*Вопросы к зачету по дисциплине «Системы мобильной связи» 2022 год*

1. **История развития и поколения мобильной телефонии**

* 1G (1979): первое поколение, аналоговая связь, голосовые звонки, низкая пропускная способность, низкое качество связи.
* 2G (1991): второе поколение, цифровая связь, SMS, низкая скорость передачи данных.
* 3G (2001): третье поколение, мультимедиа, высокоскоростной интернет.
* 4G (2009): четвертое поколение, еще большая скорость передачи данных, поддержка HD видео и голоса.
* 5G (2019): пятое поколение, ультравысокая скорость передачи данных, низкая задержка, поддержка IoT.

1. **Виды мобильной связи**

* GSM (Global System for Mobile communications)
* CDMA (Code Division Multiple Access)
* LTE (Long-Term Evolution)
* 5G (пятая генерация мобильной связи)

1. **Методы множественного доступа**

* FDMA (Frequency Division Multiple Access)
* TDMA (Time Division Multiple Access)
* CDMA (Code Division Multiple Access)
* OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)

1. **Виды сигналов, применяемые в радиосвязи**

* Аналоговый сигнал: непрерывный сигнал, который меняется во времени.
* Цифровой сигнал: сигнал, который принимает ограниченное количество значений.

1. **Основные характеристики сигналя**

* Амплитуда: максимальное отклонение сигнала от его среднего значения.
* Частота: количество циклов сигнала в единицу времени.
* Фаза: сдвиг сигнала относительно начального времени.
* Скорость передачи данных: количество данных, которое может быть передано за определенный период времени.

1. **Виды модуляции цифрового сигнала**

* ASK (Amplitude Shift Keying): модуляция амплитуды.
* FSK (Frequency Shift Keying): модуляция частоты.
* PSK (Phase Shift Keying): модуляция фазы.
* QAM (Quadrature Amplitude Modulation): квадратурная амплитудная модуляция.

1. **Виды фазовой модуляции**

* BPSK (Binary Phase Shift Keying): бинарная фазовая модуляция.
* QPSK (Quadrature Phase Shift Keying): квадратурная фазовая модуляция.
* 8PSK (8 Phase Shift Keying): 8-фазовая модуляция.

1. **Проблемы передачи радиосигнала: затухание и теневые зоны.**

* Затухание: уменьшение амплитуды радиосигнала при передаче на большие расстояния.
* Теневые зоны: области, где радиосигнал ослаблен или отсутствует из-за препятствий или интерференции.

1. **Проблемы передачи радиосигнала. Замирания и временные задержки.**

* Замирания: короткое время уменьшения силы сигнала из-за интерференции.
* Временные задержки: разница во времени прибытия сигналов, передаваемых по разным путям.

1. **Многолучевое распространение сигнала.**

Это явление, при котором радиосигнал достигает приемника несколькими путями из-за отражения, рассеивания и преломления. Это может вызвать интерференцию и замирание сигнала.

1. **Способы защиты радиосигнала: перемежение и разнесенный прием**

Способы защиты радиосигнала включают перемежение (интерливинг), которое представляет собой перестановку битов данных для снижения ошибок при передаче, и разнесенный прием (diversity reception), который использует два или более приемников для уменьшения влияния замираний на качество приема.

1. **Способы защиты радиосигнала: перескоки по частоте и адаптивная коррекция**

Перескок по частоте (frequency hopping) - это метод, при котором передающая станция меняет свою рабочую частоту в соответствии с заранее определенным алгоритмом. Адаптивная коррекция (adaptive equalization) - это метод, который корректирует искажения сигнала, вызванные многолучевым распространением.

1. **Способы защиты радиосигнала: помехоустойчивое кодирование и управление мощностью**

Помехоустойчивое кодирование (error-correcting coding) - это процесс добавления избыточности к данным для обнаружения и исправления ошибок. Управление мощностью (power control) - это метод, который регулирует мощность передачи сигнала для снижения помех и увеличения эффективности использования частоты.

1. **Виды СМС второго поколения и их основные характеристики**

* SMS-MT (Mobile Terminated), где сеть может передавать короткое сообщение на мобильный телефон;
* SMS-MO (Mobile Originated), где сеть может передавать короткое сообщение, отправленное с мобильного телефона;
* Short message cell broadcast, которое позволяет массовую передачу сообщений на множество устройств одновременно​​.

1. **Частотный план GSM-900**

Частотный план GSM-900 включает в себя диапазон частот 870.4 – 876.0 МГц для передачи сигналов от базовой станции к мобильному устройству и диапазон частот 915.4 – 921.0 МГц для передачи сигналов от мобильного устройства к базовой станции​.

1. **Планирование сотовых сетей**

Планирование сотовых сетей включает в себя определение местоположения базовых станций, выбор размера сот и организацию присвоения частот с целью обеспечения максимального покрытия и качества связи, минимизируя при этом помехи.

1. **Организация связи в сотовых сетях. Кластеры и виды антенн**

Связь в сотовых сетях организована так, чтобы каждая сота, или зона покрытия, обслуживалась базовой станцией. Кластеры - это группы сот, которые вместе обеспечивают покрытие определенной области. Виды антенн включают в себя омнидирекционные (передающие во всех направлениях) и направленные (передающие в определенном направлении) антенны.

1. **Два типа каналов связи. Хэндовер и роуминг**

Два основных типа каналов связи в сотовых сетях - это каналы управления (используются для установления и поддержания соединений) и трафиковые каналы (используются для передачи голоса или данных). Хэндовер - это процесс переключения мобильного устройства с одной базовой станции на другую при передвижении пользователя. Роуминг - это возможность использования мобильного устройства в сетях, которые не являются домашней сетью пользователя.

1. **Элементы сотовых сетей связи. Базовая станция**

Базовая станция - это ключевой элемент сотовой сети связи, который обеспечивает радиосвязь между мобильным устройством и сетью. Она состоит из передатчика/приемника, антенны и оборудования для управления связью.

1. **Структурная схема мобильной станции стандарта GSM**

Структурная схема мобильной станции стандарта GSM включает в себя модуль радиоинтерфейса, который обеспечивает связь с базовой станцией, SIM-карту для идентификации пользователя в сети, модуль обработки сигналов для кодирования и декодирования голосовых и данных, и пользовательский интерфейс, который позволяет пользователю взаимодействовать с устройством.

1. **Блок-схема и назначение центра коммутации стандарта GSM**

Блок-схема центра коммутации GSM (MSC) представляет собой сложную систему, которая обеспечивает передачу голосовой и данных между мобильными устройствами, а также обеспечивает соединение с другими сетями, например, PSTN (публичная коммутационная телефонная сеть). MSC контролирует вызовы, обрабатывает информацию о маршрутизации и выполняет функции биллинга.

1. **Понятие интерфейсов сотовой связи**

Интерфейсы сотовой связи - это набор протоколов и стандартов, которые определяют, как устройства в сотовой сети взаимодействуют друг с другом. Это включает радиочастотные интерфейсы между телефонами и базовыми станциями, а также проводные интерфейсы между различными элементами сетевой инфраструктуры.

1. **Назначение центра аутентификации Состав данных, хранящихся в гостевом и домашнем регистрах**

Центр аутентификации в сотовых сетях используется для проверки подлинности пользователей, предотвращая нежелательные или мошеннические действия. Гостевой и домашний регистры (VLR и HLR соответственно) хранят информацию о местоположении и службах абонента. HLR содержит постоянную информацию об абонентах, включая идентификационные номера и услуги, подписанные абонентом, в то время как VLR хранит временную информацию об абонентах, которые в настоящее время находятся в его обслуживающей области.

1. **Физические и логические каналы в GSM**

Физические каналы в GSM определяют способы, которыми информация передается по радиоволнам, в то время как логические каналы относятся к типам передаваемой информации. Примеры физических каналов включают каналы передачи и приема, а логические каналы включают каналы управления и каналы трафика.

1. **Этапы обработки речевого сигнала в канале передачи мобильной связи**

Этапы обработки речевого сигнала в канале передачи мобильной связи включают:

a. Аналогово-цифровое преобразование: Речевой сигнал преобразуется из аналогового в цифровой формат.

b. Кодирование: Цифровой сигнал кодируется для минимизации ошибок при передаче.

c. Модуляция: Кодированный сигнал модулируется для передачи по радиоволнам.

d. Передача: Сигнал передается по радиоволнам.

e. Демодуляция: На приемнике модулированный сигнал демодулируется обратно в цифровой формат.

f. Декодирование: Цифровой сигнал декодируется обратно в исходный речевой сигнал.

g. Цифрово-аналоговое преобразование: Речевой сигнал преобразуется из цифрового обратно в аналоговый формат для воспроизведения.

1. **Канальное кодирование**

Канальное кодирование - это процесс добавления избыточности к передаваемым данным для обеспечения устойчивости к ошибкам при передаче по каналу. В GSM, используется схема канального кодирования, известная как сверточное кодирование.

1. **Шифрование в СМС**

Шифрование в СМС обычно выполняется с использованием алгоритма A5. Этот алгоритм шифрует содержание сообщения для обеспечения конфиденциальности данных при передаче по воздуху между мобильным устройством и базовой станцией.

1. **Модуль идентификации пользователя; триплет; алгоритм аутентификации**

Модуль идентификации пользователя (SIM-карта) содержит уникальный идентификатор абонента и ключи шифрования. Триплет - это набор данных, используемый для аутентификации абонента, включающий случайное число, подпись аутентификации и ключ шифрования. Алгоритм аутентификации используется для проверки подлинности абонента на основе данных триплета.

1. **Передача кадров. Форматирование пакетов.**

Передача кадров - это процесс передачи данных в виде последовательности кадров или пакетов. Форматирование пакетов включает в себя добавление заголовков и возможно хвостовых данных к полезной нагрузке для обеспечения правильной передачи и интерпретации данных.

1. **Технология CDMA. Сущность широкополосной связи**

Технология CDMA (Code Division Multiple Access) - это метод многоканальной передачи, при котором каждому каналу назначается уникальный код. Это позволяет одновременную передачу сигналов в одном и том же диапазоне частот без взаимного влияния. Широкополосная связь обозначает связь, которая передает данные по нескольким (широким) каналам одновременно, что обычно приводит к более высоким скоростям передачи данных.

1. **Состав оборудования сетей стандарта CDMA**

Сети CDMA включают следующее основное оборудование: базовые станции (BTS), контроллеры базовых станций (BSC), центры мобильной коммутации (MSC), домашние регистры местоположения (HLR), визитные регистры местоположения (VLR), центры аутентификации, авторизации и учета (AAA), и, конечно, мобильные устройства.

1. **Организация каналов в стандарте CDMA**

В стандарте CDMA все пользователи передают одновременно в одном и том же частотном диапазоне. Организация каналов в CDMA осуществляется с помощью уникальных кодов, назначенных каждому пользователю. Это позволяет сети отличить данные каждого пользователя друг от друга, даже когда они передаются одновременно.

1. **Технология HSCSD**

Технология HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data) - это технология для передачи данных в сетях GSM, которая предоставляет более высокие скорости передачи данных за счет использования нескольких временных слотов.

1. **Технология GPRS**

GPRS (General Packet Radio Service) - это технология передачи данных в сетях GSM, основанная на пакетной коммутации. Это значит, что данные разбиваются на пакеты для передачи, что делает GPRS эффективнее по сравнению с канально коммутированными сетями, такими как HSCSD.

1. **Технология EDGE**

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) - это технология, которая обеспечивает улучшенные скорости передачи данных в сетях GSM и GPRS. EDGE использует более сложную модуляцию и новые коды каналов для увеличения пропускной способности и скорости передачи данных.

1. **Семейство систем imt-2000. Особенности стандарта CDMA-2000**

Семейство систем IMT-2000 включает в себя набор мобильных технологий третьего поколения (3G), которые были стандартизованы Международным союзом электросвязи (ITU). Стандарт CDMA2000 является одной из этих технологий. Он основан на CDMA и предоставляет улучшенные скорости передачи данных по сравнению с оригинальным стандартом CDMA.

1. **Стандарт UMTS. Общая характеристика**

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) - это еще одна технология 3G из семейства IMT-2000. UMTS предоставляет значительно более высокие скорости передачи данных, чем предыдущие 2G технологии, и поддерживает широкий диапазон сервисов и приложений.

1. **Стандарт UMTS: структура сети и канальная структура**

Структура сети UMTS включает в себя базовую станцию (Node B), контроллер радиосети (RNC) и основную сеть. Канальная структура в UMTS основана на WCDMA (широкополосная CDMA), и включает каналы управления и каналы трафика.

1. **Технология HSDPA**

HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) - это технология, которая была разработана для увеличения скорости передачи данных в сетях UMTS. HSDPA предлагает скорости передачи данных, которые сопоставимы с 4G стандартами.

1. **Технология OFDMA**

OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) - это метод многоканальной передачи, используемый в некоторых сетях 4G, таких как LTE. OFDMA позволяет нескольким пользователям одновременно передавать данные на различных поднесущих частотах в одном и том же канале, обеспечивая высокую эффективность использования спектра.

1. **Технология MIMO**

MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) - это технология, которая использует несколько антенн на передающем и принимающем конце для увеличения пропускной способности и надежности связи. MIMO может увеличивать пропускную способность за счет параллельной передачи данных по нескольким путям и улучшения качества связи за счет комбинирования сигналов от разных антенн.

1. **Основные характеристики стандарта WIMAX**

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) - это беспроводной стандарт связи, который предлагает высокоскоростную широкополосную связь с большим покрытием. Основные характеристики WiMAX включают скорости передачи данных до 70 Мбит/с, диапазон до 50 км и поддержку стационарной и мобильной связи.

1. **Структура сети стандарта WIMAX**

Структура сети WiMAX состоит из двух основных компонентов: базовой станции и подписчиков. Базовая станция подключена к проводной сети и обеспечивает беспроводное подключение для подписчиков. Подписчики могут быть мобильными или стационарными устройствами, такими как ноутбуки, смартфоны или стационарные модемы.

1. **Архитектура сети стандарта LTE**

Архитектура сети LTE (Long Term Evolution) включает в себя две основные части: радио доступную сеть (eNodeB) и основную сеть (включая MME, S-GW и P-GW). eNodeB выполняет функции как базовой станции, так и контроллера базовой станции в предыдущих поколениях мобильных сетей.

1. **Канальная структура сетей LTE**

Канальная структура LTE определяет, как информация разделяется и передается по радиоволнам. Это включает в себя физические каналы, которые определяют, как информация кодируется и передается, и логические каналы, которые определяют тип передаваемой информации (например, управление или данные).

1. **Радиоинтерфейс LTE. Использование технологии MIMO.**

Радиоинтерфейс LTE использует OFDMA для нисходящего канала и SC-FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) для восходящего канала. Это позволяет ему достичь высоких скоростей передачи данных и обеспечивает большую эффективность использования спектра. В LTE активно используется технология MIMO для увеличения пропускной способности и надежности связи.

1. **Радиоинтерфейс LTE: повторная передача данных**

В LTE применяется повторная передача данных (retransmission) для повышения надежности. Если данные не принимаются правильно, они могут быть повторно переданы. Это контролируется на уровне протокола управления радио-ресурсами (RRC) и протокола контроля передачи данных (PDCP).

1. **Технология передачи голоса по сети LTE**

В LTE внедрена технология передачи голоса через пакеты данных, известная как Voice over LTE (VoLTE). Это позволяет LTE передавать голосовые вызовы с использованием той же пакетной сети, что и для передачи данных, улучшая качество звука и эффективность использования ресурсов.

1. **Стеки протоколов и услуги в LTE**

В LTE используется множество протоколов на различных уровнях для обеспечения его функций. Например, протокол управления радио-ресурсами (RRC), протокол доступа к среде (MAC), протокол контроля передачи данных (PDCP), протокол управления мобильностью (MME) и протокол пользовательской плоскости (GTP-U). Сервисы в LTE включают передачу данных, голосовые вызовы (через VoLTE), видеозвонки и множество других.

1. **Помехоустойчивое кодирование в LTE**

В LTE используется несколько техник помехоустойчивого кодирования для улучшения надежности связи. Это включает в себя турбо-кодирование для контроля ошибок, циклический контроль избыточности (CRC) для обнаружения ошибок, и Hybrid ARQ (HARQ) для обработки повторных передач при обнаружении ошибок.