротей. — Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 67 с.*

Пособие является приложением к данному разделу фонда оценочных средств и его неотъемлемой частью.

4.3.2 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Результаты, полученные обучающимся при выполнении курсовой работы, оформля-

ются в виде пояснительной записки в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 и представляются на проверку преподавателю. При отсутствии существенных замечаний к содержательной части курсовая работа допускается к защите. При наличии существенных замечаний к содержательной части курсовая работа возвращается на доработку. Защита курсовой работы производится в индивидуальном порядке. Обучающемуся предлагается ответить на ряд вопросов (не менее 5), представленных в банке вопросов к защите курсовой работы.

Шкала оценивания результатов выполнения курсовой работы основана на четырех балльной системе.

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся свободно увязывает принятые им способы решения поставленных задач с теоретическими положениями, легко ориентируется в написанном им тексте, работа оформлена технически грамотно.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся может обосновать применённые способы решения задач, но может допускать мелкие ошибки, свободно понимает, как их можно исправить, работа оформлена в основном технически грамотно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся увязывает принятые им способы решения поставленных задач с теоретическими положениями посредством наводящих вопросов, иногда с затруднениями понимает, как можно исправить мелкие ошибки, имеются погрешности в оформлении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если выясняется, что обучающийся выполнил курсовую работу формально, без понимания принципов решения поставленных задач, не ориентируется в написанном им тексте, при защите не понимает, как исправить допущенные ошибки.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение курсовой работы.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Системы мобильной связи» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» (специализация «Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем (протокол № 8 от 22.04.2022).

Заведующая кафедрой  Е.В. Волхонская

Приложение № 1

Перечень контрольных вопросов к лекционному материалу

Блок 1. «Архитектура сетей связи»

1. Дайте определение сети связи и ее составных частей: пункта, тракта, узла.
2. Что понимают под системой мобильной связи?
3. Каковы классификационные критерии сетей радиосвязи?
4. Перечислите группы известных Вам сетей мобильной связи.
5. Что означает деление сетей мобильной связи на поколения 1G-6G?
6. Что является переносчиком информации при методе модуляции несущей частоты аналоговым сигналом, в каком диапазоне частот находится спектр первичного (речевого сигнала), в чем достоинство данного метода модуляции?
7. В чем заключается суть метода модуляции частоты цифровым сигналом?
8. Поясните понятия «слота» и «фрейма» в методе временного разделения каналов.
9. Дайте пояснения конвенциональному методу организации мобильных сетей.
10. Дайте пояснения транкинговому методу организации мобильных сетей.
11. Дайте пояснения сотовому методу организации мобильных сетей.
12. Приведите характерные особенности конфигураций сети связи типа «звезда», «мэш», «дерево».
13. Перечислите 7 уровней модели открытой системы связи OSI-7.
14. Что понимают под процедурой, протоколом, интерфейсом уровня?
15. Перечислите процедуры физического уровня. Что представляет собой протокол и интерфейс физического уровня?
16. Перечислите процедуры канального уровня. Что представляет собой протокол и интерфейс канального уровня?
17. Перечислите процедуры сетевого уровня. Что представляет собой протокол и интерфейс сетевого уровня?
18. Приведите функциональную схему типового радиоканала. Какие функции он выполняет?
19. Перечислите функциональное назначение таких составных частей радиоканала как процессор, кодер и формирующий фильтр, модулятор, усилитель мощности, линейная часть приемника, демодулятор, оптимальный фильтр и детектор.
20. Что представляет собой среда распространения сигнала в радиоканале?
21. Перечислите составные части типовой сети мобильной радиосвязи и основные функции им присущие.
22. Поясните, в чем заключается идея транкинга?
23. Какие типовые соединения при транкинговой организации сети мобильной связи Вам известны?
24. Какие составные элементы образуют транкинговую сеть стандарта MPT 1327?
25. Сформулируйте основную задачу, выполняемую транкинговым контроллером. В каком случае необходимо использование системного контроллера?
26. Какие услуги связи предоставляются в системе транкинговой связи EDACS?
27. Какие свойства групповых соединений системы EDACS Вам известны? В чем их суть?
28. Каковы преимущества системы транкинговой связи TETRA перед сетями MPT 1327 и EDACS?
29. Какой спектр услуг связи предоставляется абонентам системой TETRA?
30. Какие стандартизированные параметры физического уровня системы TETRA Вам известны?
31. Приведите временную структуру системы TETRA и поясните работу системы в режиме TDMA.

32. Какие типы физических каналов организуются в системе TETRA? Каковы их характерные особенности?
33. Какие типы логических каналов организуются в системе TETRA? Каковы их характерные особенности?
34. Приведите блок-схему передатчика системы TETRA и поясните его принцип действия.
35. В чем заключается назначение пейджинговой системы?
36. Приведите классификацию пейджинговых сетей.
37. Какие пейджинговые протоколы Вам известны?
38. Какова временная иерархия передачи данных по протоколу POCSAG?
39. Поясните форматы адресного и информационного слов в сетях POCSAG.
40. Перечислите набор базовых услуг пейджинговой сети протокола ERMES.
41. Приведите архитектуру пейджинговой сети протокола ERMES и поясните назначение ее составных элементов.
42. Какова временная иерархия передачи данных по протоколу ERMES?
43. Какова временная иерархия передачи данных по протоколу FLEX?
44. В чем принципиальное отличие пейджингового протокола ReFLEX от протокола FLEX?
45. Видите ли Вы перспективы технического развития систем персонального радиовызова?

Блок 2. «Модуляция сигналов в цифровых системах мобильной связи»

1. Запишите аналитическое выражение для радиосигнала с фазовой манипуляцией. Какой представительный параметр сигнала изменяется в соответствии с передаваемым сообщением?
2. Какие значения принимает начальная фаза BPSKсигнала при передаче логических единицы и нуля?
3. Для примера изобразите временные реализации информационного сигнала, несущего колебания и самого BPSK сигнала. Какова форма фазового созвездия такого сигнала?
4. Поясните, почему BPSK сигнал обладает высокой помехоустойчивостью. В чем заключается существенный недостаток данного цифрового формата сигнала?
5. Какую цель преследует увеличение числа фазовых уровней с 2-х до 4-х при формировании фазоманипулированного сигнала?
6. Сравните помехоустойчивость BPSK и QPSK сигналов через оценку евклидова расстояния.
7. Поясните, каким образом можно представить QPSK со сдвигом по фазе на $\pi/4$ суммой двух ВЧ ортогональных слагаемых. В чем преимущество такого цифрового формата сигнала перед QPSK сигналом?
8. Какова область применения OQPSK и $\pi/4$-QPSK сигналов?

Блок 3. «Организация множественного доступа»

9. В чем заключается суть множественного доступа в сетях мобильной связи?
10. Запишите в общем виде условие ортогональности других сигналов рассматриваемому для осуществления множественного доступа.
11. Расшифруйте аббревиатуру FDMA и поясните принцип построения систем с частотным разделением каналов.
12. Ответьте на вопрос: являются ли синонимами понятия «ширина канальной полосы» и «скорость передачи информации» в системе FDMA?
13. Длительность бита составляет 1 мкс. Какова при этом ширина канальной полосы?
14. Скорость передачи информации составляет 10 кбит/с. Отведенный системе FDMA частотный ресурс составляет 25 МГц. Сколько физических каналов может быть организовано для передачи информации?

15. Чему равен дуплексный разнос по частоте и канальная полоса частот в стандарте AMPS?
16. С какой целью между каналами системы в стандарте AMPS предусмотрены защитные интервалы?
17. Рассчитайте центральную частоту обратного канала с номером 400 в системе стандарта AMPS.
18. Рассчитайте центральную частоту прямого канала с номером 400 в системе стандарта AMPS.
19. Расшифруйте аббревиатуру TDMA и поясните принцип построения систем с временным разделением каналов.
20. Что понимают под «слотом» в системе с TDMA?
21. Длительность бита составляет 1 мкс. Какой частотный ресурс отведен системе с TDMA?
22. Скорость передачи информации в канале составляет 60 кбит/с. Длительность бита– 1 мс. Сколько бит может быть передано за время одного цикла в системе с TDMA?
23. Ответьте на вопрос, отличается ли количество каналов в системах FDMA и TDMA при условии одинаковых скоростей передачи информации и одинаковых частотных ресурсах, выделенных системам? Ответ обоснуйте.
24. Каковы особенности множественного доступа в системах цифровых системах D – AMPS, GSM, PDC? С чем связано использование в них комбинации FDMA/TDMA?
25. Назовите границы диапазонов частот, выделенных для прямого и обратного каналов в системе GSM.
26. Какова ширина частотной полосы, выделенная под один канал в системе GSM?
27. Сколько дуплексных каналов связи организовано в системе GSM с учетом частотного разделения каналов?
28. Какова длительность временного окна на каждой из 124 частот поднесущих в системе GSM?
29. Что понимают под кадром и сколько слотов в него входит в системе GSM?
30. Расшифруйте аббревиатуру CDMA и поясните принцип построения систем с кодовым разделением каналов.
31. В чем состоит суть технологий DSSS и FHSS, используемых для формирования шумоподобных сигналов?
32. Поясните на конкретном примере, как осуществляется процесс прямого расширения спектра с применением псевдослучайной последовательности.
33. Что понимают под коэффициентом расширения спектра?
34. Приведите блок-схему РПУ CDMAсигнала и поясните процесс приема и обработки сигнала.
35. Почему при использовании шумоподобных сигналов обеспечивается электромагнитная совместимость радиооборудования различных абонентов системы CDMA?
36. Каким образом обеспечивается конфиденциальность информации в системе CDMA?
37. Объясните, почему помехозащищенность шумоподобных сигналов существенно выше, чем у узкополосных радиосигналов.
38. Поясните, почему сотовую систему связи можно рассматривать с точки зрения теории массового обслуживания.
39. Какие характеристики случайного потока вызовов Вам известны? Дайте им определение.
40. Какой закон распределения характерен для числа вызовов в течение фиксированного времени? Приведите аналитическую запись данного закона.
41. Приведите выражение, определяющее закон распределения продолжительности сеанса связи.
42. Какие особенности характерны для модели Эрланга А?

43. Какие особенности характерны для модели Эрланга B?
44. Какие особенности характерны для модели Эрланга C?
45. Воспользовавшись известным выражением для оценки вероятности отказа системы, рассчитайте абонентскую емкость системы при следующих исходных данных: 30 каналов; средний трафик равен 60 эрлангам.
46. Что понимают под дуплексным режимом работы системы?
47. Какие типы дуплексного режима работы Вам известны?
48. Расшифруйте аббревиатуру FDD и дайте пояснение по организации частотного дуплексного режима работы системы.
49. Дайте определение дуплексного разноса по частоте.
50. Назовите стандарты систем связи с частотным дуплексным режимом.
51. В чем заключается суть временного дуплексного режима работы системы связи?
52. Какие стандарты связи его регламентируют?
53. В чем заключаются достоинства и недостатки каждого из дуплексных режимов работы?

Блок 4. «Компенсация искажений и замираний сигналов на трассе распространения»

1. Каковы характерные особенности модели канала с аддитивным белым гауссовским шумом?
2. Что понимают под потерями в свободном пространстве?
3. Оцените величину потерь в свободном пространстве при условии, что между радиостанциями расстояние составляет 100 км, а рабочая частота канала 845 МГц.
4. Поясните суть многолучевого распространения сигнала. В чем заключается его влияние на параметры радиосигнала?
5. На какие две крупные группы делят замирания в системах мобильной связи?
6. Каковы причины возникновения крупномасштабных замираний?
7. Чем характеризуются мелкомасштабные замирания? Каковы способы проявления мелкомасштабных замираний?
8. Приведите примеры систем мобильной связи, для которых характерны крупномасштабные замирания. Приведите примеры систем мобильной связи, для которых характерны мелкомасштабные замирания.
9. Чем отличается релеевское от райсовского замираний?
10. Какие физические процессы приводят к замираниям в каналах систем мобильной связи?
11. Запишите переданный сигнал в комплексном виде. Введите понятие комплексной огибающей сигнала. Поясните, чем определяется комплексная амплитуда сигнала?
12. Введите понятие максимальной избыточной задержки распространения.
13. В канале время передачи символа составляет 1 мкс, а максимальная избыточная задержка сигнала составляет 3 мкс. Какой тип замираний проявляет канал?
14. В канале время передачи символа составляет 1мс, а максимальная избыточная задержка сигнала составляет 3 мкс. Какой тип замираний проявляет канал?
15. Какой тип мелкомасштабного замирания приводит к возникновению межсимвольной интерференции?
16. Дайте определение полосе когерентности. Какая существует взаимосвязь между полосой когерентности и максимальной избыточной задержкой сигнала?
17. Является ли замирание частотно-селективным, если полоса когерентности больше скорости передачи информации?
18. Полоса когерентности составляет 100 МГц, скорость передачи информации в канале 10 МГц. Вызывает ли канал амплитудное замирание сигнала?
19. Каковы причины ухудшения характеристик сигнала, подверженного амплитудному замиранию?

20. На какие две группы делятся методы компенсации ухудшения характеристик систем мобильной связи?
21. Что означает термин разнесенный прием? Дайте определение ветви разнесения.
22. Сформулируйте задачи, которые решает процедура разнесенного приема.
23. В чем принципиальное отличие макроразнесенного от микроразнесенного приема?
24. Каким образом осуществляется пространственный разнесенный прием?
25. В чем суть поляризационного и углового разнесений?
26. В чем отличие частотного и временного разнесений друг от друга?
27. Назовите методы обработки сигналов ветвей разнесения, относящиеся к методам переключения.
28. Изобразите структурную схему приемника, осуществляющего автовыбор, поясните его принцип работы.
29. Для примера изобразите структурную схему приемника, осуществляющего автовыбор, поясните его принцип работы.
30. Для примера изобразите структурную схему приемника, осуществляющего линейное сложение, поясните его принцип работы.
31. Для примера изобразите структурную схему приемника, осуществляющего оптимальное сложение, поясните его принцип работы.
32. В чем заключается суть мажоритарного сложения как метода объединения каналов?
33. Проиллюстрируйте суть метода приема со стробированием импульсов.
34. Проиллюстрируйте суть метода передачи сигналов с пассивной паузой.
35. Помогает ли увеличение позиционности сигнала в борьбе с межсимвольной интерференцией? Ответ обоснуйте.
36. Почему применение предмодуляционного фильтра Найквиста уменьшает межсимвольную интерференцию сигнала?
37. В чем заключается суть эквалайзинга как метода борьбы с межсимвольной интерференцией?
38. Дайте определение вероятности битовой ошибки. Какие нормы на данные параметр установлены для передачи речевых сообщений и передачи данных?
39. Перечислите основные способы обнаружения и исправления ошибок. В чем их характерные особенности?
40. Какой режим связи осуществляется при использовании метода FEC?
41. Какой режим связи осуществляется при использовании метода обнаружения ошибок и повторной передачи?
42. Какие методы автоматического запроса повторной передачи Вам известны?
43. Поясните суть метода «запрос ARQ с остановками».
44. Поясните суть метода «непрерывный запрос ARQ с возвратом»
45. Поясните суть метода «непрерывный запрос ARQ с выборочным повторением».

Блок 5. «Помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи»

1. Изобразите обобщенную структурную схема канала передачи данных с использованием помехоустойчивого кодирования на примере кода Хемминга (7,4) и поясните процесс функционирования системы.
2. В чем заключается особенность блочных кодов?
3. В чем отличие процесса кодирования непрерывным кодом от блочного кодирования?
4. Поясните процесс сверточного кодирования.
5. Почему блочные равномерные разделимые линейные коды получили название систематических?
6. Какие методы формирования проверочной группы символов находят применение при систематическом кодировании?
7. В чем основная особенность циклического кода?

8. Как рассчитать общее число возможных кодовых комбинаций блочного двоичного кода?
9. Число символов в комбинации блочного кода равно 7, число информационных разрядов равно 4. Произведите расчет числа запрещенных кодовых комбинаций.
10. Число символов в комбинации блочного кода равно 10, число информационных разрядов равно 7. Каково число проверочных символов в комбинации?
11. Что понимают под избыточностью корректирующего кода?
12. Дайте определение относительной скорости кодирования.
13. Введите понятие кодового расстояния между двумя разрешенными кодовыми комбинациями.
14. Что понимают под Хемминговым расстоянием?
15. Каким должно быть минимальное кодовое расстояние, чтобы декодер обнаруживал 2 ошибки?
16. Каким должно быть минимальное кодовое расстояние, чтобы декодер исправлял 2 ошибки?
17. Дайте определения вектору сообщения, кодовому вектору, кортежу сообщений, кортежу кодовых слов.
18. Запишите правила сложения и умножения в двоичном поле чисел.
19. Может ли код с одним контрольным битом исправить одну ошибку. Ответ обоснуйте.
20. В чем отличие схемы кодирования положительной четности от схемы кодирования отрицательной четности?
21. Поясните на примере процесс генерации композитного кода.
22. Можно ли прямоугольный код отнести к кодам с коррекцией ошибок? Ответ обоснуйте.
23. В чем заключается отличие стандартной качественной меры производительности систем цифровой связи от ОСШ в аналоговых каналах связи?
24. Поясните способ генерации кода с использованием системы проверочных уравнений. В чем Вы видите ограничения данного способа.
25. Поясните структуру порождающей матрицы линейного блочного кода.
26. Поясните способ генерации кодового слова с помощью порождающей матрицы.
27. Поясните, как при известной порождающей матрице записать проверочную матрицу?
28. Как использовать проверочную матрицу при принятии решения о принадлежности принятого кодового слова кортежу кодовых слов.
29. В чем заключается особенность дуального кода?
30. Что понимают под вектором ошибок?
31. Что понимают под синдромом принятого кодового слова? Поясните правило его вычисления.
32. Поясните, как по известному синдрому принятого кодового слова можно исправить ошибку.
33. Дайте определение циклическому коду. Определите его место в классификации помехоустойчивых кодов.
34. Приведите схему n-разрядного регистра сдвига с обратной связью, поясните с ее помощью процесс генерации кодовых слов.
35. Запишите в общем виде многочлен над двоичным полем Галуа для представления кодового слова циклического кода.
36. Что понимают под образующим полиномом циклического кода? Запишите выражение, его определяющее. Сформулируйте свойства порождающего многочлена.
37. На примере поясните процедуру несистематического циклического кодирования информационного слова.
38. Запишите общее выражение, определяющее информационный полином при систематическом циклическом кодировании. Поясните процедуру систематического цикличе-

ского кодирования на конкретном примере.
39. Каков общий вид порождающей матрицы для несистематического кода?
40. Приведите взаимосвязь между порождающим и проверочным многочленами систематического циклического кода.
41. Как построить проверочную матрицу циклического кода по известному проверочному многочлену?
42. Приведите уравнение для синдромного декодирования на основе проверочной матрицы циклического кода.
43. Приведите схему для вычисления синдрома циклического кода и поясните принцип ее построения.

Блок 6. «Сети радиодоступа»

1. Перечислите основные типы беспроводных сетей связи и стандарты, на основе которых они функционируют.
2. Охарактеризуйте зоны передачи, детектирования и помехи, характерные для сетей сотовой связи.
3. Поясните особенности организации множественного доступа в сети GSM.
4. Приведите функциональную архитектуру сети GSM.
5. В чем заключается принцип повторного использования частот? С какой целью его применяют.
6. Что собой представляет подсистема радиосвязи? Какие элементы в нее входят, их функциональное назначение.
7. Что собой представляет подсистема сетей и коммутации? Какие элементы в нее входят, их функциональное назначение.
8. Что собой представляет операционная подсистема? Какие элементы в нее входят, их функциональное назначение.
9. На какие группы делятся логические каналы сети GSM? В чем заключаются функции этих каналов?
10. На примере упрощенной блок-схемы приемо-передатчика мобильной станции поясните процесс обработки речевого сигнала?
11. Каковы особенности речевого сигнала?
12. В чем отличие кодеров формы речевого сигнала от вокодеров?
13. Сформулируйте основную задачу кодека канала сети GSM.
14. Какие методы борьбы с МСИ используют в сети GSM?
15. В чем суть процесса перемежения? С какой целью применяют данную процедуру?
16. Поясните алгоритм диагонального перемежения.
17. Поясните алгоритм блочного перемежения.
18. Какой тип модуляции сигнала находит применение в стандарте GSM?
19. Дайте определение базы ШПС. Приведите связь между данным параметром со скоростью передачи информации спектральной шириной сигнала.
20. Поясните суть методов DSSS и FSSS для чипирования информационной последовательности.
21. Какие требования предъявляются к ПСП при их выборе для чипирования?
22. Какие ПСП используют для кодирования информации в стандарте CDMA?
23. Какие стандарты CDMA Вы знаете?
24. Перечислите основные услуги в сети CDMA.
25. Приведите архитектуру сети CDMA. Поясните функциональное назначение ее основных частей.
26. Что называют прямым и обратным каналами в сети CDMA? Дайте классификацию этим группам каналов.
27. Составьте схему кодирования в прямом канале и поясните данный процесс.
28. Составьте схему кодирования в обратном канале и поясните данный процесс.

29. Поясните процедуру регистрации в сети CDMA.
30. Поясните процессы аутентификации и шифрования в сети CDMA.
31. Что понимают под хэндовером? Какие типы эстафетной передачи Вам известны?
32. Какие группы пилот-сигналов используют в сети CDMA? В чем особенности каждой группы?
33. Какие типы окон поиска используют в сети CDMA? Каковы их особенности?
34. Поясните смысл параметра хэндовера - таймера снижения уровня.
35. Поясните смысл параметра хэндовера - порога обнаружения пилот-сигнала.
36. Поясните смысл параметра хэндовера – порога сравнения.
37. Поясните смысл параметра хэндовера – порога снижения пилот-сигнала.
38. Какие типы сообщений хэндовера Вы знаете?
39. Дайте пояснения процессу продвижения пилот-сигнала от набора соседних или остальных к активному набору
40. Поясните процесс хэндовера, управляемого базовой станцией.
41. Поясните процесс хэндовера, управляемого мобильной станцией.
42. Перечислите требования к системам мобильной связи 3G, сформулированные в рекомендациях IMT-2000.
43. Какие основные услуги предоставляются системами мобильной связи третьего поколения?
44. Каковы отличительные особенности широкополосного CDMA от CDMA?
45. В чем состоит суть технологии TD-WCDMA, какие основные параметры присущи таким системам?
46. Какова структура кадра системы TD-WCDMA?
47. Каковы особенности частотного плана в системе WCDMA?
48. В чем заключаются характерные особенности технологии UMTS?
49. В чем заключаются характерные особенности технологии EDGE?
50. Перечислите базовые компоненты архитектуры сети UMTS.
51. Приведите функции, которые выполняет контроллер радиосети.
52. Приведите функции, которые выполняет центр коммутации мобильной связи.
53. Какое назначение имеют логические транспортные и физические каналы системы UMTS?
54. Какие типы логических каналов системы UMTS Вы знаете, для чего они предназначены?
55. Какие типы транспортных каналов системы UMTS Вы знаете, для чего они предназначены?
56. Какие типы физических каналов системы UMTS Вы знаете, для чего они предназначены?
57. Сколько полос частот определены для использования в системе UMTS/WCDMA? Какова ширина канальной полосы?
58. Как осуществляется процесс расширения полосы в системе UMTS?
59. Поясните суть прерывистой передачи.
60. Как осуществляются синхронизация и управление мощностью в системе UMTS?
61. Дайте расшифровку аббревиатуре WiMAX.
62. Какой тип многостанционного доступа используется в мобильном WiMAX?
63. Какую пиковую скорость поддерживает система мобильного WiMAX в направлениях вниз и вверх?
64. Поясните процесс модуляции с несколькими несущими.
65. Какие три типа поднесущих частот используются в OFDM-подканалах? Как происходит формирование сигналов в OFDM-подканалах?
66. Какие форматы цифровой модуляции применяют в системе WiMAX?
67. Какие варианты кодов находят применение в системе WiMAX?

68. Что подразумевают под собой технологии интеллектуальной антенны?
69. Приведите схему адаптивного переключателя интеллектуальной антенны и поясните его принцип функционирования.
70. Перечислите варианты разнесения, используемые на физическом уровне системы для борьбы с замираниями.

Приложение № 2

Тест 1. «Архитектура сетей связи»

Вопрос 1. Сеть связи – …

А) комплекс технических средств, обеспечивающий передачу сообщений от источника к получателю на большие расстояния;

Б) среду распространения сообщений от источника к получателю;

В) совокупность узлов и трактов, соединяющую несколько пунктов для обеспечения связи между ними;

Г) несколько типовых каналов передачи информации.

Вопрос 2. В мобильных системах связи первого поколения находит применение …

А) импульсно-кодовая модуляция сигнала-переносчика;

Б) временное разделение каналов;

В) модуляция сигнала-переносчика аналоговым сигналом;

Г) кодовое разделение каналов.

Вопрос 3. В качестве переносчика сообщений в мобильных системах связи первого поколения выступает …

А) гармонический ВЧ сигнал;

Б) последовательность прямоугольных импульсов напряжения;

В) первичный сигнал;

Г) групповой цифровой сигнал.

Вопрос 4. Представляющие параметры сигнала-переносчика в мобильных системах связи первого поколения …

А) длительность импульса;

Б) скорость передачи информации;

В) амплитуду несущего колебания;

Г) ширину полосы частот, отводимую под канал.

Вопрос 5. В 4-х канальной мобильной системе связи с частотным разделением каналов полоса частот, отводимая под каждый канал, равна 3,1 кГц, защитный частотный интервал составляет 300 Гц. При этом общая полоса частот группового сигнала составляет…

А) 13,6 кГц;

Б) 13,2 кГц;

В) 13,8 кГц;

Г) 13,3 кГц.

Вопрос 6. Характерными особенностями конвенциональной сети связи являются…

А) строгое соответствие стандарту технических средств диспетчерской станции;

Б) самостоятельный выбор канала связи абонента сети с любым другим абонентом;

В) отсутствие средств управления или контроля со стороны радиостанции абонента радиостанциями других абонентов;

Г) наличие базовой станции, регулирующей организацию связи между абонентами се-

ти.

Вопрос 7.Особенности транкинговой организации связи в сети…

А) наличие диспетчерской станции, которая регулирует вопросы организации связи между абонентами сети;

Б) наличие многоканальной базовой станции, исключительно через которую устанавливается связь между абонентами;

В) выбор рабочего канала осуществляется самостоятельно абонентской станцией;

Г) выбор рабочего канала осуществляется под управлением базовой станцией.

Вопрос 8. Для мобильных систем связи второго поколения характерны…

А) модуляция сигнала-переносчика цифровым сигналом;

Б) конвенциональная организация сети связи;

В) ограничение первичного сигнала по частоте;

Г) помехоустойчивое кодирование.

Вопрос 9. Временное разделение каналов в мобильных системах связи 2-ого поколения основывается на…

А) одновременной работе всех абонентских станций в неперекрывающихся по частоте каналов;

Б) выделении каждой абонентской станции временного интервала во временном кадре на одной и той же частоте;

В) одновременной работе всех абонентских станций на одной и той же частоте;

Г) сжатии исходного цифрового сигнала.

Вопрос 10. В мобильных системах связи с CDMA спектр модулирующего сигнала подвергается…

А) существенному ограничению по частоте за счет формирующих ФНЧ;

Б) существенному расширению по частоте за счет дополнительного кодирования сигнала псевдослучайными последовательностями;

В) существенному расширению во времени;

Г) существенным амплитудным и фазовым искажениям.

Вопрос 11. Количество активных каналов системы связи с кодовым разделением каналов зависит от

А) ширины рабочей полосы частот;

Б) скорости передачи информации;

В) допустимого шумового фона всех активных абонентских стаций сети;

Г) количества используемых кодов.

Вопрос 12. Отличие сотовой сети связи от транкинговой

А) радиус действия каждой базовой станции сотовой сети существенно превышает радиус действия базовой станции транкинговой сети;

Б) абонентская емкость сотовой сети на несколько порядков меньше, чем в транкинговой;

В) наличие высокоскоростных фиксированных линий связи между базовыми станциями;

Г) повторное использование частот в кластерах сети.

Вопрос 13. Стандарты семейства IMT-2000 регламентируют организацию связи в системах мобильной связи поколения

А) 1 G;

Б) 5 G;

В) 3 G;

Г) 2 G.

Вопрос 14. В сети 3G поддерживаются следующие скорости передачи данных

А) 24 кбит/с;

Б) 2048 кбит/с;

В) 155,5 Мбит/с;

Г) 384 кбит/с.

Вопрос 15. Процедура «жесткого хэндовера» характерна для мобильной сети связи поколения

А) 2 G;

Б) 3 G;

В) 4 G;

Г) 5 G.

Вопрос 16. Технология 4G основана на

А) пакетной передаче данных;

Б) пакетной коммутации и коммутации каналов;

В) коммутации каналов при осуществлении FDMA;

Г) ортогональном частотном уплотнении.

Вопрос 17. Канал связи

А) функциональный элемент сети, обеспечивающий прием и передачу сообщения, коммутацию направления передачи сообщения, соединение со сторонними функциональными элементами: периферийным оборудованием, базами данных и устройствами управления;

Б) выделенная упорядоченная совокупность узлов и соединений, совместно обеспечивающих передачу сообщений между удаленными узлами сети связи;

В) функциональный элемент, обеспечивающий передачу сообщений между узлами сети связи;

Г) телефонные, оптоволоконные или радиолинии.

Вопрос 18. Согласно концептуальной модель OSI-7 любой узел сети связи представляется семью уровнями. В рамках данной модели происходит

А) выполнение узлом процедур на каждом уровне;

Б) взаимодействие с другим узлом на разных по иерархическому положению уровнях между ними;

В) взаимодействие между аппаратными частями узла, относящимися к его соседним уровням;

Г) предоставление услуг данного уровня узла вышестоящему уровню.

Вопрос 19. Интерфейс в стандарте связи представляет собой

А) требования, предъявляемые устройствами данного уровня к нижнему соседнему уровню;

Б) услуги, предоставляемые данным уровнем для вышестоящего соседнего уровня;

В) форматы представления информации и сигналов управления при взаимодействии однотипных уровней различных узлов;

Г) описание процедур, выполняемых узлом сети.

Вопрос 20. Протокол в стандарте связи представляет собой

А) требования, предъявляемые устройствами данного уровня к нижнему соседнему уровню;

Б) услуги, предоставляемые данным уровнем для вышестоящего соседнего уровня;

В) форматы представления информации и сигналов управления при взаимодействии однотипных уровней различных узлов;

Г) описание процедур, выполняемых узлом сети.

Вопрос 21. Процедуры физического уровня

А) контроль и распределение ограниченных ресурсов радиоаппаратуры в соответствии с требованиями логических устройств верхних уровней и состоянием радиоканала;

Б) контроль состояния радиоканала (занят-свободен) и активизации соответствующих процедур приема и передачи: установка шумового порога приемника, выходной мощности передатчика;

В) определение местоположения абонента в сети связи;

Г) прием и детектирование модулированного сигнала.

Вопрос 22. Процедуры канального уровня

А) восстановление переданного цифрового сообщения из демодулированного цифрового сигнала;

Б) модуляция монохроматического высокочастотного сигнала цифровым сигналом, установка несущей частоты и мощности модулированного колебания;

В) формирование команд управления радиоаппаратурой (установка рабочей частоты и мощности, переключение режима приема-передачи);

Г) маршрутизация и управление вызовами.

Вопрос 23. Процедуры сетевого уровня

А) восстановление переданного цифрового сообщения из демодулированного цифрового сигнала;

Б) модуляция монохроматического высокочастотного сигнала цифровым сигналом, установка несущей частоты и мощности модулированного колебания;

В) идентификация абонентов и оборудования, проверка их легальности, приоритета абонентов и перечня предоставляемых им услуг связи;

Г) маршрутизация и управление вызовами.

Вопрос 24. Кодек радиоканала беспроводной сети мобильной связи выполняет функции

А) модуляция и демодуляция высокочастотного сигнала;

Б) помехоустойчивое кодирование и декодирование;

В) преобразование речевого сообщения в цифровую форму и обратно;

Г) формирование сетки рабочих частот в выделенной части радиоспектра.

Вопрос 25. Модулятор передатчика осуществляет

А) перенос спектра цифрового сигнала в область высоких частот;

Б) кодирование цифрового сигнала помехоустойчивым кодом;

В) формирование сетки рабочих частот в выделенной части радиоспектра;

Г) преобразование первичного сигнала в цифровую форму.

Вопрос 26. Демодулятор приемника осуществляет

А) перенос спектра высокочастотного модулированного сигнала в область нулевой частоты;

Б) кодирование цифрового сигнала помехоустойчивым кодом;

В) формирование сетки рабочих частот в выделенной части радиоспектра;

Г) преобразование первичного сигнала в цифровую форму.

Вопрос 27. Комбайнер базовой станции системы мобильной связи выполняет функции

А) кодирование и декодирование поступающей информации;

Б) формирование сообщения для передачи;

В) формирование команд на включение и выключение передатчиков;

Г) обеспечение совместной работы нескольких приемопередатчиков на одну приемопередающую антенну.

Вопрос 28. Контроллер базовой станции системы мобильной связи выполняет функции

А) кодирование и декодирование поступающей информации;

Б) формирование сообщения для передачи;

В) формирование команд на включение и выключение передатчиков;

Г) обеспечение совместной работы нескольких приемопередатчиков на одну приемопередающую антенну.

Вопрос 29. Модуль связи с центрами коммутации в системе мобильной связи выполняет функции

А) синхронизация передачи данных по линии связи;

Б) управление потоками информации между мобильными абонентами;

В) преобразование формата данных, принятых в радиоканале, в формат данных, требуемый транспортным протоколом связи;

Г) управление потоками информации между мобильными абонентами и стационарными абонентами.

Вопрос 30. Центр мобильной коммутации в системе мобильной связи выполняет функции

А) синхронизация передачи данных по линии связи;

Б) управление потоками информации между мобильными абонентами;

В) преобразование формата данных, принятых в радиоканале, в формат данных, требуемый транспортным протоколом связи;

Г) управление потоками информации между мобильными абонентами и стационарными абонентами.

Вопрос 31. Центр мобильной коммутации системы мобильной связи состоит из функциональных блоков

А) контроллера связи с центром управления;

Б) базы данных;

В) контроллера связи с базовыми радиостанциями;

Г) центрального коммутатора.

Тест 2. «Модуляция сигналов в цифровых системах мобильной связи»

Вопрос 1. Длительность бита в информационном битовом потоке составляет 1,25 мкс. При этом ширина спектра BPSK сигнала при манипуляции фазы в нем рассматриваемым цифровым сигналом составит

Ответ:

Вопрос 2. При формировании радиосигнала с квадратурной фазовой манипуляцией используется

А) два разрешенных состояния фазы;

Б) четыре разрешенных состояния фазы;

В) восемь разрешенных состояния фазы;

Г) сколь угодно много разрешенных состояния фазы.

Вопрос 3. Выигрыш по полосе частот, занимаемой радиосигналом 8-PSK, по отношению к полосе частот BPSK радиосигнала составляет

Ответ:

Вопрос 4. Отношение динамического диапазона OQPSK сигнала к динамическому диапазону QPSK сигнала составляет

А) $\frac{1}{\sqrt{2}}$;

Б) $\sqrt{2}$;

В) 0,5;

Г) 2.

Вопрос 5. При передаче четных посылок в радиосигнале QPSK начальная фаза принимает значения

А) 0;

Б) π;

В) $0{,}75\pi$;

Г) $\pm 0{,}5\pi$.

Вопрос 6. Длительность бита при формировании радиосигнала CPFSK составляет 2 мкс. Индекс частотной манипуляции равен 0,7. При этом угловая и циклическая частоты девиации сигнала составляют

Ответ:

Вопрос 7. Битовая скорость при передаче радиосигнала CPFSK составляет 1 Мбит/с, тактовая частота – 0,75 МГц. При этом индекс частотной манипуляции равен

Ответ:

Вопрос 8. Индекс частотной манипуляции при передаче MSK сигнала составляет

А) 0,5;

Б) 1,5;

В) 10;

Г) 0,3.

Вопрос 9. Длительность бита при формировании MSK сигнала составляет 0,5 мкс, угловая частота несущего колебания – 6,28 рад/с. При этом значения угловых частот передачи логической единицы и логического нуля равны

Ответ:

Вопрос 10. Длительность посылки при формировании MSK сигнала составляет с. При этом ширина полосы частот, занимаемая MSK сигналом, равна

Ответ:

Вопрос 11. Минимальной шириной спектра обладает следующий цифровой формат радиосигнала

А) FSK;

Б) CPFSK;

В) MSK;

Г) GMSK.

Тест 3. «Организация множественного доступа»

Вопрос 1. Принцип построения системы с FDMA

А) каждому абоненту системы отводится для передачи данных свой слот во фрейме, не перекрывающийся во времени со слотами других абонентов;

Б) каждому абоненту в общей полосе частот системы мобильной связи выделяется один частотный канал с полосой, которая не перекрывается по частоте с полосами частот других каналов;

В) каждому абоненту системы выделяется уникальная псевдослучайная последовательность для кодирования информационного битового потока, при этом передачи информации ведется в одно и то же время в одной и той же полосе частот;

Г) передача данных ведется в одно и то же время.

Вопрос 2. Принцип построения системы с TDMA

А) каждому абоненту системы отводится для передачи данных свой слот во фрейме, не перекрывающийся во времени со слотами других абонентов, при этом передача данных ведется в одной и той же полосе частот;

Б) каждому абоненту в общей полосе частот системы мобильной связи выделяется один частотный канал с полосой, которая не перекрывается по частоте с полосами частот других каналов, причем передача данных ведется в одно и то же время;

В) каждому абоненту системы выделяется уникальная псевдослучайная последовательность для кодирования информационного битового потока;

Г) передачи информации ведется в одно и то же время в одной и той же полосе частот.

Вопрос 3.Принцип построения системы с CDMA

А) передача данных ведется в разных полосах частот;

Б) каждому абоненту в общей полосе частот системы мобильной связи выделяется один частотный канал с полосой, которая не перекрывается по частоте с полосами частот

других каналов;

В) каждому абоненту системы выделяется уникальная псевдослучайная последовательность для кодирования информационного битового потока, при этом передачи информации ведется в одно и то же время в одной и той же полосе частот;

Г) передача данных ведется в разных временных интервалах.

Вопрос 4. Ширина абонентского канала в системе с FDMA составляет 12,5 кГц. Полоса частот, отводимая для работы системы мобильной связи, составляет 2 МГц. При этом возможно одновременно организовать для передачи информации следующее количество каналов

Ответ:

Вопрос 5. Скорость передачи информации в системе с FDMA составляет 10 кбит/с. Полоса частот, отводимая для работы системы мобильной связи, составляет 1,5 МГц. При этом возможно одновременно организовать для передачи информации следующее количество каналов

Ответ:

Вопрос 6. В стандарте AMPS центральная частота одного из каналов в линии «uplink» составляет 826,5 МГц, а в линии «downlink» – 871,5 МГц. При этом номер рабочего канала _____ и величина дуплексного разноса по частоте _____.

Вопрос 7. В стандарте GSM организуется множественный доступ вида

А) FDMA;

Б) CDMA;

В) FDMA/TDMA;

Г) TDMA.

Вопрос 8. В системе связи стандарта GSM ведется передача данных на 10 канале. При этом центральные частоты канала в линии вверх и линии вниз составляют _____. Величина дуплексного разноса по частоте между прямым и обратным каналами составляет _____.

Вопрос 9. В системе связи стандарта GSM под передачу данных в линии вниз выделена полоса частот 935…960 МГц. С учетом отведенной в данном стандарте полосы частот под один канал возможное для организации связи количество каналов составляет

Ответ:

Вопрос 10. Базовая станция системы связи стандарта GSM осуществляет передачу данных на 60 активных рабочих каналах с разделением по частоте в течение одного фрейма. При этом количество абонентов, которые одновременно участвуют в сеансе связи, составляет

Ответ:

Вопрос 11. Информационный битовый поток представлен на входе балансного модулятора кодовым словом (1 1 -1 1 1). Для прямого расширения спектра используется псевдослучайная кодовая последовательность в виде 7-позиционного кода Баркера (1 1 1 -1 -1 1 1). При этом кодовая комбинация на выходе балансного модулятора имеет

вид

Ответ:

Вопрос 12. Средняя частота поступления вызовов в системе связи составляет 20 ед/час. Средняя продолжительность сеанса связи – 3 минуты. При этом средний трафик в системе связи в эрлангах составляет

Ответ:

Вопрос 13. В системе мобильной связи общее число каналов составляет 16. Средний трафик равен 5 эралангов. При этом вероятность отказа в доступе абоненту, если система связи работает в соответствии с моделью Эрланга В, составляет

Ответ:

Вопрос 14. Частотный дуплексный режим работы системы мобильной связи наиболее эффективен

А) при больших размерах сот;

Б) при небольшой скорости передвижения абонентов;

В) в микросотах;

Г) при высокой скорости передвижения абонентов.

Вопрос 15. Временной дуплексный режим работы системы мобильной связи наиболее эффективен

А) при больших размерах сот;

Б) при небольшой скорости передвижения абонентов;

В) в микросотах;

Г) при высокой скорости передвижения абонентов.

Тест 4. «Компенсация искажений и замираний сигналов на трассе распространения»

Вопрос 1. Для модели канала с аддитивным белым гауссовым шумом справедливы допущения

А) волновое сопротивление среды равное 120 Ом;

Б) абсолютные магнитная и диэлектрическая проницаемости среды меняются от точки к точке;

В) отсутствие рассеивающих и отражающих объектов;

Г) наличие межсимвольной интерференции.

Вопрос 2. Расстояние между передатчиком и приемником системы мобильной связи составляет 35 км. Канал связи представляет собой канал с аддитивным белым гауссовым шумом. КУ антенн равен 1. Рабочий канал имеет частоту 890 МГц. При этом потери энергии сигнала в тракте в дБ при данных условиях составляют

Ответ:

Вопрос 3. Крупномасштабное замирание в канале связи проявляется

А) при распространении волны на дальние расстояния;

Б) на полуоткрытых трассах;

В) при наличии сложного рельефа местности;

Г) в условиях перемещения в пространстве объектов размещения передатчика и приемника.

Вопрос 4. Мелкомасштабное замирание в канале связи проявляется

А) при распространении волны на дальние расстояния;

Б) на закрытых трассах;

В) при наличии сложного рельефа местности;

Г) в условиях перемещения в пространстве объектов размещения передатчика и приемника.

Вопрос 5. Характерные особенности релеевского мелкомасштабного замирания

А) дисперсия сигнала;

Б) наличие пути распространения вдоль луча обзора;

В) нестационарное поведение канала;

Г) огибающая принятого сигнала распределена по закону Релея.

Вопрос 6. Явление отражения электромагнитной волны происходит от поверхности при следующих условиях

А) размеры гладкой поверхности много больше длины волны;

Б) на пути распространения волны плотное теле, чьи размеры много больше длины волны;

В) размеры гладкой поверхности много меньше длины волны;

Г) поверхность неровная и ее размеры соизмеримы с длиной волны.

Вопрос 7. Явление дисперсии электромагнитной волны происходит от поверхности при следующих условиях

А) размеры гладкой поверхности много больше длины волны;

Б) на пути распространения волны плотное теле, чьи размеры много больше длины волны;

В) размеры гладкой поверхности много меньше длины волны;

Г) поверхность неровная и ее размеры соизмеримы с длиной волны.

Вопрос 8. Явление рассеяния электромагнитной волны происходит от поверхности при следующих условиях

А) размеры гладкой поверхности много больше длины волны;

Б) на пути распространения волны плотное теле, чьи размеры много больше длины волны;

В) размеры гладкой поверхности много меньше длины волны;

Г) поверхность неровная и ее размеры соизмеримы с длиной волны.

Вопрос 9. В среде с замираниями модуль комплексной огибающей принятого сигнала можно оценить

А) суммой компонента мелкомасштабного замирания и модуля комплексной огибающей сигнала в точке излучения

Б) разностью между компонентами крупномасштабного и мелкомасштабного замираний;

В) произведением трех множителей: компонентов крупномасштабного и мелкомасштабного замираний и модуля комплексной огибающей сигнала в точке излучения;

Г) суммой компонента крупномасштабного замирания и модуля комплексной огибающей сигнала в точке излучения.

Вопрос 10.Максимальная избыточная задержка распространения сигнала определяется на практике как

А) временной интервал между приемом первого и текущего компонентов многолучевого сигнала, при котором мощность принимаемого компонента уменьшается на 10 дБ по отношению к первому;

Б) временной интервал между приемом первого и последнего компонентов многолучевого сигнала;

В) временной интервал между приемом первого и текущего компонентов многолучевого сигнала, при котором мощность принимаемого компонента уменьшается ниже заданного порогового значения;

Г) временной интервал между приемом соседних компонентов многолучевого сигнала.

Вопрос 11. Максимальная избыточная задержка распространения составляет 5 мс. Длительность импульса составляет 1,2 мкс. При этом в канале связи наблюдается следующий тип мелкомасштабных замираний_____.

Вопрос 12. Максимальная избыточная задержка распространения составляет 0,6 мкс. Длительность импульса составляет 1,2 мкс. При этом в канале связи наблюдается следующий тип мелкомасштабных замираний_____.

Вопрос 13. Частотно-селективные замирания сигнала в канале передачи приводят к

А) уменьшению отношения сигнал/шум в канале за счет компенсации отдельными компонентами многолучевого сигнала друг друга по фазе;

Б) возникновению межсимвольной интерференции за счет наложения соседних символов друг на друга;

В) уменьшению коэффициента битовых ошибок на выходе цифрового демодулятора;

Г) расширению сигнала во времени.

Вопрос 14. Частотно-селективные замирания сигнала в канале передачи вызывают

А) уменьшение отношения сигнал/шум в канале за счет компенсации отдельными компонентами многолучевого сигнала друг друга по фазе;

Б) возникновение межсимвольной интерференции за счет наложения соседних символов друг на друга;

В) уменьшение коэффициента битовых ошибок на выходе цифрового демодулятора;

Г) расширение сигнала во времени.

Вопрос 15. Полоса когерентности

А) диапазон частот, в котором канал пропускает все спектральные компоненты сигнала с приблизительно равным коэффициентом усиления и линейным изменением фазы;

Б) диапазон частот, в пределах которого канал обладает равномерной АЧХ и линейной ФЧХ при прохождении через него сигнала;

В) диапазон частот, в котором после прохождения канала все спектральные составляющие сигнала имеют одинаковую частоту;

Г) диапазон частот, в котором после прохождения канала все спектральные составляющие сигнала имеют одинаковую фазу;

Вопрос 16. Полоса когерентности f_0 связана с максимальной избыточной задержкой сигнала Tm соотношением

А) $f_0 = \frac{1}{Tm}$;

Б) $f_0 = Tm$;

В) $f_0 = \frac{1}{2Tm}$;

Г) $f_0 << \frac{1}{Tm}$.

Вопрос 17. Канал называется частотно-селективным, если

А) полоса когерентности равна скорости передачи символов;

Б) полоса когерентности меньше ширины полосы частот, занимаемой спектром сигнала;

В) полоса когерентности превышает скорости передачи сигнала;

Г) полоса когерентности больше ширины полосы частот, занимаем ой спектром сигнала.

Вопрос 18. Канал называется частотно-неселективным, если

А) полоса когерентности равна скорости передачи символов;

Б) полоса когерентности меньше ширины полосы частот, занимаемой спектром сигнала;

В) полоса когерентности превышает скорости передачи сигнала;

Г) полоса когерентности больше ширины полосы частот, занимаем ой спектром сигнала.

Вопрос 19. Скорость передачи сигнала в радиоканале составляет 1,5 Мбит/с. Полоса когерентности канала равна 1 МГц. При том справедливым является утверждение

А) канал вносит межсимвольные искажения в предаваемый сигнал;

Б) канал не вносит межсимвольные искажения в передаваемый сигнал;

В) канал является проводным;

Г) в канале отсутствует многолучевость.

Вопрос 20. В качестве модели канала с амплитудными замираниями выступает

А) узкополосный фильтр;

Б) широкополосный фильтр;

В) фильтр нижних частот;

Г) заградительный фильтр.

Вопрос 21. В качестве модели канала с частотно-селективными замираниями выступает

А) узкополосный фильтр;

Б) широкополосный фильтр;

В) фильтр нижних частот;

Г) заградительный фильтр.

Вопрос 22. Нестационарное поведение канала передачи сигнала наблюдается при условиях

А) фиксированного положения передатчика и приемника в пространстве;

Б) относительного перемещения передатчика и приемника друг относительно друга;

В) перемещения объектов внутри канала;

Г) изменения полосы когерентности канала.

Вопрос 23. Время когерентности канала представляет собой

А) ожидаемую величину временного интервала, в течение которого комплексная передаточная функция канала остается неизменной;

Б) ожидаемую величину временного интервала, в течение которого импульсная характеристика канала остается неизменной;

В) ожидаемую величину временного интервала, в течение которого скорость замирания изменяется в заданную величину раз;

Г) ожидаемую величину временного интервала, в течение которого функция корреляции канала будет постоянной.

Вопрос 24. Быстрое замирание в канале проявляется в том случае, если

А) время когерентности меньше длительности передаваемого символа;

Б) время когерентности больше длительности передаваемого символа;

В) время когерентности равно длительности передаваемого символа;

Г) скорость передачи данных больше времени когерентности.

Вопрос 25. Канал вносит медленное замирание, если

А) время когерентности меньше длительности передаваемого символа;

Б) время когерентности больше длительности передаваемого символа;

В) время когерентности равно длительности передаваемого символа;

Г) скорость передачи данных больше времени когерентности.

Вопрос 26. Передатчик во время сеанса связи движется навстречу приемнику со скоростью 5 км/ч. Мелкомасштабное замирание проявляется на расстоянии в половину длины волны. Рабочая частота, на которой осуществляется передача информации, составляет 900 МГц. При этом время когерентности канала составляет

Ответ:

Вопрос 27. Время когерентности канала составляет 2 с. Скорость движения передатчика 40 км/ч. При этом длина волны составляет

Ответ:

Вопрос 28. Время когерентности канала при коэффициенте корреляции 0,5 и доплеровском сдвиге частоты 100 Гц составляет

Ответ:

Тест 5. «Помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи и методы борьбы с замираниями и искажениями на трассе»

Вопрос 1. Нормированная на знак или символ допустимая вероятность ошибки при приеме голосовых сообщений составляет

А) 10^{-3};

Б) 10^{-6};

В) 10^{-9};

Г) 10^{-12}.

Вопрос 2. Способы увеличения избыточности передаваемого сигнала

А) повторная передача сообщения;

Б) передача кодовой последовательности по нескольким каналам связи одновременно;

В) помехоустойчивое (с исправлением) кодирование;

Г) прием со стробированием импульса.

Вопрос 3. Кодер канала выполняет функцию

А) преобразования аналогового сигнала в цифровой;

Б) вносит избыточность в цифровой сигнал;

В) модулирует сигнал-переносчик;

Г) выделяет первичный сигнал из сигнала-переносчика.

Вопрос 4. Коды, в которых информационный поток символов разбивается на отрезки и каждый из них преобразуется в определённую последовательность кодовых символов, называются

А) сверточными;

Б) рекуррентными;

В) непрерывными;

Г) блочными.

Вопрос 5. К неравномерным блочным кодам относят

А) код Морзе;

Б) код Хафмена;

В) код Хемминга;

Г) БЧХ код.

Вопрос 6. Методы разнесенного приема предназначены для борьбы с

А) быстрыми замираниями;

Б) медленными замираниями;

В) амплитудными замираниями;

Г) явлением многолучевости.

Вопрос 7. Пространственное разнесение осуществляется

А) посредством множества передатчиков, размещенных в разных местах;

Б) посредством множества принимающих антенн, разнесенных на расстояние, не меньшее 10 длин волн;

В) посредством одного передатчика и одного приемника, разнесенных на расстояние, существенно превышающее длину волны;

Г) посредством множества антенн с различным типом поляризации.

Вопрос 8. Поляризационное разнесение осуществляется

А) посредством множества передатчиков, размещенных в разных местах;

Б) посредством множества принимающих антенн, разнесенных на расстояние, не меньшее 10 длин волн;

В) посредством одного передатчика и одного приемника, разнесенных на расстояние, существенно превышающее длину волны;

Г) посредством множества антенн с различным типом поляризации.

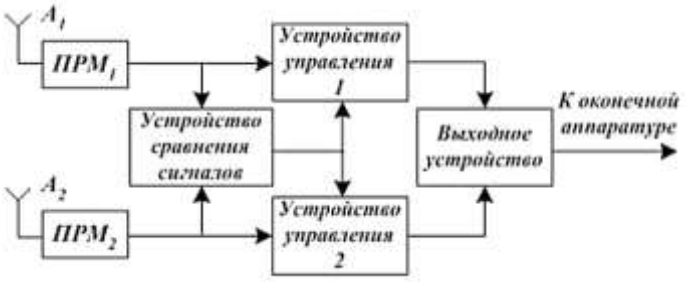
Вопрос 9. Устройство, структурная схема которого приведена на рисунке, реализует следующий метод обработки сигналов при разнесенном приеме

А) линейное сложение;

Б) мажоритарное сложение;

В) метод автовыбора;

Г) метод переключения с переменным порогом.



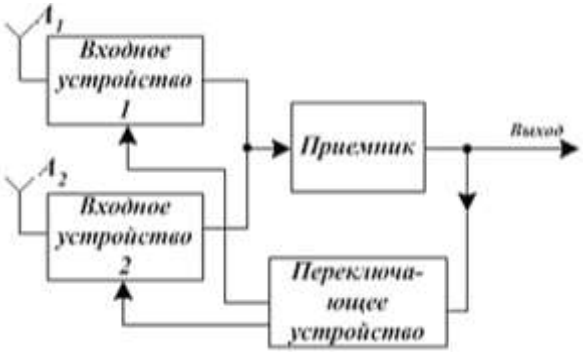
Вопрос 10. Устройство, структурная схема которого приведена на рисунке, реализует следующий метод обработки сигналов при разнесенном приеме

А) метод переключения с фиксированным порогом;

Б) мажоритарное сложение;

В) метод оптимального сложения;

Г) метод переключения с переменным порогом.



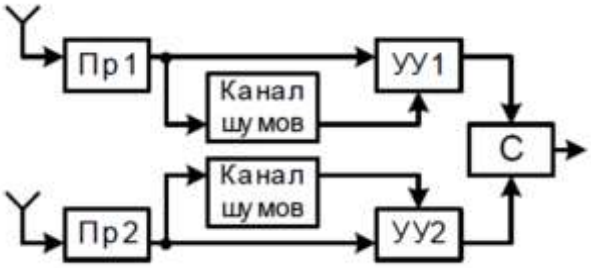
Вопрос 11. Устройство, структурная схема которого приведена на рисунке, реализует следующий метод обработки сигналов при разнесенном приеме

А) метод переключения с фиксированным порогом;

Б) метод автовыбора;

В) метод оптимального сложения;

Г) метод переключения с переменным порогом.



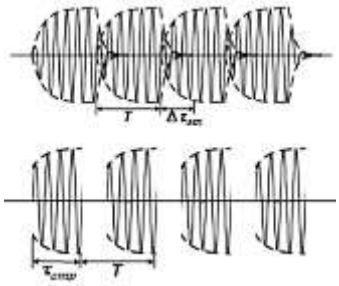
Вопрос 12. Временные реализации, приведенные на рисунке, иллюстрируют следующий метод борьбы с многолучевостью

А) передача с пассивной паузой;

Б) передача со стробированием импульса;

В) эквалайзинг;

Г) применение предмодуляционного фильтра Найквиста.



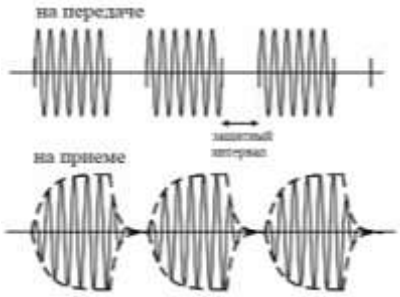
Вопрос 13. Временные реализации, приведенные на рисунке, иллюстрируют следующий метод борьбы с многолучевостью

А) передача с пассивной паузой;

Б) передача со стробированием импульса;

В) эквалайзинг;

Г) применение предмодуляционного фильтра Найквиста.



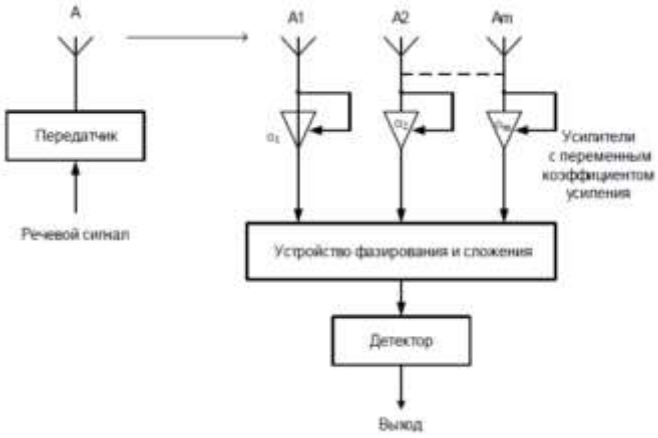
Вопрос 14. реализует устройство, структурная схема которого приведена на рисунке, реализует следующий метод обработки сигналов при разнесенном приеме

А) метод переключения с фиксированным порогом;

Б) метод мажоритарного сложения;

В) метод оптимального весового сложения;

Г) метод переключения с переменным порогом.



Вопрос 15. Макроразнесение осуществляется за счет

А) использования ветвей разнесения с независимыми медленными замираниями, которые формируются с помощью двух антенн, расположенных на разных базовых станциях;

Б) использования ветвей разнесения с независимыми быстрыми замираниями, которые формируются с помощью двух антенн, расположенных на мобильной и базовой станциях;

В) комбинирования сигналов, принимаемых на одной и той же базовой станции;

Г) комбинирование сигналов, принимаемых на разных мобильных станциях.

Вопрос 16. Микроразнесение осуществляется за счет

А) использования ветвей разнесения с независимыми медленными замираниями, которые формируются с помощью двух антенн, расположенных на разных базовых станциях;

Б) использования ветвей разнесения с независимыми быстрыми замираниями, которые формируются с помощью двух антенн, расположенных на мобильной и базовой станциях;

В) комбинирования сигналов, принимаемых на одной и той же базовой станции;

Г) комбинирование сигналов, принимаемых на разных мобильных станциях.

Приложение № 3

Задания по темам практических занятий

Блок 1

Практическое задание 1. «Моделирование информационной битовой последовательности».

Формулировка задания. Реализация математической модели информационной битовой последовательности в среде MathCAD.

Практическое задание 2. «Синтез цифрового фильтра нижних частот Найквиста»

Формулировка задания: реализация математической модели цифрового ФНЧ в среде MathCAD.

Практическое задание 3. «Моделирование цифрового интегратора и масштабирующего усилителя».

Формулировка задания: программная реализация цифрового интегратора и масштабирующего усилителя в среде MathCAD.

Практическое задание 4. «Моделирование опорного, функциональных генераторов, фазовращателя и сумматора».

Формулировка задания: программная реализация ВЧ части модулятора в среде MathCAD.

Практическое задание 5. «Моделирование автокорреляционного демодулятора».

Формулировка задания: программная реализация автокорреляционного демодулятора в среде MathCAD.

Блок 2

Общей целью блока 2 практических занятий по теме «Помехоустойчивое кодирование в системах мобильной связи» является получение практических навыков кодирования и декодирования линейных блочных, циклических и сверточных кодов, нашедших применение в помехоустойчивых цифровых системах передачи информации.

Практическое задание 1. «Исследование свойств простейших блочных кодов».

Формулировка задания. Изучить свойства кодов, контролирующих и корректирующих ошибки, структуру кода с одним контрольным битом и прямоугольного кода.

Практическое задание 2. «Помехоустойчивое кодирование. Свойства кодов, контролирующих и корректирующих ошибки (на примере кода Хемминга (7,4))».

Формулировка задания. Изучить свойства кодов, контролирующих и корректирующих ошибки, структуру кодов Хемминга на примере кода Хемминга (7,4), реализовать алгоритмы кодирования и декодирования цифрового сигнала в среде MathCAD, исследовать контролирующие свойства кода при передаче сообщения в зашумленном канале.

Практическое задание 3. «Мажоритарное декодирование».

Формулировка задания: получить практические навыки поэтапной реализации алгоритма кодирования информационного слова и декодирования принятой кодовой комбинации с одиночной ошибкой мажоритарным селектором в среде MathCAD.

Практическое задание 4. «Алгоритмы генерации и декодирования кода Хемминга».

Формулировка задания. Получить практические навыки поэтапной реализации алгоритма кодирования информационного слова и декодирования принятой кодовой комбинации с одиночной ошибкой на примере кода Хемминга (20,15).

Практическое задание 5. «*Алгоритм генерации и декодирования линейных систематических блочных кодов с использованием порождающей и проверочной матриц на примере кода Хемминга (7,4)*».

Формулировка задания. Получить практические навыки поэтапной реализации алгоритма кодирования/декодирования информационного слова с использованием порождающей и проверочной матриц.

Практическое задание 6. «Кодирование и декодирование информации циклическим кодом».

Формулировка задания. Получение практических навыков кодирования и декодирования информации циклическими несистематическими и систематическими кодами.

Практическое задание 7. «Сверточное кодирование со скоростью ½ и декодирование по алгоритму Витерби».

Формулировка задания. Получение практических навыков сверточного кодирования и декодирования информации.

Исходные данные для выполнения практических заданий блока 1

Номер варианта	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Скорость передачи данных, кбит/с	100	200	300	400	500	600	700	800
Коэффициент скругления гауссовоского ФНЧ	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
Номер варианта	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Скорость передачи данных, бит/с	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Коэффициент скругления гауссовоского ФНЧ	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,95	0,7

Практическое задание 1. «Моделирование информационной битовой последовательности»

Этапы выполнения задания:

1. Изучение теоретических аспектов функционирования блок-схемы модема GMSK сигнала.
2. Создание рабочего файла с расширением *.xmcd.
3. Ввод исходных данных.
4. Расчет длительности одиночной посылки и частоты манипуляции GMSK сигнала.
5. Синтез последовательность отсчетов счетчика.
6. Реализация дискретной биполярной псевдослучайной последовательности прямо-

угольных импульсов напряжения.

Практическое задание 2. «Синтез цифрового фильтра нижних частот Найквиста»

Этапы выполнения задания:

1. Изучение принципа действия нерекурсивного цифрового фильтра Гаусса с конечной импульсной характеристикой на основе анализа его функциональной схемы.
2. Ввод исходных данных.
3. Расчет частоты дискретизации, ширины полосы пропускания и нормированной частоты среза (нормированной граничной частоты) ФНЧ Гаусса.
4. Расчет и построение графика требуемой АЧХ гауссова фильтра с нормировкой по частоте.
5. Расчет весовых коэффициентов фильтра.
6. Расчет и построение АЧХ нерекурсивного цифрового ФНЧ Гаусса.
7. Расчет и построение ФЧХ синтезированного фильтра Гаусса.
8. Дискретизация комплексного коэффициента передачи напряжения цифрового гауссова ФНЧ.
9. Вычисление комплексных спектров входного и выходного сигналов с применением процедуры быстрого прямого преобразования Фурье.
10. Построение амплитудных спектров информационных сигналов на входе и выходе фильтра.
11. Построение временной реализации сигнала на выходе синтезированного ФНЧ.

Практическое задание 3. «Моделирование цифрового интегратора и масштабирующего усилителя».

Этапы выполнения задания:

1. Расчет величины приращения по фазе, получаемого формируемым сигналом, на каждом шаге дискретизации.
2. Реализация в едином программном коде функции интегратора и масштабирующего усилителя.
3. Построение временных зависимостей сигнала на входе и выходе интегратора.

Практическое задание 4. «Моделирование опорного, функциональных генераторов, фазовращателя и сумматора».

Этапы выполнения задания:

1. Формирование низкочастотных квадратурных составляющих сигнала.
2. Построение временных зависимостей низкочастотных квадратурных составляющих.
3. Расчет комплексных спектров и построение амплитудных спектров НЧ квадратурных составляющих.
4. Ввод частоты опорного колебания.
5. Программная реализация опорного ВЧ колебания.
6. Программная реализация идеального фазовращателя на $\pi/2$.
7. Формирование ВЧ квадратурных составляющих GMSKсигнала.
8. Программная реализация сумматора.
9. Построение временной реализации и амплитудного спектра модельного GMSKсигнала.

Практическое задание 5. «Моделирование автокорреляционного демодулятора».

Этапы выполнения задания:

1. Изучение принципа демодуляции GMSKсигнала на основе анализа структурной схемы.
2. Программная реализация фазовращателя.
3. Программная реализация линий задержки.
4. Программная реализация перемножителей, инвертора, сумматора и ФНЧ.

Тестовые задания к блоку практических заданий 1:

Вопрос 1. GMSK можно рассматривать как разновидность цифрового формата модуляции

А) бинарной фазовой манипуляции;

Б) четырехуровневой фазовой манипуляции;

В) частотной манипуляции минимальным сдвигом;

Г) квадратурной амплитудной манипуляции.

Вопрос 2. Назначение предмодуляционной обработки информационного сигнала посредством гауссова ФНЧ

А) ограничение бесконечного по ширине спектра информационного сигнала в области верхних частот;

Б) приведение ширины спектра информационного сигнала в соответствие с шириной канальной частотной полосы;

В) изменение длительности информационного сигнала;

Г) исключение разрывов фазы.

Вопрос 3. Частота «mark» в цифровом формате модуляции GMSK соответствует

А) передаче логического нуля в цифровом информационном сигнале;

Б) частоте несущего ВЧ колебания;

В) передаче логической единицы в цифровом информационном сигнале;

Г) частоте дискретизации

Вопрос 4. Частота «space» в цифровом формате модуляции GMSK соответствует

А) передаче логического нуля в цифровом информационном сигнале;

Б) частоте несущего ВЧ колебания;

В) передаче логической единицы в цифровом информационном сигнале;

Г) частоте дискретизации

Вопрос 5. Разнос частот манипуляции в формате GMSK определяется как

А) среднее арифметическое частот «mark» и «space»;

Б) частота девиации;

В) частота несущего колебания;

Г) сдвиг между частотами «mark» и «space».

Вопрос 6. Частота девиации

А) частота несущего колебания;

Б) сдвиг между частотами «mark» и «space»;

В) максимальное отклонение мгновенной частоты от несущей;

Г) частота манипулирующего сигнала.

Вопрос 7. Частота манипулирующего сигнала $F_м$ связана со скоростью передачи информации ν соотношением:

А) $F_м = \nu$;

Б) $F_м = 0,5 \cdot \nu$;

В) $F_м = 2 \cdot \nu$;

Г) $F_м = \sqrt{\nu}$.

Вопрос 8. Индекс частотной манипуляции показывает

А) во сколько раз разнос частот манипуляции превышает битовую скорость;

Б) во сколько раз угловая частота девиации превышает угловую частоту манипулирующего сигнала;

В) во сколько раз угловая частота несущего колебания больше угловой частоты манипулирующего сигнала;

Г) во сколько раз угловая частота девиации превышает циклическую частоту манипулирующего сигнала.

Вопрос 9. Минимальный индекс частотной манипуляции для MSK сигнала составляет

А) 1;

Б) 2;

В) 0;

Г) 0,5.

Вопрос 10. С уменьшением параметра скругления гауссова ФНЧ происходит

А) сужение полосы частот, занимаемой битовой информационной последовательностью;

Б) расширение полосы частот, занимаемой битовой информационной последовательностью;

В) сужение полосы пропускания гауссова ФНЧ;

Г) уменьшение межсимвольной интерференции.

Вопрос 11. Сигналы на выходах формирователей квадратурных НЧ составляющих в универсальном квадратурном модуляторе характеризуются

А) отсутствием в составе амплитудного спектра гармоники несущего колебания;

Б) изменением фазы во времени в соответствии с передаваемой информационной последовательностью;

В) изменением частоты во времени в соответствии с передаваемой информационной последовательностью;

Г) скачками фазы на $\pm\pi/2$ при передаче логической единицы или логического нуля.

Вопрос 12. Верным является утверждение «Спектр MSK сигнала

А) шире спектра GMSK сигнала;

Б) уже спектра CPFSK сигнала с индексом частотной манипуляции, равным 0,5;

В) равен по ширине спектру FSK сигнала;

Г) шире спектра CPFSK сигнала с индексом частотной манипуляции, равным 1.

Вопрос 13. Широкое применение GMSK сигнала осуществляется с целью

А) повышения помехоустойчивости приема;

Б) получения энергетического выигрыша;

В) увеличения абонентской емкости сети;

Г) экономии частотного ресурса.

Вопрос 14. Сигнал на выходе гауссова ФНЧ характеризуется

А) прямоугольной формой битовых посылок;

Б) увеличением уровня боковых лепестков амплитудного спектра;

В) сглаживанием фронтов импульсов;

Г) ростом отношения сигнал/шум.

Вопрос 15. Минимально допустимое значение коэффициента скругления для гауссова ФНЧ в стандарте GSM составляет

А) 1;

Б) 2;

В) 0,5;

Г) 0,3.

Вопрос 16. На рис.1 приведена структурная схема

А) автокорреляционного демодулятора;

Б) универсального квадратурного модулятора;

В) канального декодера;

Г) балансного модулятора.

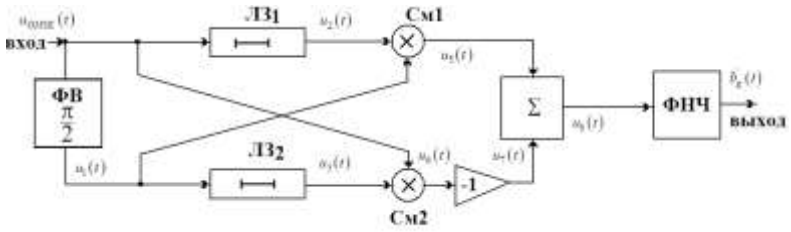


Рис.1

Вопрос 17. Функциональное назначение линий задержки (см. рис.1): произвести задержку во времени выходного сигнала по отношению к входному на

А) временной интервал, равный длительности входного сигнала;

Б) временной интервал, равный длительности одного бита;

В) временной интервал, равный периоду дискретизации;

Г) временной интервал, равный периоду несущего колебания.

Вопрос 18. Функциональное назначение перемножителей См1 и См2 (см рис.1)

А) перенести спектр радиосигнала в область нижних частот;

Б) отфильтровать гармоники высшего порядка;

В) сформировать сигналы на своих выходах в виде результата перемножения двух входных сигналов;

Г) выделить информационную последовательность битовых посылок.

Вопрос 19. Функциональное назначение фазовращателя (см. рис.1) заключается

А) в получении сигнала, сдвинутого по фазе относительно входного сигнала на $\pi/2$ рад;

Б) в получении сдвига во времени выходного сигнала относительно входного на половину периода несущего колебания;

В) в получении сдвига во времени выходного сигнала относительно входного на четверть периода несущего колебания;

Г) в получении точной копии GMSK радиосигнала.

Вопрос 20. Форма выходного с ФНЧ (см. рис.1) сигнала будет наиболее близка к форме информационного битового сигнала, если частота среза фильтра

А) равна частоте дискретизации;

Б) равна трем частотам манипуляции;

В) равна половине частоты манипуляции;

Г) равна частоте девиации.

Приложение № 4

Исходные данные для выполнения практических заданий блока 2

Практическое задание 1. «Исследование свойств простейших блочных кодов»

Исходные данные к п.1-3

Таблица 1 – Варианты информационных слов для кодирования

	Предпоследняя цифра шифра										
Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000000	0001100	0011110	0001010	1011111	1110111	1000110	0111010	0010011	1110111
1	0100000	0000110	0001111	0000101	1010100	1011101	1100110	1100110	0010111	0001110
2	0010000	0000011	1111100	1011000	0101010	1011100	0010100	0111110	1010010	0101111
3	0001000	1110000	0111110	0101100	0010101	0010101	0111010	1000001	1101000	0101011
4	0000100	0111000	0011111	0001011	1010101	1100110	0000110	1000011	1110100	1110000
5	0000010	0011100	1111110	1011100	1000001	0101000	1010111	1000111	1000010	1101010
6	0000001	0001110	0111111	0101110	1100001	1100101	1101000	1001111	1000100	1000100
7	1100000	0000111	1010000	0010111	1100011	1110001	0101000	1011111	1001000	0101010
8	0110000	1111000	0101000	1011110	1110011	1010111	0111010	0111100	1010000	0011001
9	0011000	0111100	0010100	0101111	1111011	0111001	0000101	0010100	1100001	0111111

Исходные данные к п.4-5

Таблица 2 – Варианты информационного слова для кодирования

Последняя цифра шифра	Информационное слово											
0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
2	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
3	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
4	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
5	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
7	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
8	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0

Таблица 3 – Размерность матрицы для построения прямоугольного блока

Размер матрицы (M× N)	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	6×2	2×6	3×4	4×3	6×2	2×6	3×4	4×3	2×6	4×3

где M – число столбцов; N – число строк

Этапы выполнения задания:

1.Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2.Создать код обнаружения ошибок (4, 3) положительной четности. Какие ошибки может обнаружить код?

3.Вычислите вероятность необнаруженной ошибки в принятой кодовой комбинации, предполагая, что все символьные ошибки являются независимыми событиями и вероятность ошибки в канальном символе равна $p = 10^{-3}$.

4.Создать прямоугольный код путем построения из битов сообщения прямоугольного блока размером (M N) в соответствии с указанным вариантом и последующим прибавлением к каждой строке и каждому столбцу бита четности. Представить результат в виде матрицы размерностью (M+1 N+1).

5.Вычислить для созданного прямоугольного кода вероятность появления неисправ-

ленной ошибки, если вероятность ошибки в канальном символе равна $p = 10^{-3}$.

Практическое задание 2. «Помехоустойчивое кодирование. Свойства кодов, контролирующих и корректирующих ошибки (на примере кода Хемминга (7,4))»

Таблица 1 – Кодовая таблица кода Хемминга (7,4)

Информационное слово	Кодовое слово	Информационное слово	Кодовое слово
0000	0000 000	0100	0100 111
0001	0001 011	0010	0010 110
0011	0011 101	1010	1010 011
0111	0111 010	0110	0110 001
1111	1111 111	1001	1001 110
1000	1000 101	0101	0101 100
1100	1100 010	1101	1101 001
1110	1110 100	1011	1011 000

Таблица 2

Количество информационных разрядов k	Минимальное количество контрольных разрядов r_{min}
1	2
2-4	3
5-11	4
12-26	5
27-57	6

Таблица 3

Синдром	001	010	011	100	101	110	111
Вектор ошибки	0000001	0000010	0001000	0000100	1000000	0010000	0100000
Ошибка в символе	r_3	r_2	i_4	r_1	i_1	i_3	i_2

Этапы выполнения задания:

1. Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2. Провести поэтапную реализацию алгоритма кодирования цифрового сигнала кодом Хемминга (7,4) в среде MathCAD.

2.1. Задать разрядность (значность) кода и число символов в информационной части кодовой комбинации. Вычислить число символов в проверочной части кодовой комбинации.

2.2. Сформировать произвольно в виде матрицы-строки любое из информационных слов, приведенных в таблице 1.

2.3. Вычислить значения символов проверочной части в соответствии с выражениями (2). При этом воспользоваться встроенной функцией MathCAD, где - соответствующие элементы матрицы-строки информационного слова.

2.4. Для каждого информационного слова из таблицы 1 проверить правильность выполнения процедуры вычисления проверочных символов.

2.5. Сформировать кодовую комбинацию вида (1).

3. Реализовать программный код по внесению ошибки в любой из символов передаваемой кодовой комбинации. С этой целью вычислить вектор ошибок для всех случаев поражения одиночной ошибкой любого из 7 разрядов кодовой комбинации.

4. Сформировать принятую комбинацию путем суммирования по модулю 2 передан-

ной кодовой комбинации и вектора ошибок. Проконтролировать полученный результат путем сравнения переданной и принятой кодовых комбинаций.

5. Вычислить синдром ошибок.

6. По таблице 3 определить, в каком символе произошла ошибка, и исправить ее путем сложения по модулю 2 принятого символа с единицей. Проконтролировать полученный результат и убедиться в возможности исправления одиночной ошибки в любом разряде кодовой комбинации.

Практическое задание 3. «Мажоритарное декодирование»

Таблица - Варианты информационного слова для кодирования

Номер варианта	Информационное слово	Номер варианта	Информационное слово
1	1000	9	0100
2	0001	10	0010
3	0011	11	1010
4	0111	12	0110
5	1111	13	1001
6	1000	14	0101
7	1100	15	1101
8	1110	16	1011

Система проверочных уравнений:

$$U_0 = m_0,$$
$$U_1 = m_1,$$
$$U_2 = m_2,$$
$$U_3 = m_3,$$
$$U_4 = m_0 + m_2 + m_3,$$
$$U_5 = m_0 + m_1 + m_2,$$
$$U_6 = m_1 + m_2 + m_3.$$

Этапы выполнения задания:

1. Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2. Сформировать в виде матрицы-строки информационное слово в соответствии со своим вариантом.

3. Вычислить значения символов проверочной части соответствии с системой проверочных уравнений заданного вида.

4. Сформировать кодовую комбинацию.

5. Внести ошибку в любой из символов передаваемой кодовой комбинации.

6. Произвести оценку символов информационного слова по принятой кодовой комбинации. Составить схему мажоритарного селектора.

7. Реализовать модель мажоритарного селектора для принятия решения о каждом передаваемом символе информационного слова в соответствии с составленной схемой.

8. Записать матрицу-строку полученного в ходе принятия решения по большинству информационного слова и сравнить его с исходным информационным словом.

9. Сделать вывод о том, исправляется ли одиночная ошибка мажоритарным селектором.

Практическое задание 4. «Алгоритмы генерации и декодирования кода Хемминга»

Таблица – Варианты информационного слова для кодирования

№ варианта	Информационное слово	Номер разряда, пораженного

		ошибкой
01	100010001010000	7
02	001010001010000	4
03	111010001010001	9
04	111110001010001	3
05	101010001010001	6
06	101010001010111	5
07	011010001010101	1
08	011010001110100	2
09	111011001110100	10
10	101011011100100	12
11	101010000100100	14
12	101010101100101	13
13	000000101100101	15
14	000000101111111	8
15	000111101100101	6

Этапы выполнения задания:

1.Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2.Сгенерировать код Хемминга для информационного слова длиной 15 (в соответствии со своим вариантом) по предложенному алгоритму.

3.Произвести декодирование кодового слова по предложенному алгоритму.

4.Убедиться, что при полном соответствии принятого кодового слова переданному имеет место нулевой синдром кодовой комбинации.

5.Внести в указанный разряд кодовой комбинации одиночную ошибку.

6.Убедиться, что при однократной ошибке матрица синдромов всегда представляет собой двоичную запись номера позиции, в которой произошла ошибка. Перевести двоичную запись номера позиции ошибки в десятичную форму, исправить ошибку.

Практическое задание 5. «*Алгоритм генерации и декодирования линейных систематических блочных кодов с использованием порождающей и проверочной матриц на примере кода Хемминга (7,4)*»

Таблица – Исходные данные для кодирования/декодирования

№ варианта	Информационное слово	Номер разряда, пораженного ошибкой
01	1000	7
02	0010	5
03	1110	9
04	1111	3
05	1010	2
06	1001	1
07	0110	4
08	0111	6
09	1011	3
10	0011	1
11	0001	7
12	1101	4
13	0101	5

14	0110	1
15	1010	3

Этапы выполнения задания:

1.Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2.В соответствии с алгоритмом генерации кода Хемминга (7,4) с использованием порождающей матрицы произвести кодирование заданного информационного слова.

3.В соответствии с алгоритмом декодирования кода Хемминга (7,4) с использованием проверочной матрицы произвести декодирование кодовой комбинации.

4.Внести ошибку в указанный разряд кодового слова.

5. Произвести повторное декодирование с демонстрацией возможности кода обнаруживать и исправлять ошибку.

Практическое задание 6. «Кодирование и декодирование информации циклическим кодом»

Таблица – Исходные данные для кодирования/декодирования циклическим кодом

Номер варианта	Образующий полином	Информационное слово	Номер позиции ошибки
01	x^3+x^2+1	0011	4
02	x^3+x+1	1100	3
03	x^3+x^2+1	1110	6
04	x^3+x+1	0111	5
05	x^3+x^2+1	0101	1
06	x^3+x+1	1010	2
07	x^3+x^2+1	0110	3
08	x^3+x+1	1001	7
09	x^3+x^2+1	0001	5
10	x^3+x+1	1000	6
11	x^3+x^2+1	0100	4
12	x^3+x+1	0010	2

Этапы выполнения задания:

1.Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2.Закодировать заданное информационное слово несистематическим циклическим кодом (7,4), образованным полиномом заданного вида.

3.Составить схема кодера и декодера и пояснить принцип работы кодека.

4.Создать программный код в среде MathCAD, реализующий алгоритм кодирования. Произвести кодирование всех оставшихся возможных комбинаций информационного слова длиной 4 циклическим несистематическим кодом.

5.Закодировать заданное информационное слово систематическим циклическим кодом (7,4), образованным полиномом заданного вида.

6.Произвести потактовое вычисление синдрома циклического (7,4)-кода Хэмминга при известном виде порождающего полинома для кодовой комбинации, полученной в п.5.

7.Внести ошибку в указанный разряд переданного кодового слова и продемонстрировать потактовое вычисление синдрома и возможность исправления ошибки.

Практическое задание 7. «Сверточное кодирование со скоростью ½ и декодирование по ал-

горитму Витерби»

Таблица – Исходные данные для кодирования/декодирования сверточным кодом и по алгоритму Витерби

№ варианта	Информационное слово	№ позиции для внесения ошибки в кодовую комбинацию
01	0100100	2
02	1100101	5
03	1000111	8
04	1101010	6
05	0011010	4
06	1010100	3
07	0101000	9
08	1110100	10
09	1001001	12
10	1011100	14
11	0010011	7
12	0111101	11
13	1001001	2
14	0110110	4
15	0001111	7

Этапы выполнения задания:

1.Изучить краткие теоретические сведения по теме занятия.

2.Произвести кодирование заданного информационного слова сверточным кодом ½.

3.Внести ошибку в позицию бита в кодовой комбинации, указанную в таблице 1.

4.Произвести декодирование принятого с ошибкой кодового слова по алгоритму Витерби. Убедиться в возможности обнаружения и исправления однократной ошибки.

Приложение № 5

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

Лабораторная работа 1. «Модельные исследования процесса функционирования модулятора GMSK сигнала».

Учебная цель: провести верификацию модели универсального квадратурного модулятора и оценить параметры GMSK радиосигнала в среде MathCAD.

Лабораторная работа 2. «Модельные исследования процесса функционирования демодулятора GMSK сигнала».

Учебная цель: провести верификацию модели автокорреляционного демодулятора GMSK радиосигнала в среде MathCAD.

Лабораторная работа 3: «Исследование корреляционных свойств кодов Баркера, применяемых в сети связи стандарта CDMA».

Учебная цель: построение сигнала на выходе согласованного фильтра для различных кодовых последовательностей Баркера, и исследование их корреляционных свойств.

Лабораторная работа 4. «Исследование корреляционных свойств М-последовательностей, применяемых в сети связи стандарта CDMA».

Учебная цель: построение сигнала на выходе согласованного фильтра для различных по длине кодовых М-последовательностей, и исследование их корреляционных свойств.

Лабораторная работа 5. «Исследование корреляционных свойств кодов Уолша, применяемых в сети связи стандарта CDMA».

Учебная цель: построение сигнала на выходе согласованного фильтра для различных по длине кодовых последовательностей Уолша, и исследование их корреляционных свойств.

Лабораторная работа 6. «Модельная реализация аддитивного и мультипликативного шумовых компонентов в цифровом канале передачи информации».

Учебная цель: провести моделирование шумовых процессов в виде аддитивного и мультипликативного компонентов в цифровом канале передачи информации с оценкой их вероятностных, спектральных и числовых характеристик в среде MathCAD.

Лабораторная работа 7. «Моделирование цифрового модулятора с применением формирующего фильтра Найквиста спутникового канала связи стандарта Инмарсат-С».

Учебная цель: демонстрация практических навыков по построению адекватных моделей радиотехнических устройств, корректно отражающих процессы функционирования передающего каналообразующего оборудования спутникового канала связи.

Лабораторная работа 1. «Модельные исследования процесса функционирования модулятора GMSK сигнала».

Содержание работы:

1.Ознакомление с техникой безопасности при эксплуатации ПК.

2.С использованием программно реализованных в ходе практических занятий блока 1 отдельных составляющих универсального квадратурного модулятора изучить принцип их функционирования на основе анализа временных и спектральных диаграмм модельных сигналов на входах и выходах функциональных блоков в составе модулятора. С этой целью:

2.1.Убедитесь в том, что реализации модельного информационного дискретного сигнала не повторяют друг друга, амплитуда и длительность одиночной посылки соответствует исходным данным.

2.2.Убедитесь, что выбранная величина половины длины линии задержки при синтезе гауссова ФНЧ обеспечивает совпадение полученной аппроксимации АЧХ с требуемой АЧХ в пределах полосы пропускания фильтра, а также, что боковые лепестки аппроксимации АЧХ имеют величину, меньшую уровня ослабления в полосе задерживания. При невыполнении указанных выше требований к аппроксимации АЧХ подберите величину необходимым образом.

2.3.Сделайте вывод о характере полученной зависимости ФЧХ и линейных искажениях, вносимых в сигнал при прохождении последнего через фильтр.

2.4.Оцените характер изменений амплитудного спектра в части относительного уровня боковых лепестков и занимаемой сигналом полосы частот до и после предмодуляционной обработки.

2.5.Постройте в одной координатной системе временные реализации информационного сигнала и сигнала после предмодуляционной обработки фильтром, сделайте вывод о характере изменения формы сигнала. При построении временных реализаций учтите дискретность значений времени. Кроме этого, необходимо учесть, что предмодуляционный фильтр вносит задержку во времени на величину К0 отсчетов выходного сигнала по отношению к входному.

2.6.В одной координатной системы постройте временные зависимости сигнала на входе и выходе цифрового интегратора. Сделайте вывод о функциональном назначении интегратора.

2.7.Постройте временные зависимости низкочастотных квадратурных составляющих, произведите их сравнение друг с другом, убедитесь, что данные сигналы находятся в квадратуре, их мгновенные значения изменяются в соответствии с характером изменения информационного сигнала.

2.8.Постройте амплитудные спектры низкочастотных квадратурных составляющих и оцените ширину основного лепестка и относительный уровень первого бокового лепестка.

2.9.Выясните, во сколько раз в модели частота несущей отличается от частоты манипуляции, убедитесь, что данное соотношение составляет как минимум два порядка.

2.10.Постройте амплитудный спектр GMSK сигнала. Убедитесь, что спектр информационного сигнала перенесен на заданную несущую частоту. Оцените ширину основного лепестка. Сравните полученный результат с расчетным значением ширины спектра по известному теоретическому выражению для GMSK сигнала.

3.Формулировка вывода об адекватности построенной модели GMSK сигнала.

Контрольные вопросы:

1.Определите принадлежность системы сотовой связи стандарта GSM по классификационному признаку занимаемой полосы частот передаваемого радиосигнала к одному из типов: широкополосные или узкополосные системы. Ответ обоснуйте.

2.Какие цифровые форматы модуляции радиосигнала находит применение в стандарте GSM? Дайте расшифровку обозначений FSK, MSK, GMSK для радиосигналов, используемых на физическом уровне для передачи сообщений в рассматриваемых системах.

3.Назовите тип и информационный параметр сигнала-переносчика системы сотовой связи стандарта GSM.

4.Как скорость передачи информации связана с длительностью посылки (бита)?

5.Что понимают под частотами «mark» и «space» радиосигналов с частотной манипу-

ляцией?

6.Дайте определение частоте девиации, разносу частот манипуляции и индексу частотной манипуляции. Приведите взаимосвязь между ними.

7.Приведите структурную схему и поясните принцип действия формирователя FSK сигнала. Почему данный вид частотной манипуляции не используется на практике?

8.Приведите структурную схему и поясните принцип действия формирователя CPFSK сигнала.

9.В чем заключается отличие радиосигнала MSK от CPFSK?

10.Докажите, что CPFSK сигнал с индексом манипуляции представляет собой MSK сигнал.

11.Перечислите свойства MSK сигнала, которые способствуют его широкому внедрению в цифровых системах связи.

12.В чем отличие GMSK сигнала от MSK? Как формируется GMSK сигнал?

13.Обоснуйте выбор минимальной величины произведения скорости передачи данных на длительность посылки в стандарте GSM порядка BT=0.3.

14.Приведите структурную схему нерекурсивного цифрового гауссова ФНЧ и поясните его принцип действия.

Лабораторная работа 2. «Модельные исследования процесса функционирования демодулятора GMSK сигнала».

Содержание работы:

1.Ознакомление с техникой безопасности при эксплуатации ПК.

2.С использованием программно реализованных в ходе практических занятий отдельных составляющих автокорреляционного демодулятора изучить принцип их функционирования на основе анализа временных и спектральных диаграмм модельных сигналов на входах и выходах функциональных блоков в составе демодулятора. С этой целью:

2.1.Постройте амплитудный спектр сигнала на выходе фазовращателя, убедитесь в том, что он идентичен амплитудному спектру принятого радиосигнала.

2.2.Постройте временные реализации сигналов на выходах перемножителей и убедитесь в том, что выходные сигналы искажены за счет наличия в составе их спектров ВЧ составляющих и продуктов нелинейных преобразований.

2.3.Постройте временную реализацию сигнала на выходе инвертора и убедитесь в осуществлении инверсии над входным сигналом.

2.4.Применив процедуру быстрого прямого преобразования Фурье получите комплексный и постройте амплитудный спектр сигнала на выходе сумматора. Убедитесь в том, что в его составе присутствуют ВЧ составляющие, которые необходимо отфильтровать ФНЧ для получения низкочастотного информационного сигнала.

2.5.Постройте в одной координатной системе амплитудные спектры сигналов с выхода сумматора и выхода приемного ФНЧ, а также временные реализации демодулированного сигнала и информационного сигнала. Убедитесь в том, что модель автокорреляционного демодулятора позволяет в отсутствии шумов в цифровом канале выделить информационный сигнал из приятого радиосигнала.

Контрольные вопросы:

1.Изобразите структурную схему автокорреляционного демодулятора радиосигнала заданного цифрового формата. Поясните назначение входящих в него блоков.

2.Поясните принцип действия автокорреляционного демодулятора.

3.Ответьте на вопрос, какой вид приема когерентный или некогерентный осуществляет автокорреляционный демодулятор. Ответ обоснуйте.

4.Приведите соотношение между частотой несущего колебания и длительностью посылки информационного сигнала.

Лабораторная работа 3: «Исследование корреляционных свойств кодов Баркера, применяемых в сети связи стандарта CDMA».

Содержание работы:

1.Ознакомление с техникой безопасности при эксплуатации ПК.

2.Формирование канонической кодовой последовательности Баркера различной длины в среде MathCAD.

3.Формирование композитных прямой и обратной кодовых последовательностей Баркера различной длины в среде MathCAD.

4.Программная реализация согласованного фильтра в среде MathCAD.

5.Оценка ширины главного лепестка АКФ при двух различных значениях длительности бита для каждой из смоделированных кодовых последовательностей.

6.Модельное измерение относительного уровня боковых лепестков для всех значений длины последовательности Баркера.

Контрольные вопросы:

1.Что собой представляют коды Баркера и какими свойствами они обладают?

2.Что собой представляет согласованный фильтр и для чего он применяется?

3.Как строится схема согласованного фильтра при известной форме сигнала?

4.Как определяется максимальное отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра при фильтрации на фоне белого гауссова шума?

5.Какое свойство кодов Баркера позволяет его использовать для чипирования в системе CDMA?

6.В чем преимущество и недостаток кодов Баркера по сравнению с другими кодовыми последовательностями, применяемыми в системах с кодовым разделением сигналов?

Лабораторная работа 4. «Исследование корреляционных свойств М-последовательностей, применяемых в сети связи стандарта CDMA».

Содержание работы:

1.Ознакомление с техникой безопасности при эксплуатации ПК.

2.Генерация с использованием порождающего полинома кодовой М-последовательности заданной длины в среде MathCAD.

3.Программная реализация согласованного фильтра в среде MathCAD.

4.Оценка ширины главного лепестка АКФ при двух различных значениях длительности бита для каждой из смоделированных кодовых последовательностей.

5.Модельное измерение относительного уровня боковых лепестков для всех значений длины М- последовательности.

6.Вычисление взаимной корреляционной функции М-последовательности заданной длины и ее сдвинутых во времени копий.

7.Модельное измерение максимального значения нормированной взаимной корреляционной функции.

Контрольные вопросы:

1.М-последовательность формируется регистром сдвига с линейной обратной связью, длина которого n=5. Каким периодом обладает сформированная последовательность?

2.Может ли использование характеристического многочлена вида $f(x)=x^5+x+1$ привести к генерации М-последовательности?

3.Приведите схему генератора М-последовательности на основе характеристического многочлена вида $f(x)=x^3+x^2+1$.

4.Кодовая последовательность содержит 2^8 нулей и 2^7 единиц. Выполняется ли балансное свойство, характерное для М-последовательности?

5.Кодовая последовательность содержит 2^7 нулей и 2^7 единиц. Выполняется ли балансное свойство, характерное для М-последовательности? Какова длина регистра сдвига для генерации кодовой последовательности?

6.Сформулируйте свойство циклического сдвига при сложении, характерное для М-последовательностей.

7.Сформулируйте свойство децимации для М-последовательности.

Лабораторная работа 5. «Исследование корреляционных свойств кодов Уолша, применяемых в сети связи стандарта CDMA».

Содержание работы:

1.Ознакомление с техникой безопасности при эксплуатации ПК.

2.Генерация с использованием расширяющихся матриц Адамара кодовой последовательности Уолша заданной длины в среде MathCAD.

3.Программная реализация согласованного фильтра в среде MathCAD.

4.Оценка ширины главного лепестка АКФ при двух различных значениях длительности бита для каждой из смоделированных кодовых последовательностей.

5.Модельное измерение относительного уровня боковых лепестков для всех значений длины кодовой последовательности Уолша.

6.Вычисление взаимной корреляционной функции кодовой последовательности Уолша заданной длины и ее сдвинутых во времени копий.

7.Модельное измерение максимального значения нормированной взаимной корреляционной функции.

Контрольные вопросы:

1. Поясните, какую длину могут иметь последовательности Уолша? Являются ли они униполярными или биполярными?

2. Поясните на примере как сформировать кодовую последовательность Уолша длиной 15, отображающую последовательность чисел 4,5,6,7,12,13,14,15, на основе базисных функций.

3. Запишите выражение, определяющее взаимную корреляцию двух периодических функций.

4. Что понимают под ортогональной корреляцией двух периодических функций?

5. Каким выражением определена автокорреляция периодического сигнала?

6. Приведите пример сбалансированности кодовой последовательности Уолша.

7. Изложите процесс генерации кода Уолша на основе расширяющихся матриц Адамара.

8. Дайте ответ, являются ли кодовые последовательности 00000000 и 00111100 орто-

гональными функциями. Ответ обоснуйте.

9. Поясните, почему кодирование посредством кодов Уолша возможно лишь при синхронном режиме работы в системе CDMA.

Лабораторная работа 6. «Модельная реализация аддитивного и мультипликативного шумовых компонентов в цифровом канале передачи информации».

Содержание работы:

1.Создать файл в среде MathCAD для моделирования случайных процессов с заданными вероятностными и числовыми характеристиками.

2.Осуществить ввод числа генерируемых отсчетов случайной величины, соответствующего числу отсчетов дискретного модельного GMSK сигнала.

3. Сформировать две статистически независимые выборки отсчетов случайной величины (СВ) с равномерным законом распределения, значения которой лежат в пределах от 0 до 1.

4.Произвести проверку сформированной выборки СП на попадание значений в интервал от 0 до 1.

5.Построить гистограмму распределения СВ и проверить модельную совокупность значений СВ на равномерный закон распределения.

6.Сформировать широкополосный гауссов шум с ограниченным спектром.

7.Произвести проверку моделей широкополосного шума на соответствие нормальному закону распределения.

8.Сформировать модельный узкополосный гауссов шум.

9.Произвести проверку моделей узкополосного шума на соответствие нормальному закону распределения.

10.Произвести нормировку аддитивного узкополосного шума с целью получения для него единичной величины дисперсии.

11.Задать ОСШ в цифровом канале сотовой связи в дБ и записать расчетное выражение регулируемой дисперсии аддитивного компонента шума.

12.Сформировать аддитивный компонент шума с регулируемой величиной дисперсии.

13.Произвести моделирование мультипликативного компонента шума в виде случайного процесса, распределенного по Релею.

14.Произвести проверку модели мультипликативного компонента шума на соответствие релеевскому закону распределения.

Контрольные вопросы:

1.Дайте определение помехи при приеме полезного радиосигнала.

2.Чем обусловлены внешние помехи естественного и искусственного происхождения?

3.Что понимают под внутренними помехами?

4.Охарактеризуйте сосредоточенную по спектру помеху.

5.Охарактеризуйте импульсную помеху.

6.Охарактеризуйте квазиимпульсную помеху.

7.Охарактеризуйте флуктуационную помеху.

8.По какому классификационному признаку различаются аддитивный и мультипликативный компоненты шума?

9.Приведите примеры аддитивных шумовых процессов.

10.Что является источниками мультипликативного компонента шума?

11.Дайте определение вероятности битовой ошибки. В чем отличие данного параметра от коэффициента битовых ошибок?

12.В чем заключается отличие отношения энергии бита к средней мощности спектральной плотности шума от SNR?

13.Каковы вероятностные характеристики широкополосного, узкополосного, релеевского случайных процессов?

14.Что понимают под математическим ожиданием, СКО и дисперсией случайного процесса?

15.Какими числовыми характеристиками обладают широкополосный, узкополосный, релеевский шумовые процессы?

16.В чем характерные особенности спектральных характеристик белого шума, широкополосного, узкополосного, релеевского случайных процессов?

Лабораторная работа 7. «Моделирование цифрового модулятора с применением формирующего фильтра Найквиста спутникового канала связи стандарта Инмарсат-С».

Содержание работы:

1.Изучить математическое описание модели цифрового модема с применением формирующего фильтра Найквиста в составе спутникового канала связи.

2.Программно в среде MathCAD реализовать модель цифрового модема;

3.По результатам верификации модели сделать вывод о характерных особенностях ее функционирования.

4.Провести модельное исследование вероятности битовой ошибки в канале спутниковой связи при различных коэффициентах скругления фильтра Найквиста.

Контрольные вопросы:

1.Изобразите обобщенную схему модели спутникового канала передачи данных с цифровой модуляцией/когерентной демодуляцией, поясните введенные обозначения блоков.

2.Поясните принцип функционирования спутникового канала связи по приведенной Вами схеме.

3.Изобразите временные реализации двоичного сигнала без возвращения к нулю с постоянной составляющей и без постоянной составляющей. Чем данные форматы сигналов отличаются друг от друга?

4.Укажите условия, накладываемые на фильтрующие свойства канала связи при которых возможно восстановление переданных символов межсимвольной интерференции.

5.Какими выражениями описываются АЧХ и ФЧХ фильтра Найквиста как эквивалента канала, использование которого с целью ограничения спектра передаваемого сигнала не приводит к межсимвольной интерференции?

6.Что понимают под коэффициентом скругления фильтра Найквиста?

7.Приведите структурную схему модулятора BPSK сигнала с использованием формирующего фильтра Найквиста и поясните его принцип действия.

8.Приведите структурную схему демодулятора BPSK сигнала с использованием формирующего фильтра Найквиста и поясните его принцип действия.

9.Что понимают под вероятностью битовой ошибки при приеме сигнала с цифровым форматом модуляции?

10.Как Вы полагаете, приведет ли использование фильтра Найквиста в цифровом модеме к полному исключению битовых ошибок в принятой реализации? Ответ обоснуйте.

Приложение № 6

Задания по контрольным работам (заочная форма обучения)

Задача №1

Создать код обнаружения ошибок (8, 7) положительной четности, причем символ четности должен располагаться на крайней левой позиции кодового слова. Какие ошибки может обнаружить код? Вычислите вероятность необнаруженной ошибки в переданном информационном слове, предполагая, что все символьные ошибки являются независимыми событиями и вероятность ошибки в канальном символе равна $p = 10^{-3}$.

Задача №2

Создать прямоугольный код путем построения из битов сообщения прямоугольного блока размером ($M \times N$) и последующим прибавлением к каждой строке и каждому столбцу бита четности. Представить результат в виде матрицы размерностью ($M+1 \times N+1$). Вычислить для созданного прямоугольного кода вероятность появления неисправленной ошибки, если вероятность ошибки в канальном символе равна $p = 10^{-3}$.

Задача №3

Воспользовавшись проверочной матрицей для кода Хемминга (7,4), приведенной в таблице 4, найти порождающую матрицу и произвести кодирование информационного слова, приведенного в таблице 5.

Задача №4

Провести поэтапную реализацию алгоритма кодирования цифрового сигнала кодом Хемминга (7,4) в среде MathCAD.

1. Задать разрядность (значность) кода и число символов в информационной части кодовой комбинации. Вычислить число символов в проверочной части кодовой комбинации.
2. Сформировать в виде матрицы-строки информационное слово, приведенное в таблице 5, в соответствии со своим вариантом.
3. Вычислить значения символов проверочной части соответствии с заданной системой проверочных уравнений вида. При этом воспользоваться встроенной функцией MathCAD $mod(A+B+Z,2)$, где A,B,C - соответствующие элементы матрицы-строки информационного слова.
4. Для каждого информационного слова из таблицы 5 проверить правильность выполнения процедуры вычисления проверочных символов.
5. Сформировать кодовую комбинацию вида.
6. Реализовать программный код по внесению ошибки в любой из символов передаваемой кодовой комбинации. С этой целью вычислить вектор ошибок для всех случаев поражения одиночной ошибкой любого из 7 разрядов кодовой комбинации.
7. Сформировать принятую комбинацию путем суммирования по модулю 2 переданной кодовой комбинации и вектора ошибок. Проконтролировать полученный результат путем сравнения переданной и принятой кодовых комбинаций.
8. Вычислить синдром ошибок в соответствии с известным алгоритмом.

9. По таблице 6 определить, в каком символе произошла ошибка, и исправить ее путем сложения по модулю 2 принятого символа с единицей. Проконтролировать полученный результат и убедиться в возможности исправления одиночной ошибки в любом разряде кодовой комбинации.

Задача №5

Провести поэтапную реализацию алгоритма кодирования информационного слова и декодирования принятой кодовой комбинации с одиночной ошибкой мажоритарным селектором в среде MathCAD.

1. Сформировать в виде матрицы-строки информационное слово, приведенное в таблице 5, в соответствии со своим вариантом.
2. Вычислить значения символов проверочной части соответствии с заданной системой проверочных уравнений
3. Сформировать кодовую комбинацию.
4. Внести ошибку в любой из символов передаваемой кодовой комбинации.
5. Произвести оценку символов информационного слова по принятой кодовой комбинации в соответствии с заданным алгоритмом.
6. По аналогии со схемой для принятия решения о передаче символа m_1, приведенной на рис.1, составить оставшиеся схемы для принятия решения о передаче символов m_0, m_2, m_3 информационного слова.

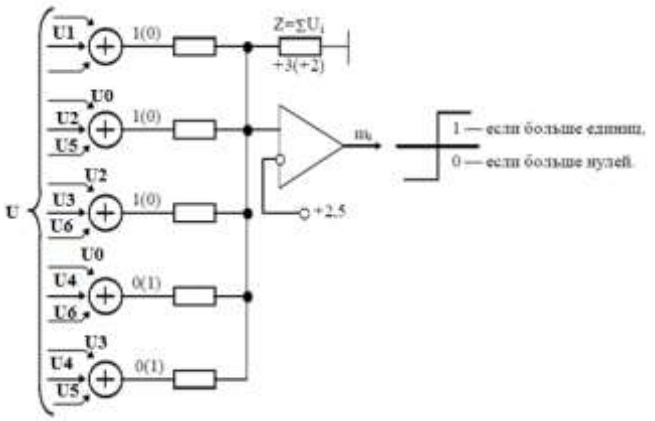


Рис.1. Схема мажоритарного селектора для символа m_1

7. Реализовать модель мажоритарного селектора для принятия решения о каждом передаваемом символе информационного слова в соответствии с составленными схемами.
8. Записать матрицу-строку полученного в ходе принятия решения по большинству информационного слова и сравнить его с исходным информационным словом. Сделать вывод о том, исправляется ли одиночная ошибка мажоритарным селектором.

Исходные данные к задаче 1

Таблица 1 – Варианты информационных слов для кодирования

		Предпоследняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра	0	1000000	0001100	0011110	0001010	1011111	1110111	1000110	0111010	0010011	1110111
	1	0100000	0000110	0001111	0000101	1010100	1011101	1100110	1100110	0010111	0001110
	2	0010000	0000011	1111100	1011000	0101010	1011100	0010100	0111110	1010010	0101111
	3	0001000	1110000	0111110	0101100	0010101	0010101	0111010	1000001	1101000	0101011
	4	0000100	0111000	0011111	0001011	1010101	1100110	0000110	1000011	1110100	1110000
	5	0000010	0011100	1111110	1011100	1000001	0101000	1010111	1000111	1000010	1101010
	6	0000001	0001110	0111111	0101110	1100001	1100101	1101000	1001111	1000100	1000100
	7	1100000	0000111	1010000	0010111	1100011	1110001	0101000	1011111	1001000	0101010
	8	0110000	1111000	0101000	1011110	1110011	1010111	0111010	0111100	1010000	0011001
	9	0011000	0111100	0010100	0101111	1111011	0111001	0000101	0010100	1100001	0111111

Исходные данные к задаче 2

Таблица 2 – Варианты информационного слова для кодирования

Последняя цифра шифра	Информационное слово											
0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
2	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
3	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
4	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
5	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
7	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
8	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0

Таблица 3 – Размерность матрицы для построения прямоугольного блока

Размер матрицы (M× N)	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	6×2	2×6	3×4	4×3	6×2	2×6	3×4	4×3	2×6	4×3

где M – число столбцов; N – число строк

Исходные данные к задаче 3

Таблица 4 – Варианты проверочной матрицы

Последняя цифра шифра	Вид проверочной матрицы	Последняя цифра шифра	Вид проверочной матрицы
0	$\begin{bmatrix}1&1&1&0&1&0&0\\1&1&0&1&0&1&0\\1&0&1&1&0&0&1\end{bmatrix}$	5	$\begin{bmatrix}1&1&1&0&1&0&0\\0&1&1&1&0&1&0\\1&1&0&1&0&0&1\end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix}0&1&1&1&1&0&0\\1&0&1&1&0&1&0\\1&1&0&1&0&0&1\end{bmatrix}$	6	$\begin{bmatrix}1&1&1&0&1&0&0\\0&1&1&1&0&1&0\\1&0&1&1&0&0&1\end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix}1&1&1&0&1&0&0\\1&0&1&1&0&1&0\\1&1&0&1&0&0&1\end{bmatrix}$	7	$\begin{bmatrix}1&0&1&1&1&0&0\\0&1&1&1&0&1&0\\1&1&1&0&0&0&1\end{bmatrix}$

3	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	8	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	9	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Таблица 5 – Варианты информационных слов для кодирования

Информационное слово	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0101	1101	0011	1010	0111	1000	1100	0110	1001	1110

Приложение № 7

Содержание курсовой работы:

1. Разработка и программная реализация алгоритма формирования GMSK сигнала с заданными параметрами.

2. Разработка и программная реализация алгоритма детектирования GMSK сигнала.

3. Разработка и программная реализация алгоритма формирования аддитивного узкополосного гауссова шума и мультипликативного компонента шума с распределением по Релею, воздействующих в совокупности с полезным радиосигналом на вход демодулятора.

4. Разработка и программная реализация алгоритма оценки помехоустойчивости демодулятора при приеме GMSK сигнала на фоне шумов.

5. Модельные исследования коэффициента битовых ошибок в зависимости от отношения сигнал/шум на входе демодулятора.

6. Оценка результатов модельного эксперимента.

Банк типовых вопросов к защите курсовой работы:

1. Определите принадлежность системы сотовой связи стандарта GSM по классификационному признаку занимаемой полосы частот передаваемого радиосигнала к одному из типов: широкополосные или узкополосные системы. Ответ обоснуйте.

2. Какие цифровые форматы модуляции радиосигнала находят применение в стандарте GSM? Дайте расшифровку обозначений FSK, MSK, GMSK для радиосигналов, используемых на физическом уровне для передачи сообщений в рассматриваемых системах.

3. Назовите тип и информационный параметр сигнала-переносчика системы сотовой связи стандарта GSM.

4. Как скорость передачи информации связана с длительностью посылки (бита)?

5. Что понимают под частотами «mark» и «space» радиосигналов с частотной манипуляцией?

6. Дайте определение частоте девиации, разносу частот манипуляции и индексу частотной манипуляции. Приведите взаимосвязь между ними.

7. Приведите структурную схему и поясните принцип действия формирователя FSK сигнала. Почему данный вид частотной манипуляции не используется на практике?

8. Приведите структурную схему и поясните принцип действия формирователя CPFSK сигнала.

9. В чем заключается отличие радиосигнала MSK от CPFSK?

10. Докажите, что CPFSK сигнал с индексом манипуляции представляет собой MSK сигнал.

11. Перечислите свойства MSK сигнала, которые способствуют его широкому внедрению в цифровых системах связи.

12. В чем отличие GMSK сигнала от MSK? Как формируется GMSK сигнал?

13. Обоснуйте выбор величины произведения скорости передачи данных на длительность посылки в стандарте GSM порядка BT=0.3.

14. Приведите структурную схему нерекурсивногоцифрового гауссова ФНЧ. Поясните, какие параметры синтезируемого цифрового гауссова ФНЧ определены порядком фильтра? Почему синтезированный Вами в работе гауссов фильтр ФНЧ может быть отнесен к фильтрам с конечной импульсной характеристикой (КИХ)? Какой физический смысл имеют период дискретизации и тактовая частота при реализации цифрового гауссова ФНЧ?

15. Сформулируйте условие физической реализуемости нерекурсивного цифрового фильтра нижних частот.

16. Приведите выражение требуемой передаточной функции гауссова фильтра нижних частот. Поясните, как производится расчет весовых коэффициентов при синтезе фильтра.

17. Что понимают под нормированной частотой среза фильтра? Как следует выбрать отношение частоты среза фильтра к частоте дискретизации для корректной работы цифрового фильтра.

18. Приведите структурную схему и поясните принцип действия демодулятора GMSK сигнала, реализованного Вами в модельном виде в соответствии с выданным заданием на курсовую работу.

19. Поясните процесс принятия решения о передаче «единичной» или «нулевой» посылок в реализации демодулированного сигнала.

20. Что понимают под аддитивным компонентом шума в цифровом канале сотовой связи? Каковы источники данного компонента шума? Какой моделью он может быть описан? Как наличие аддитивного компонента шума сказывается на качестве передачи информации по каналу? Поясните, каковы вероятностные, числовые и спектральные характеристики модели «белый шум».

21. Ответьте на вопрос: в чем заключается отличие модели широкополосного гауссова случайного процесса с ограниченным спектром от модели типа «белый шум»? С какой целью и каким образом Вами производилось преобразование широкополосного случайного процесса в узкополосный при формировании аддитивного компонента шума?

22. Что понимают под многолучевостью в цифровом канале сотовой связи? Дайте определение межсимвольной интерференции. Каким образом в модели канала может быть учтено влияние замираний сигнала на качество функционирования канала? Какую модель Вы реализовали для описания мультипликативного компонента шума? Поясните, какими вероятностными, числовыми и спектральными характеристиками должна обладать данная модель.

23. Изложите суть проведенного в рамках выполненной работы такого этапа проверки сформированных моделей шумовых компонентов на адекватность как построение гистограмм распределения мгновенных значений шумовых процессов.

24. Изложите суть проведенного в рамках выполненной работы такого этапа проверки сформированных моделей шумовых компонентов на адекватность как модельная оценка числовых характеристик.

25. Изложите суть проведенного в рамках выполненной работы такого этапа проверки сформированных моделей шумовых компонентов на адекватность как проверка смоделированного случайного процесса на соответствие известному теоретическому дифференциальному закону распределения по критерию Пирсона.

26. Дайте определение вероятности битовой ошибки и коэффициенту битовых ошибок. В чем заключается их отличие друг от друга?

27. Что понимают под отношением сигнал/шум по мощности в цифровом канале сотовой связи? Как в рамках проведенной работы производилось изменение данного параметра? Изложите порядок проведения модельного эксперимента и обработки его результатов.

28. Дайте трактовку полученным модельным зависимостям коэффициента битовой

ошибки от ОСШ в канале при наличии одного или обоих шумовых компонентов шума. Зафиксируйте ОСШ в канале на уровнях, например, -3 дБ, 0 дБ и 5 дБ и оценить изменение помехоустойчивости демодулятора при наличии только аддитивного компонента шума или при наличии как аддитивного, так и мультипликативного компонентов в канале. Объясните с физической точки зрения полученный результат. Чем Вы можете объяснить, что значения коэффициента битовой ошибки существенно выше допустимого значения для передачи речи в цифровом канале сотовой связи?

Приложение № 8

Экзаменационные вопросы

1. Понятие системы мобильной связи. Классификация систем мобильной связи.
2. Мобильные системы связи 1-ого поколения. Метод модуляции несущей аналоговым сигналом, метод разделения каналов FDMA, метод организации сети (конвенциональная). Достоинства. Недостатки.
3. Мобильные системы связи 1-ого поколения. Метод модуляции несущей аналоговым сигналом, метод разделения каналов FDMA, метод организации сети (транкинговая). Достоинства. Недостатки.
4. Мобильные системы связи 2-ого поколения. Метод модуляции несущей цифровым сигналом, метод разделения каналов TDMA, CDMA, метод организации сети (сотовая). Достоинства. Недостатки.
5. Модель OSI-7 для радиосетей. Понятие узла, канала, сети связи. Топология сети «звезда», «мэш», «дерево». Понятие стандарта связи, понятие процедуры, интерфейса, протокола.
6. Модель OSI-7 для радиосетей. Процедуры, протокол, интерфейс физического уровня.
7. Модель OSI-7 для радиосетей. Процедуры, протокол, интерфейс канального уровня.
8. Модель OSI-7 для радиосетей. Процедуры, протокол, интерфейс сетевого уровня.
9. Функциональная схема радиоканала. Функции радиоканала. Назначение составных частей.
10. Типовая сеть радиосвязи. Базовая радиостанция. Назначение типовых блоков в ее составе.
11. Цифровые форматы радиосигналов в системах мобильной связи. Бинарная фазовая манипуляция. Структурная схема модема. Принцип действия. Фазовое созвездие. Ширина спектра.
12. Цифровые форматы радиосигналов в системах мобильной связи. QPSK радиосигнал. Структурная схема модема. Принцип действия. Фазовое созвездие. Ширина спектра.
13. Цифровые форматы радиосигналов в системах мобильной связи. Отличительные особенности OQPSK радиосигнала от QPSK радиосигнала.
14. Цифровые форматы радиосигналов в системах мобильной связи. $\pi/4$ QPSK радиосигнал. Структурная схема модема. Принцип действия.
15. Цифровые форматы радиосигналов в системах мобильной связи. FSK и CPFSK радиосигналы. Структурные схемы модуляторов. Принцип действия. Отличительные особенности.
16. Цифровые форматы радиосигналов в системах мобильной связи. MSK и GMSK радиосигналы. Структурные схемы модуляторов. Принцип действия. Отличительные особенности.
17. Организация множественного доступа в системах мобильной связи. Применение FDMA и TDMA в аналоговых системах сотовой связи на примере стандарта AMPS.

18. Организация множественного доступа в системах мобильной связи. Комбинированное применение FDMA и TDMA в системах сотовой связи на примере стандарта GSM.
19. Организация множественного доступа с кодовым разделением сигналов(каналов) в цифровых системах сотовой связи.
20. Применение теории массового обслуживания в оценке количества абонентской емкости системы мобильной связи. Характеристики случайного потока вызовов. Модели Эрланга для описания поведения системы сотовой связи.
21. Организация дуплексного режима работы в системах мобильной связи: принципы организации дуплексного разноса по частоте и времени.
22. Характеристика крупномасштабных и мелкомасштабных замираний в канале мобильной связи. Способы проявления. Факторы, влияющие на распространение радиоволн в радиоканалах.
23. Качественная оценка передачи информации в условиях частотно-селективного и частотно-неселективного замираний радиосигнала.
24. Классификация методов разнесения для борьбы с замираниями.
25. Методы обработки сигналов при разнесенном приеме: методы переключения. Структурные схемы системы автовыбора по наибольшему значению сигнала, системы автовыбора с фиксированным порогом. Принцип работы.
26. Методы обработки сигналов при разнесенном приеме: методы оптимального линейного сложения. Структурные схемы приемника с оптимальным весовым сложением, с последетекторным сложением, с мажоритарным сложением. Принцип работы.
27. Общая характеристика методов борьбы с межсимвольной интерференцией в условиях многолучевости.
28. Методы автоматического запроса повторной передачи: запрос ARQ с остановками; непрерывный запрос ARQ с возвратом; непрерывный запрос ARQ с выборочным повторением.
29. Основные характеристики корректирующих кодов.
30. Линейные блочные коды. Код с одним контрольным битом. Прямоугольный код.
31. Преимущества и недостатки с коррекцией ошибок.
32. Способы задания корректирующих кодов. Табличный способ. Система проверочных уравнений.
33. Способы задания корректирующих кодов. Порождающая и проверочная матрицы на примере кода Хемминга (7,4).
34. Синдромное декодирование линейных блочных кодов.
35. Общая характеристика циклических кодов. Свойства порождающего многочлена циклического кода.
36. Несистематическое циклическое кодирование. Алгоритм систематического циклического кодирования. Примеры применения.
37. Порождающая и проверочная матрицы циклического кода. Синдромное декодирование циклического кода.

38. Функциональная схема сети GSM. Назначение подсистем.
39. Блок-схема приемо-передатчика мобильной станции. Принцип функционирования.
40. Устройства сжатия речевого сообщения: кодеры формы речевого сигнала и вокодеры.
41. Канальное кодирование в системе GSM. Сверточное кодирование. Перемежение как способ борьбы с пакетными ошибками.
42. Применение расширения спектра прямой последовательностью (DSSS) в стандарте CDMA. Критерии выбора ПСП для чипирования информационного битового потока.
43. Архитектура сети CDMA.
44. Прямые и обратные каналы в сети CDMA.
45. Канальное кодирование в стандарте CDMA. Схема кодирования в прямом канале.
46. Канальное кодирование в стандарте CDMA. Схема кодирования в обратном канале.
47. Регистрация, аутентификация и шифрование в сети CDMA.
48. Общая характеристика хэндовера в сети CDMA.
49. Группы пилот-сигналов в сети CDMA.
50. Типы окон поиска пилот-сигналов в сети CDMA.
51. Параметры хэндовера в сети CDMA.
52. Процедура мягкого хэндовера в сети CDMA.
53. Процедура мягкого хэндовера в сети CDMA.
54. Динамические пороги мягкого хэндовера в сети CDMA.

Приложение № 9

Варианты тестовых заданий к дифференцированному зачету

Вариант 1

1. Сетью связи называют

А)комплекс технических средств, обеспечивающий передачу сообщений от источника к получателю на большие расстояния;

Б)среду распространения сообщений от источника к получателю;

В)совокупность узлов и трактов, соединяющую несколько пунктов для обеспечения связи между ними;

Г)несколько типовых каналов передачи информации.

2. Транкинговая организация связи в сети подразумевает

А)наличие в сети только абонентских станций, одна из которых выполняет функцию диспетчера;

Б)наличие многоканальной базовой станции, исключительно через которую устанавливается связь между абонентскими станциями;

В)выход в телефонную сеть общего пользования и другие сети связи через базовую станцию;

Г)выход в телефонную сеть общего пользования и другие сети связи через любую абонентскую станцию.

3. Стандарты семейства IMT-2000 регламентируют организацию связи в системах мобильной связи

А)1 G;

Б)5 G;

В)3 G;

Г)2 G.

4. Согласно модели OSI-7 интерфейс в стандарте связи представлен

А)требованиями, предъявляемыми устройствами данного уровня к нижнему соседнему уровню;

Б)услугами, предоставляемыми данным уровнем для вышестоящего соседнего уровня;

В)форматами представления информации и сигналов управления при взаимодействии однотипных уровней различных узлов;

Г)описанием процедур, выполняемых узлом сети.

5. Модулятор передатчика мобильной станции осуществляет

А)перенос спектра цифрового сигнала в область высоких частот;

Б)кодирование цифрового сигнала помехоустойчивым кодом;

В)формирование сетки рабочих частот в выделенной части радиоспектра;

Г)преобразование первичного сигнала в цифровую форму.

6. В состав центра мобильной коммутации системы мобильной связи входят функциональные блоки

А)контроллера связи с центром управления;

Б)приемопередатчиков;

В)контроллера связи с базовыми радиостанциями;

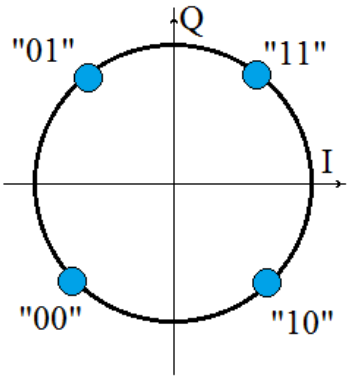
Г)комбайнера.

7. На рисунке представлено сигнальное созвездие радиосигнала

А) двухуровневного фазоманипулированного;

Б) четырехуровневого фазоманипулированного;

В) амплитудно-манипулированного;
Г) квадратурно-амплитудно модулированного.



8. Частота частотно-манипулированного сигнала при передаче логической единицы составляет 102 кГц, а при передаче логического нуля – 98 кГц. При этом частота несущего колебания равна

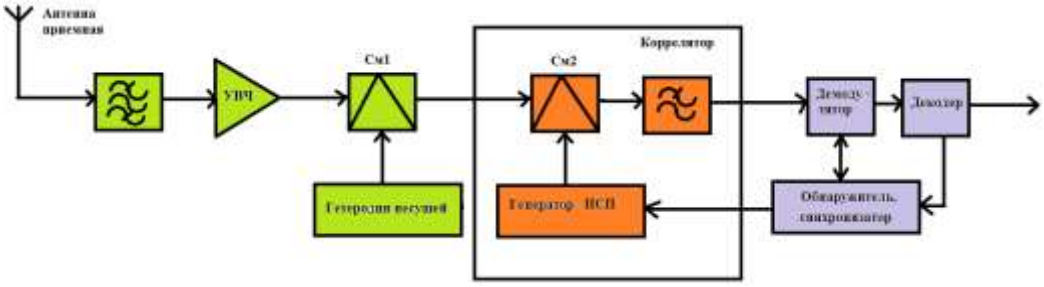
А) 100 кГц;
Б) 200 кГц;
В) 4 кГц;
Г) 2 кГц.

9. Из приведенных цифровых форматов сигнала наименьшей шириной спектра обладает

А) четырехуровневый фазоманипулированный сигнал (QPSK);
Б) радиосигнал с гауссовской частотной манипуляцией (GMSK);
В) частотно-манипулированный радиосигнал с непрерывной фазой (CPFSK);
Г) частотно-манипулированный сигнал с минимальным сдвигом (MSK).

10. На рисунке приведена структурная схема радиоприемного устройства, применяемого в системе мобильной связи стандарта CDMA. Тракт промежуточной частоты в радиоприемном устройстве представлен блоками

А) полосовым фильтром и усилителем высокой частоты (УВЧ);
Б) смесителем (См1) и гетеродином несущей;
В) смесителем (См2), генератором псевдослучайной последовательности (ПСП) и фильтром нижних частот;
Г) демодулятором, декодером, обнаружителем, синхронизатором.



11. Крупномасштабные замирания радиосигнала в системах мобильной связи характеризуются

А) значительными изменениями амплитуды радиосигнала при изменении расстояния между передатчиком и приемником в половину длины волны и меньше;

Б) значительными изменениями фазы радиосигнала при изменении расстояния между передатчиком и приемником в половину длины волны и меньше;

В) средним ослаблением мощности сигнала при расстояниях между передатчиком и приемником больше 10 длин волн вследствие наличия на пути распространения сигнала выступающих наземных предметов.

12. Канал обнаруживает частотно-неселективное замирание, если

А) максимальная избыточная задержка распространения сигнала больше времени передачи одного символа;

Б) максимальная избыточная задержка распространения сигнала меньше времени передачи одного символа;

В) в канале отсутствует многолучевость;

Г) полученные многолучевые компоненты символа поступают в течение времени передачи символа.

13. Полоса когерентности f_0 связана с максимальной избыточной задержкой сигнала T_m соотношением

А) $f_0 = T_m$;

Б) $f_0 > T_m$;

В) $f_0 < T_m$;

Г) $f_0 = 1/T_m$.

14. Разрядность (значность) помехоустойчивого кода

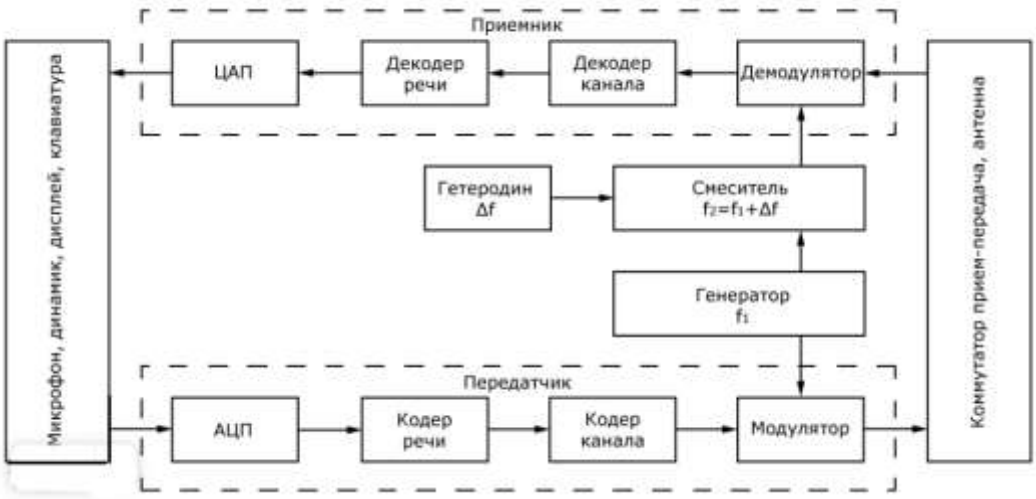
А) число символов в кодовой комбинации;

Б) число единиц, содержащихся в кодовой комбинации;

В) число разрядов, которыми две кодовые комбинации отличаются друг от друга;

Г) минимальное число разрядов, в которых любая кодовая комбинация отличается от другой (по всем парам кодовых слов).

15. На рисунке представлена упрощенная блок-схема приемо-передатчика мобильной станции стандарта GSM.



При этом микрофон выполняет функцию

А) перенос цифровой информации на несущую частоту;

Б) преобразование речевого сигнала в электрический сигнал, ширина спектра которого ограничена фильтром и составляет 4 кГц;

В) преобразование аналогового речевого сигнала в цифровую форму;

Г) введения избыточности в цифровой сигнал с целью защиты от канальных ошибок.

Вариант 2

1. **В мобильных системах связи первого поколения находит применение**

А)импульсно-кодовая модуляция сигнала-переносчика;
Б)временное разделение каналов;
В)модуляция сигнала-переносчика аналоговым сигналом;
Г)кодовое разделение каналов.

2. **Временное разделение каналов в мобильных системах связи 2-ого поколения основывается на**

А)одновременной работе всех абонентских станций в неперекрывающихся по частоте каналах;
Б)последовательной передаче данных нескольких абонентов на одной и той же частоте;
В)одновременной работе всех абонентских станций на одной и той же частоте;
Г)сжатии исходного цифрового сигнала.

3. **Процедура «жесткогохэндовера» характерна для мобильной сети связи**

А)2 G;
Б)3 G;
В)4 G;
Г)5 G.

4. **Согласно модели OSI-7 протокол в стандарте связи представлен:**

А)требованиями, предъявляемыми устройствами данного уровня к нижнему соседнему уровню;
Б)услугами, предоставляемыми данным уровнем для вышестоящего соседнего уровня;
В)форматами представления информации и сигналов управления при взаимодействии однотипных уровней различных узлов;
Г)описанием процедур, выполняемых узлом сети.

5. **Демодулятор радиоприемника осуществляет**

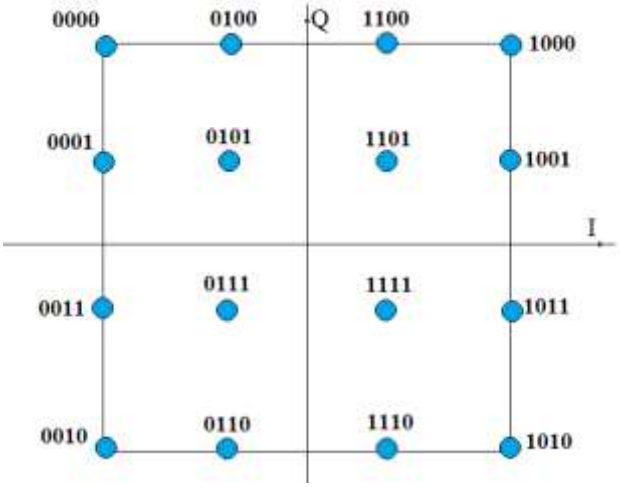
А)перенос спектра высокочастотного модулированного сигнала в область нулевой частоты;
Б)кодирование цифрового сигнала помехоустойчивым кодом;
В)формирование сетки рабочих частот в выделенной части радиоспектра;
Г)преобразование первичного сигнала в цифровую форму.

6. **Длительность посылки в информационном цифровом сигнале составляет 1,25 мкс. При этом ширина основного лепестка спектра BPSK сигналасоставляет**

А)1 МГц;
Б)1,6 МГц;
В)0,8 МГц;
Г)1 кГц.

7. **На рисунке представлено сигнальное созвездие радиосигнала**

А) двухуровневного фазоманипулированного;
Б) четырехуровневого фазоманипулированного;
В) амплитудно-манипулированного;
Г) квадратурно-амплитудно модулированного.



8. Частота частотно-манипулированного сигнала при передаче логической единицы составляет 102 кГц, а при передаче логического нуля – 98 кГц. При этом девиация частота равна

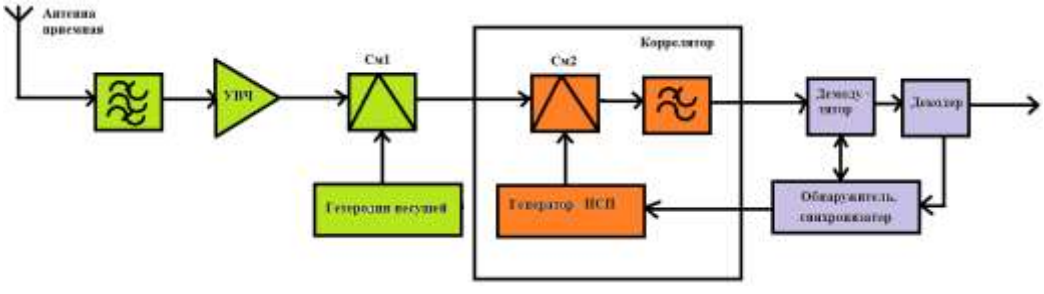
А) 100 кГц;
Б) 200 кГц;
В) 4 кГц;
Г) 2 кГц.

9. Полоса частот, отведенная системе мобильной связи с частотным разделением каналов, составляет 90 МГц. Скорость передачи информации в одном канале связи составляет 30 кбит/с. При этом возможна организация следующего числа каналов в системе мобильной связи без учета защитного интервала между каналами

А) 3;
Б) 30;
В) 300;
Г) 3000.

10. На рисунке приведена структурная схема радиоприемного устройства, применяемого в системе мобильной связи стандарта CDMA. Тракт сигнальной частоты в радиоприемном устройстве представлен блоками

А) полосовым фильтром и усилителем высокой частоты (УВЧ);
Б) смесителем (См1) и гетеродином несущей;
В) смесителем (См2), генератором псевдослучайной последовательности (ПСП) и фильтром нижних частот;
Г) Демодулятором, декодером, обнаружителем, синхронизатором.



11. Мелкомасштабные замирания радиосигнала в системах мобильной связи характеризуются

А) значительными изменениями амплитуды радиосигнала при изменении расстояния между передатчиком и приемником в половину длины волны и меньше;

Б) значительными изменениями фазы радиосигнала при изменении расстояния между передатчиком и приемником в половину длины волны и меньше;

В) средним ослаблением мощности сигнала при расстояниях между передатчиком и приемником больше 10 длин волн вследствие наличия на пути распространения сигнала выступающих наземных предметов.

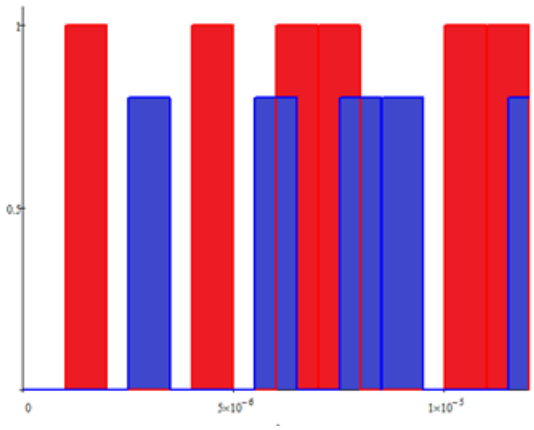
12. На рисунке представлены временные реализации первого и последнего компонентов многолучевого сигнала, характерные для приема в канале с

А) частотно-неселективным замиранием;

Б) частотно-селективным замиранием;

В) амплитудным замиранием;

Г) межсимвольной интерференцией.



13. Канал называется частотно-селективным, если

А) полоса когерентности равна скорости передачи символов;

Б) полоса когерентности меньше ширины полосы частот, занимаемой спектром сигнала;

В) полоса когерентности превышает скорость передачи сигнала;

Г) полоса когерентности больше ширины полосы частот, занимаемой спектром сигнала.

14. Вес помехоустойчивого кода

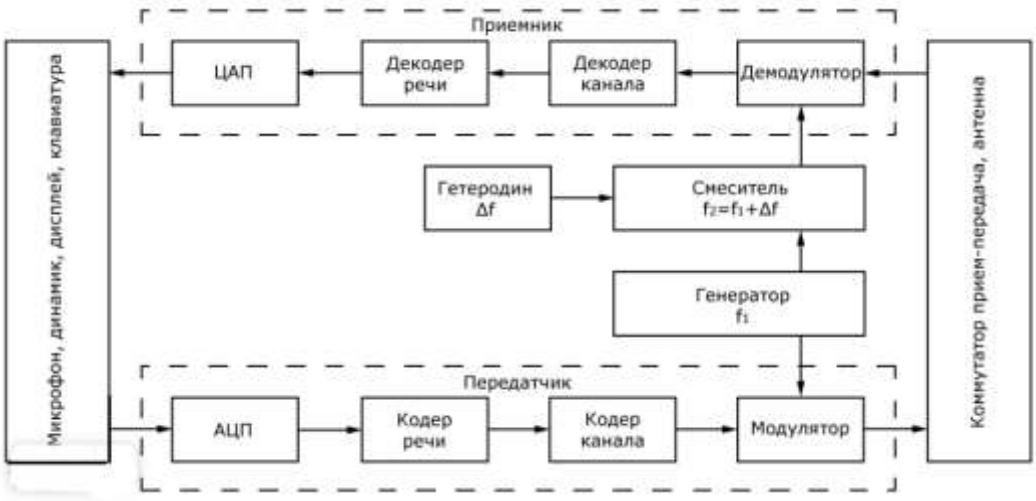
А) число символов в кодовой комбинации;

Б) число единиц, содержащихся в кодовой комбинации;

В) число разрядов, которыми две кодовые комбинации отличаются друг от друга;

Г) минимальное число разрядов, в которых любая кодовая комбинация отличается от другой (по всем парам кодовых слов).

15. На рисунке представлена упрощенная блок-схема приемо-передатчика мобильной станции стандарта GSM.



При этом аналого-цифровой преобразователь (АЦП) выполняет функцию

А) перенос цифровой информации на несущую частоту;

Б) кодирование сигнала речи в цифровой форме с целью сокращения объема информации, передаваемой по каналу связи;

В) преобразование аналогового речевого сигнала в цифровую форму;

Г) введения избыточности в цифровой сигнал с целью защиты от канальных ошибок.

Вариант 3

1. **В качестве переносчика сообщений в мобильных системах связи первого поколения выступает**

А)гармонический ВЧ сигнал;

Б)последовательность прямоугольных импульсов напряжения;

В)первичный сигнал;

Г)групповой цифровой сигнал.

2. **В мобильных системах связи стандарта CDMA спектр радиосигнала подвергается**

А)расширению по частоте за счет предмодуляционной фильтрации;

Б)расширению по частоте за счет дополнительного кодирования цифрового сигнала псевдослучайными последовательностями;

В)псевдослучайной перестройке по частоте;

Г)ограничению по частоте за счет послемодуляционной фильтрации.

3. **Процедура «мягкогохэндовера» характерна для мобильной сети связи**

А)2 G;

Б)3 G;

В)4 G;

Г)5 G.

4. **Согласно модели OSI-7 к процедурам физического уровня относятся**

А)контроль и распределение ограниченных ресурсов радиоаппаратуры в соответствии с требованиями логических устройств верхних уровней и состоянием радиоканала;

Б)контроль состояния радиоканала (занят-свободен) и активизации соответствующих процедур приема и передачи: установка шумового порога приемника, выходной мощности передатчика;

В)определение местоположения абонента в сети связи;

Г)прием и детектирование модулированного сигнала.

5. **Комбайнер базовой станции системы мобильной связи выполняет функции**

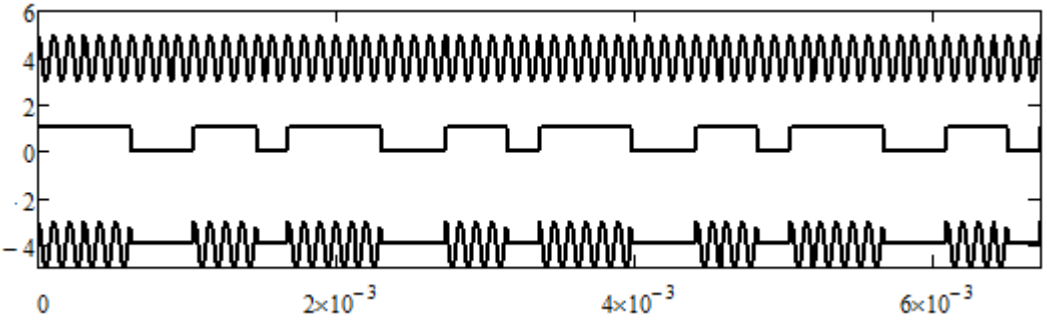
А)кодирование и декодирование поступающей информации;
Б)формирование сообщения для передачи;
В)формирование команд на включение и выключение передатчиков;
Г)обеспечение совместной работы нескольких приемопередатчиков на одну приемо-передающую антенну.

6. **Основной лепесток спектра BPSK сигнала имеет ширину, равную**

А) скорости передачи информации;
Б) удвоенной скорости передачи информации;
В) величине, обратной длительности посылки манипулирующего сигнала;
Г) длительности посылки манипулирующего сигнала.

7. **На рисунке представлены временные реализации, поясняющие принцип формирования цифрового формата радиосигнала**

А) частотно-манипулированного;
Б) фазоманипулированного;
В) амплитудно-манипулированного;
Г) частотно-манипулированного с минимальным сдвигом.



8. **Частота частотно-манипулированного сигнала при передаче логической единицы составляет 102 кГц, а при передаче логического нуля – 98 кГц. При этом разнос частот манипуляции равен**

А) 100 кГц;
Б) 200 кГц;
В) 4 кГц;
Г) 2 кГц.

9. **Полоса частот, отведенная системе мобильной связи с частотным разделением каналов, составляет 90 МГц. Одновременно может быть организована дуплексная связь в 45 каналах. При этом полоса частот, отводимая под каждый канал в линии вверх или линии вниз с учетом защитных интервалов, составляет**

А) 1 МГц;
Б) 2 МГц;
В)90 МГц;
Г) 45 кГц.

10. **Средняя частота поступления вызовов в системе мобильной связи составляет 120 ед/час, а средняя продолжительность сеанса связи – 10 минут. При этом средний трафик в эрлангах составляет**

А) 30;
Б) 20;

В) 12;
Г) 1200.

11. Потери в свободном пространстве при распространении радиосигнала

А) прямо пропорциональны длине волны и обратно пропорциональны пройденному расстоянию;
Б) прямо пропорциональны пройденному расстоянию и не зависят от длины волны;
В) прямо пропорциональны длине волны и не зависят от пройденного расстояния;
Г) прямо пропорциональны пройденному расстоянию и обратно пропорциональны длине волны.

12. Мелкомасштабное замирание называется релеевским, если

А) в многолучевом сигнале в точке приема отсутствует компонент сигнала вдоль линии прямой видимости;
Б) в многолучевом сигнале в точке приема присутствует компонент сигнала вдоль линии прямой видимости;
В) огибающая принятого радиосигнала статистически описывается с помощью релеевской функции плотности вероятности;
Г) огибающая принятого радиосигнала статистически описывается с помощью райсовской функции плотности вероятности.

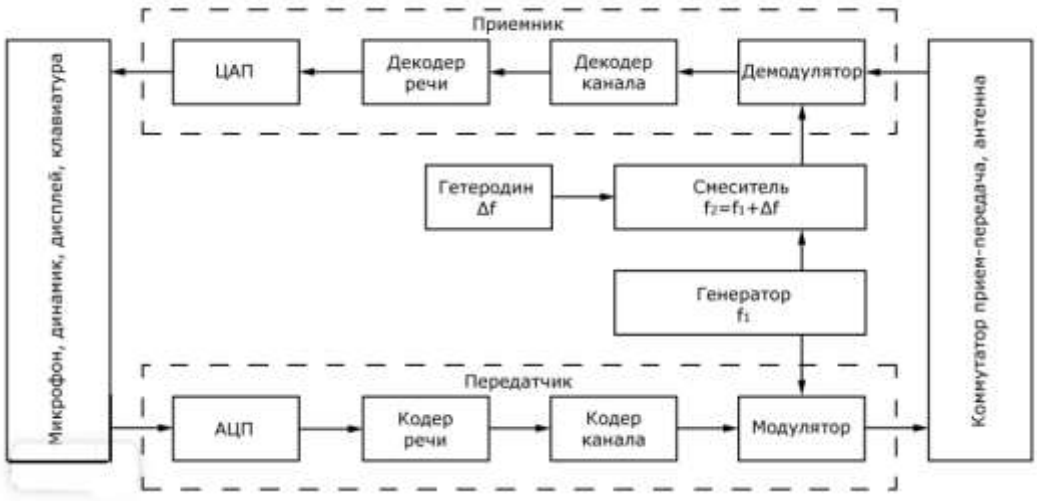
13. Канал называется частотно-неселективным, если

А) полоса когерентности равна скорости передачи символов;
Б) полоса когерентности меньше ширины полосы частот, занимаемой спектром сигнала;
В) полоса когерентности превышает скорость передачи сигнала;
Г) полоса когерентности больше ширины полосы частот, занимаемой спектром сигнала.

14. Кодовое расстояние помехоустойчивого кода

А) число символов в кодовой комбинации;
Б) число единиц, содержащихся в кодовой комбинации;
В) число разрядов, которыми две кодовые комбинации отличаются друг от друга;
Г) минимальное число разрядов, в которых любая кодовая комбинация отличается от другой (по всем парам кодовых слов).

15. На рисунке представлена упрощенная блок-схема приемо-передатчика мобильной станции стандарта GSM.



При этом модулятор выполняет функцию

А) перенос цифровой информации на несущую частоту;

Б) кодирование сигнала речи в цифровой форме с целью сокращения объема информации, передаваемой по каналу связи;

В) преобразование аналогового речевого сигнала в цифровую форму;

Г) введения избыточности в цифровой сигнал с целью защиты от канальных ошибок.

Вариант 4

1. **К представляющим параметрам сигнала-переносчика в мобильных системах связи первого поколения относится**

А)длительность импульса;

Б)скорость передачи информации;

В)амплитуда несущего колебания;

Г)ширина полосы частот, отводимая под канал.

2. **Отличие сотовой сети связи от транкинговой**

А)регистрация всех мобильных абонентов в центре мобильной коммутации сети;

Б)абонентская емкость сотовой сети на несколько порядков меньше, чем в транкинговой;

В)наличие высокоскоростных фиксированных линий связи между базовыми станциями и центром мобильной коммутации;

Г)повторное использование частот в кластерах сети.

3. **Пиковая скорость передачи данных для пользователей с высокой мобильностью в сетях 4 G**

А) > 1 Гбит/с;

Б) <24 кбит/с;

В) >100 Мбит/с;

Г)<64 кбит/с.

4. **Согласно модели OSI-7 к процедурам сетевого уровня относятся**

А)восстановление переданного цифрового сообщения из демодулированного цифрового сигнала;

Б)модуляция монохроматического высокочастотного сигнала цифровым сигналом, установка несущей частоты и мощности модулированного колебания;

В)идентификация абонентов и оборудования, проверка их легальности, приоритета абонентов и перечня предоставляемых им услуг связи;

Г)маршрутизация и управление вызовами.

5. **Контроллер базовой станции системы мобильной связи выполняет функции**

А)кодирование и декодирование поступающей информации;

Б)формирование сообщения для передачи;

В)формирование команд на включение и выключение передатчиков;

Г)обеспечение совместной работы нескольких приемопередатчиков на одну приемопередающую антенну.

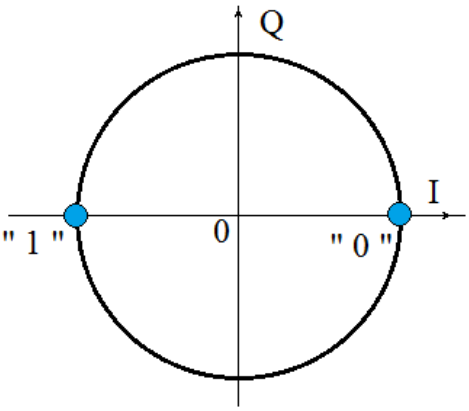
6. **На рисунке представлено сигнальное созвездие радиосигнала**

А) двухуровневного фазоманипулированного;

Б) четырехуровневого фазоманипулированного;

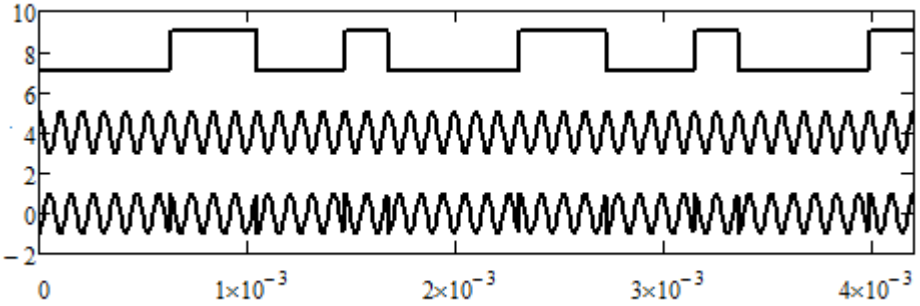
В) амплитудно-манипулированного;

Г) квадратурно-амплитудно модулированного.



7. На рисунке представлены временные реализации, поясняющие принцип формирования цифрового формата радиосигнала

А) частотно-манипулированного;
Б) фазоманипулированного;
В) амплитудно-манипулированного;
Г) квадратурно амплитудно-манипулированного.



8. Циклическая частота манипулирующего сигнала при формировании частотно-манипулированного сигнала (FSK) составляет 2 кГц. При этом скорость передачи информации равна

А) 4 кбит/с;
Б) 2 кбит/с;
В) 2000 бод;
Г) 500 бод.

9. В стандарте GSM используется

А) множественный доступ с временным разделением каналов (TDMA);
Б) множественный доступ с частотным разделением каналов (FDMA);
В) сочетание множественных доступов с частотным и временным разделением каналов (FDMA/TDMA);
Г) сочетание множественных доступов с кодовым и временным разделением каналов (CDMA/TDMA).

10. Средний трафик в эрлангах составляет 48. Частота поступления вызовов в системе мобильной связи составляет 120 ед/час. При этом средняя продолжительность сеанса связи составляет в минутах

А) 15;

Б) 24;
В) 0,4;
Г) 2,5.

11. Принцип построения системы с множественным доступом с кодовым разделением каналов (CDMA)

А) каждому абоненту системы отводится для передачи данных свой слот во фрейме, не перекрывающийся во времени со слотами других абонентов;
Б) каждому абоненту в общей полосе частот системы мобильной связи выделяется один частотный канал с полосой, которая не перекрывается по частоте с полосами частот других каналов;
В) каждому абоненту системы выделяется уникальная псевдослучайная последовательность для кодирования информационного битового потока, при этом передача информации ведется в одно и то же время в одной и той же полосе частот.

12. Мелкомасштабное замирание называется райсовским, если

А) в многолучевом сигнале в точке приема отсутствует компонент сигнала вдоль линии прямой видимости;
Б) в многолучевом сигнале в точке приема присутствует компонент сигнала вдоль линии прямой видимости;
В) огибающая принятого радиосигнала статистически описывается с помощью релеевской функции плотности вероятности;
Г) огибающая принятого радиосигнала статистически описывается с помощью райсовской функции плотности вероятности.

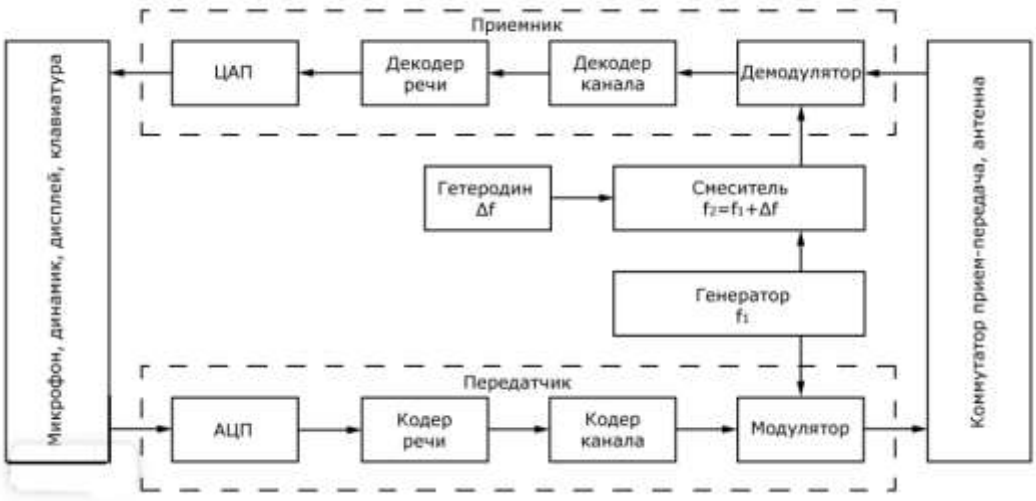
13. В канал мобильной связи передана тестовая последовательность длиной 5000 бит. Количество ошибочно принятых бит составило 5. При этом измеренное значение коэффициента битовой ошибки равно

А) 10^{-3};
Б) 1000;
В) 4995;
Г) 5.

14. Минимальное кодовое расстояние помехоустойчивого кода

А) число символов в кодовой комбинации;
Б) число единиц, содержащихся в кодовой комбинации;
В) число разрядов, которыми две кодовые комбинации отличаются друг от друга;
Г) минимальное число разрядов, в которых любая кодовая комбинация отличается от другой (по всем парам кодовых слов).

15. На рисунке представлена упрощенная блок-схема приемо-передатчика мобильной станции стандарта GSM.



При этом кодер канала выполняет функцию

А) перенос цифровой информации на несущую частоту;

Б) кодирование сигнала речи в цифровой форме с целью сокращения объема информации, передаваемой по каналу связи;

В) преобразование аналогового речевого сигнала в цифровую форму;

Г) введения избыточности в цифровой сигнал с целью защиты от канальных ошибок.

Вариант 5

1. **В 4-х канальной мобильной системе связи с частотным разделением каналов полоса частот, отводимая под каждый канал, равна 3,1 кГц, защитный частотный интервал составляет 300 Гц. При этом общая полоса частот группового сигнала составляет**

А)13,6 кГц;

Б)13,2 кГц;

В)13,8 кГц;

Г)13,3 кГц.

2. **Для мобильных систем связи второго поколения характерны**

А)модуляция сигнала-переносчика цифровым сигналом;

Б)конвенциональная организация сети связи;

В)ограничение первичного сигнала по частоте;

Г)помехоустойчивое канальное кодирование.

3. **Под каналом связи в сети мобильной связи понимается**

А)функциональный элемент сети, обеспечивающий коммутацию направления передачи сообщения;

Б)выделенная упорядоченная совокупность узлов и соединений, совместно обеспечивающих передачу сообщений между удаленными узлами сети связи;

В)функциональный элемент, обеспечивающий передачу сообщений между узлами сети связи;

Г)телефонные, оптоволоконные или радиолинии.

4. **Согласно модели OSI-7 к процедурам канального уровня относятся**

А)восстановление переданного цифрового сообщения из демодулированного цифрового сигнала;

Б)модуляцию монохроматического высокочастотного сигнала цифровым сигналом, установка несущей частоты и мощности модулированного колебания;

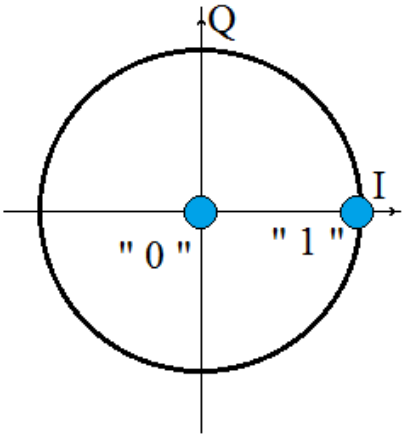
В)формирование команд управления радиоаппаратурой (установка рабочей частоты и мощности, переключение режима приема-передачи);
Г)маршрутизацию и управление вызовами.

5. **Модуль связи с центрами коммутации в системе мобильной связи выполняет функции**

А)синхронизация передачи данных по линии связи;
Б)управление потоками информации между мобильными абонентами;
В)преобразование формата данных, принятых в радиоканале, в формат данных, требуемый транспортным протоколом связи;
Г)управление потоками информации между мобильными абонентами и стационарными абонентами.

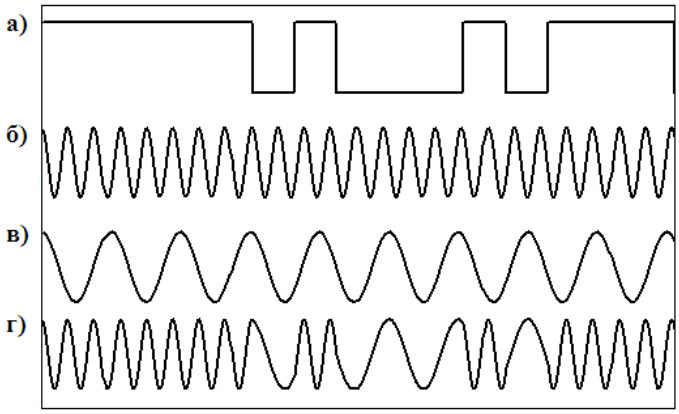
6. **На рисунке представлено сигнальное созвездие радиосигнала**

А) двухуровневного фазоманипулированного (BPSK);
Б) четырехуровневого фазоманипулированного (QPSK);
В) амплитудно-манипулированного (ASK);
Г) амплитудно-манипулированного (OOK).



7. **На рисунке представлены временные реализации цифрового сигнала (а), двух высокочастотных гармонических колебаний (б и в) и радиосигнала (г), поясняющие принцип формирования цифрового формата радиосигнала**

А) двухуровневного фазоманипулированного (BPSK);
Б) четырехуровневого фазоманипулированного (QPSK);
В) амплитудно-манипулированного (ASK);
Г) частотно-манипулированного сигнала (FSK).



8. Скорость передачи информации в радиоканале составляет 1000 бит/с. При этом циклическая частота манипуляции при формировании частотно-манипулированного сигнала (FSK) равна

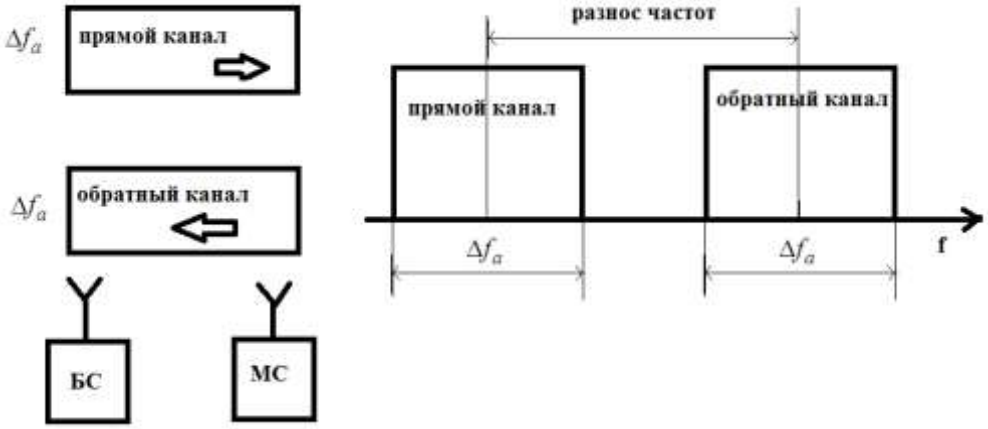
А) 4 кГц;
Б) 2 кГц;
В) 1000 Гц;
Г) 500 Гц.

9. Разнос частот приема и передачи в дуплексных каналах связи стандарта GSM составляет

А) 1 МГц;
Б) 45 кГц;
В) 45 МГц;
Г) 200 кГц.

10. На рисунке представлен принцип организации обмена информацией между абонентом и сотовой системой мобильной связи

А) частотный полудуплексный режим;
Б) частотный дуплексный режим;
В) временной дуплексный режим;
Г) временной полудуплексный режим.



11. Принцип построения системы с множественным доступом с разделением каналов по времени (TDMA)

А) каждому абоненту системы отводится для передачи данных свой слот во фрейме, не перекрывающийся во времени со слотами других абонентов;
Б) каждому абоненту в общей полосе частот системы мобильной связи выделяется один частотный канал с полосой, которая не перекрывается по частоте с полосами частот других каналов;
В) каждому абоненту системы выделяется уникальная псевдослучайная последовательность для кодирования информационного битового потока, при этом передача информации ведется в одно и то же время в одной и той же полосе частот.

12. Канал обнаруживает частотно-селективное замирание, если

А) максимальная избыточная задержка распространения сигнала больше времени передачи одного символа;
Б) максимальная избыточная задержка распространения сигнала меньше времени передачи одного символа;
В) в канале отсутствует многолучевость;

Г) полученные многолучевые компоненты символа поступают в течение времени передачи символа.

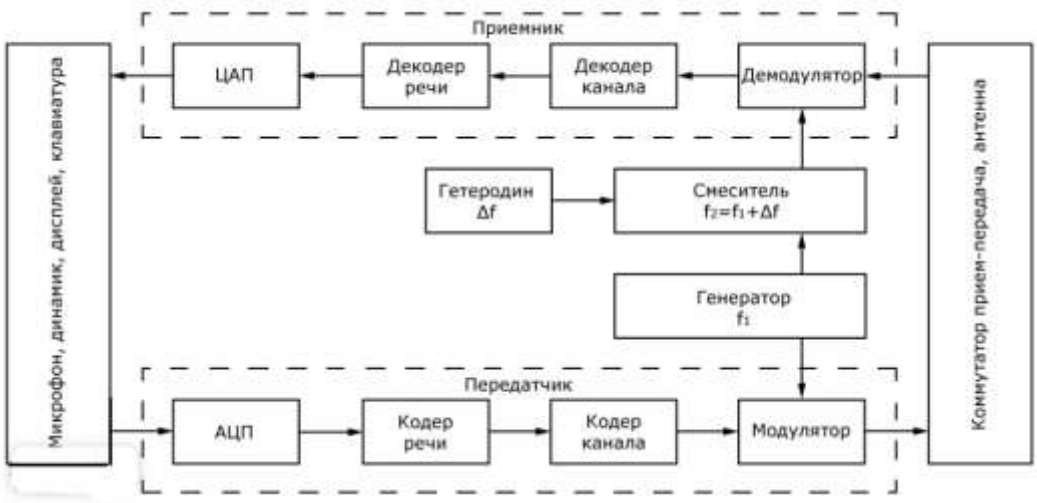
13. Измеренное значение коэффициента битовых ошибок равно 0,5. При этом количество ошибочно принятых бит по отношению к общему количеству переданных бит в сигнале составляет

А) 10%;
Б) 50%;
В) 75%;
Г) 100%.

14. Относительная скорость помехоустойчивого кода определена

А) отношением количества проверочных символов в кодовой комбинации к общему числу символов в кодовой комбинации;
Б) отношением общего количества символов в кодовой комбинации к числу проверочных символов в кодовой комбинации;
В) отношением количества проверочных символов в кодовой комбинации к числу информационных символов в кодовой комбинации;
Г) отношением количества информационных символов в кодовой комбинации к общему числу символов в кодовой комбинации.

15. На рисунке представлена упрощенная блок-схема приемо-передатчика мобильной станции стандарта GSM.



При этом кодер речи выполняет функцию

А) перенос цифровой информации на несущую частоту;
Б) кодирование сигнала речи в цифровой форме с целью сокращения объема информации, передаваемой по каналу связи;
В) преобразование аналогового речевого сигнала в цифровую форму;
Г) введения избыточности в цифровой сигнал с целью защиты от канальных ошибок.

Вариант 6

1. Характерными особенностями конвенциональной сети связи является

А)строгое соответствие стандарту технических средств диспетчерской станции;
Б)самостоятельный выбор канала связи абонента сети с любым другим абонентом;
В)отсутствие средств управления или контроля со стороны радиостанции абонента радиостанциями других абонентов;

Г)наличие базовой станции, регулирующей организацию связи между абонентами сети.

2. **Количество активных каналов системы связи с кодовым разделением каналов зависит от**

А)ширины рабочей полосы частот;
Б)скорости передачи информации;
В)допустимого шумового фона всех активных абонентских стаций сети;
Г)количества используемых кодов.

3. **Согласно концептуальной модель OSI-7 любой узел сети связи представляется семью уровнями. В рамках данной модели предполагается**

А)выполнение узлом процедур на каждом уровне;
Б)взаимодействие с другим узлом на разных по иерархическому положению уровнях между ними;
В)взаимодействие между аппартными частями узла, относящимися к его соседним уровням;
Г)предоставление услуг данного уровня узла вышестоящему уровню.

4. **Кодек радиоканала беспроводной сети мобильной связи выполняет функции**

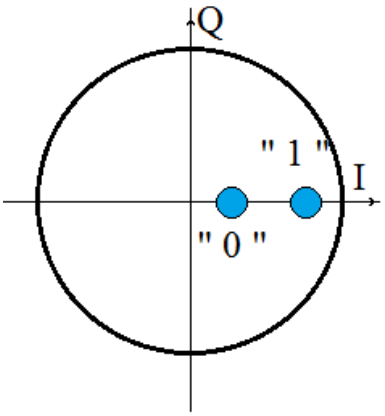
А)модуляции и демодуляции высокочастотного сигнала;
Б)помехоустойчивого кодирования и декодирования;
В)преобразования речевого сообщения в цифровую форму и обратно;
Г)формирования сетки рабочих частот в выделенной части радиоспектра.

5. **Центр мобильной коммутации в системе мобильной связи выполняет функции**

А)синхронизации передачи данных по линии связи;
Б)управления потоками информации между мобильными абонентами;
В)преобразования формата данных, принятых в радиоканале, в формат данных, требуемый транспортным протоколом связи;
Г)управления потоками информации между мобильными абонентами и стационарными абонентами.

6. **На рисунке представлено сигнальное созвездие радиосигнала**

А) двухуровневного фазоманипулированного (BPSK);
Б) четырехуровневого фазоманипулированного (QPSK);
В) амплитудно-манипулированного(OOK);
Г) амплитудно-манипулированного (ASK).



7. **Для частотно-манипулированного сигнала значение минимального индекса частотной манипуляции составляет**

А) 2;

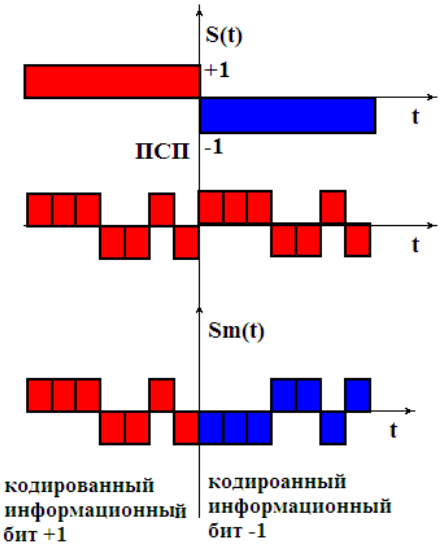
Б) 1;
В) 0,5:
Г) 0.

8. **При формировании частотно-манипулированного сигнала частота манипуляции составляет 4 кГц, а длительность посылки в цифровом сигнале 2 мс. При этом индекс частотной манипуляции равен**

А) 2;
Б) 8;
В) 6;
Г) 0,5.

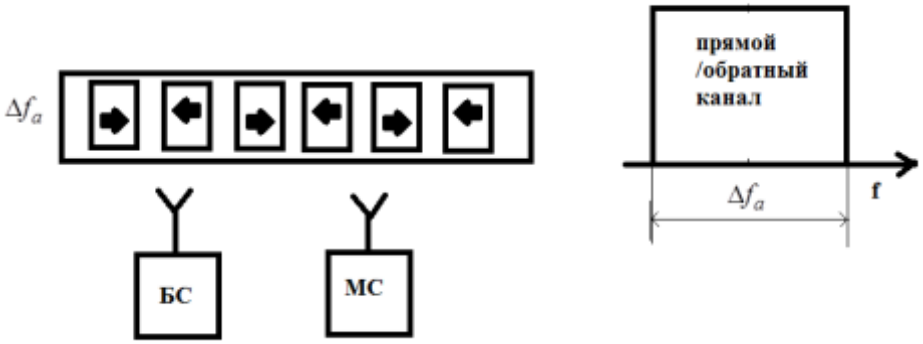
9. **На рисунке представлены временные реализации, поясняющие кодирование двух бит цифрового сигнала псевдослучайной последовательностью в виде кода Баркера в системе мобильной связи с кодовым разделением каналов. Длительность одиночной посылки цифрового сигнала составляет 14 мкс. При этом длительность посылки (чипа) кода Баркера составляет**

А) 1 мкс;
Б) 2 мкс;
В) 14 мкс;
Г) 0,5 мкс.



10. **На рисунке представлен принцип организации обмена информацией между абонентом и сотовой системой мобильной связи**

А) частотный полудуплексный режим;
Б) частотный дуплексный режим;
В) временной дуплексный режим;
Г) временной полудуплексный режим.



11. Принцип построения системы с множественным доступом с разделением каналов по частоте (FDMA)

А) каждому абоненту системы отводится для передачи данных свой слот во фрейме, не перекрывающийся во времени со слотами других абонентов;

Б) каждому абоненту в общей полосе частот системы мобильной связи выделяется один частотный канал с полосой, которая не перекрывается по частоте с полосами частот других каналов;

В) каждому абоненту системы выделяется уникальная псевдослучайная последовательность для кодирования информационного битового потока, при этом передача информации ведется в одно и то же время в одной и той же полосе частот.

12. Максимальная избыточная задержка распространения сигнала представляет собой

А) время между приемом первого и последнего компонентами многолучевого сигнала;

Б) время между приемом первого и любого следующего за ним компонентами многолучевого сигнала;

В) время приема первого компонента многолучевого сигнала;

Г) время приема последнего компонента многолучевого сигнала.

13. Измеренное значение коэффициента битовых ошибок составило 0,2 по принятому сигналу длиной 100 бит. При этом количество ошибок в принятой комбинации составляет

А) 50;

Б) 99,8;

В) 20;

Г) 100,2.

14. Число информационных символов в кодовой комбинации блокового кода составляет 4, число проверочных символов в кодовой комбинации блокового кода составляет 3. При этом относительная скорость кодирования равна

А) 3/4;

Б) 4/7;

В) 3/7;

Г) 4/3.

15. Задана кодовая комбинация вида 110001001001. При этом вес кода

А) 7;

Б) 5;

В) 12;

Г) 2.