***Лекция 15.***

**Стандартные технологии мобильных сетей: 3G (UMTS и WCDMA), 4G (WiMAX и LTE) и технологии 5G, основанные на построении сети и сетевых услугах**

***План:***

***1. Стандартные технологии мобильных сетей: 3G (UMTS и WCDMA)***

***2.*** ***Стандартные технологии мобильных сетей: 4G (WiMAX и LTE)***

***3.*** ***Технологии 5G***

***Ключевые слова:*** *мобильная радиосвязь, соты, широкополосный доступ, пакетная передача данных, предоставляемые услуги, RNC, базовые станции, соединение, радиочастоты, безопасность системы, низкие задержки, Big Data, IoT, AT, IMT2020, умный дом, UHD, AR/VR, беспилотный транспорт*

**Стандартные технологии мобильных сетей: 3G (UMTS и WCDMA)**

Сотовая связь, сеть подвижной связи — один из видов мобильной радиосвязи, в основе которого лежит сотовая сеть. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций.

*Сети 3G и стандарт UMTS*

Буква "G" расшифровывается как "Generation", что в переводе с английского обозначает "поколение". 3G представляет собой третье поколение технологии беспроводной мобильной связи. Это обновление для сетей GPRS 2G и 2,5G для повышения скорости Интернета. Телекоммуникационные сети 3G поддерживают услуги, обеспечивающие скорость передачи информации не менее 0,2 Мбит/с.

Более поздние версии 3G, часто обозначаемые как 3.5G и 3.75G, также обеспечивают мобильный широкополосный доступ со скоростью несколько Мбит/с для смартфонов и мобильных модемов в портативных компьютерах.

Первые сети 3G были представлены в 1998 году. Мобильная связь третьего поколения строится на основе пакетной передачи данных. Сети третьего поколения 3G работают на границе дециметрового и сантиметрового диапазона. Они позволяют организовывать видеотелефонную связь, смотреть на мобильном телефоне фильмы и самый различный контент.

3G включает в себя 5 стандартов семейства IMT-2000 (UMTS/WCDMA, CDMA2000/IMT-MC, TD-CDMA/TD-SCDMA (собственный стандарт Китая), DECT и UWC-136).

Наибольшее распространение в мире получили два стандарта:

* [UMTS](https://ru.wikipedia.org/wiki/UMTS) (или [W-CDMA](https://ru.wikipedia.org/wiki/W-CDMA)) и
* CDMA2000 (IMT-MC).

В их основе лежит одна и та же технология — [CDMA](https://ru.wikipedia.org/wiki/CDMA) (Code Division Multiple Access — множественный доступ с кодовым разделением каналов).

UMTS - Universal Mobile Telecommunications System

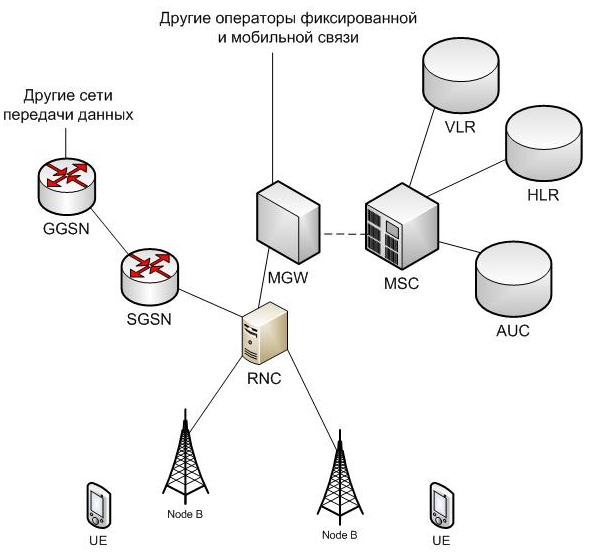
Стандарты третьего поколения пришли на смену стандартам 2G. В первую очередь их появление обусловлено возросшими потребностями абонентов в скорости передачи данных. Стандарт UMTS (Universal Mobile Telecommunications System - Универсальная система мобильной связи) нашел наибольшее распространение среди других стандартов этого поколения на территории Европы.

Разработка стандарта UMTS началась в 1992 году организацией по стандартизации IMT-2000. Впоследствии разработка этого стандарта была поручена 3GPP. Первая сеть UMTS была запущена в коммерческую эксплуатацию 1 декабря 2001 года в Норвегии. К маю 2010 года число абонентов перевалило за 540 миллионов по всему миру.

Скорость передачи данных для сетей UMTS может достигать 2Мбит/сек. Благодаря технологии HSDPA-High Speed Downlink Packet Access (3.5G), которая была внедрена в 2006 году, максимальная скорость возросла до 14 Мбит/сек.

Эти и другие преимущества UMTS позволяют предоставлять абонентам широкий перечень услуг: видеозвонки, видеоконференции, высококачественные голосовые звонки, загрузка файлов с высокой скоростью, сетевые игры, мобильная коммерция и многое другое.

В сети UMTS наибольшие изменения претерпела подсистема базовых станций. Отмеченные выше преимущества достигаются в первую очередь за счет новой технологии передачи информации между базовой станцией и телефоном абонента.



Структура сети стандарта UMTS

Основные элементы, входящие в подсистему базовых станций:

***RNC*** (Radio Network Controller) – контроллер сети радиодоступа системы UMTS. Он является центральным элементом подсистемы базовых станций и выполняет большую часть функций: контроль радиоресурсов, шифрование, установление соединений через подсистему базовых станций, распределение ресурсов между абонентами и др. В сети UMTS контроллер выполняет гораздо больше функций, чем в системах сотовой связи второго поколения.

***NodeB*** – базовая станция системы сотовой связи стандарта UMTS. Основной функцией NodeB является преобразование сигнала, полученного от *RNC*, в широкополосный радиосигнал, передаваемый к телефону.

Оборудование абонента получило название ***UE*** (User Equipment). Тем самым подчеркивается, что в отличие от предшествующих стандартов, в UMTS может быть не только обычный телефон, но и смартфон, ноутбук, стационарный компьютер и т.п.

Режим сети WCDMA в России и мире получил достаточно широкое распространение. Стандарт UMTS был разработан для распространения в Европе.

Оба стандарта работают в одинаковых частотах, и демонстрирует схожую скорость передачи и приема данных.

**Стандартные технологии мобильных сетей: 4G (WiMAX и LTE)**

Работа над первым стандартом четвертого поколения - LTE (Long Term Evolution) началась в 2004 году организацией [3GPP](http://celnet.ru/3gpp.php).

Главными требованиями, которые предъявлялись в процессе работы над стандартом, были следующие:

* Скорость передачи данных выше 100 Мбит/сек;
* Высокий уровень безопасности системы;
* Высокая энергоэффективность;
* Низкие [задержки](http://celnet.ru/vremzad.php) в работе системы;
* Совместимость со стандартами второго и третьего поколений.

В конце 2009 года в Швеции была запущена в коммерческую эксплуатацию первая сеть стандарта LTE.

*Сети LTE* поддерживают скорости [передачи данных](http://celnet.ru/evol.php) до 326,4 Мбит/сек. К примеру, загрузка фильма в хорошем качестве займет менее одной минуты. Таким образом, верхняя планка по скорости передачи данных практически снимается.

Изначально стандарт *LTE* не принадлежал к четвертому поколению мобильной связи 4G и разрабатывался как улучшенная версия 3G, а именно 3GPP (The Third Generation Partnership Project – «партнерский проект третьего поколения»). Но после проделанной работы и тестирования Международный союз электросвязи в 2012 году официально признал LTE технологией, которая отвечает всем требованиям беспроводного соединения четвертого поколения. Этот стандарт приобрел большую популярность у операторов сотовой связи благодаря возможности реализации на существующих сотовых сетях.

4G (LTE): LTE – это составляющая технологии 4G, ее начальный этап и один из первых стандартов четвертого поколения. Поэтому чаще всего их указывают вместе, объединяя в один термин.

*Стандарт WiMAX*

Стандарт WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) - это технология широкополосной беспроводной связи (протокол IEEE 802.16), которая в отличие от других технологий радиодоступа, обеспечивает высокоскоростные соединения на больших расстояниях даже при отсутствии прямой видимости объекта, на отраженном сигнале.

Технология WiMAX позволяет работать в любых условиях, в том числе в условиях плотной городской застройки, обеспечивая высокое качество связи и скорость передачи данных.

WiMAX можно использовать для создания широкополосных соединений "последней мили", развертывания точек беспроводного доступа, организации сети между филиалами компаний и решения других задач, которые ранее были ограничены традиционными технологиями.

WiMAX технология позволяет обеспечить доступ в Интернет со скоростями и зоной покрытия, существенно большими, чем у современных сетей WiFi.

Технология WiMax – это сеть широкополосного беспроводного доступа, которая создается на территории целого города, а расстояние от приемника до базовой станции измеряется километрами.

**Технологии 5G**

Это новое поколение мобильной связи, обладающее рядом принципиальных преимуществ по сравнению с 4G:

* Более высокая скорость передачи данных;
* Низкая задержка сигнала;
* Возможность подключения большего числа девайсов;
* Высокая энергоэффективность;
* Многократно возросшая пропускная способность;
* Высокая мобильность пользователей.

Работа над 5G началась в 2015 году, когда ITU-R был сформулирован стандарт IMT-2020, содержащий ключевые требования к технологии нового поколения.

ITU-R - подразделение ООН, занимающееся коммуникационными технологиями. Оно контролирует процесс стандартизации технологий радиосвязи, осуществляет управление международным радиочастотным спектром. ITU-R является организатором Всемирной конференции радиосвязи (ВКР или WRC).

Каждые три-четыре года на конференции обсуждаются ключевые вопросы развития глобальной радиосвязи и принимаются стратегические решения.

В 2015 г. в рамках WRC-15 согласовано решение о выделении частотного диапазона 3,4–3,6 ГГц для мобильной широкополосной связи (MBB) — именно эти частоты станут основой 5G для широкого круга пользователей.

Сети связи 5G, вместе с анализом больших данных (Big Data) и интернетом вещей (IoT) призваны стать одной из основ цифровой экономики, главной движущей силой которой должен стать искусственный интеллект.

За 40 с небольшим лет сменилось четыре поколения сетей мобильной связи. Если сотовые сети первого поколения 1G давно исчезли, то сети 2G, 3G и 4G до сих пор продолжают эксплуатироваться. Более того, некоторое количество унаследованной инфраструктуры сетей 3G и 4G органично войдёт в состав мобильных сетей пятого поколения 5G.

Стандартизация технологий и решений 5G должна завершиться к 2021 году, поэтому термином 5G пока обозначаются лишь фрагментарные решения, которые в будущем войдут в состав полномасштабного решения IMT2020. Такие решения уже разворачиваются в разных странах, однако они пока носят локальный и тестовый характер, и не предоставляют весь планируемый функционал сетей стандарта IMT2020.

Сети 5G значительно расширяют ограниченный функционал мобильных сетей предыдущих поколений:

*Гигабайты в секунду*. Сети 5G способны значительно повысить скорость передачи данных через различные технологии радиодоступа и при помощи задействования новых спектров радиочастот 5G.

*Умный дом*. Целый спектр различных сервисов Интернета вещей будет доступен для решения «Умный дом» и «Умное здание»: видеонаблюдение, управление и автоматизация бытовой техники, управление системами безопасности, хранилища контента, управление климатом и пр.

*Умный город.* Решение «Умный город» — это горизонтальное и вертикальное масштабирование функционала и спектра сервисов «Умного дома».

*Новые видеоуслуги*: Объёмное видео, экран сверхвысокой чёткости (UHD), возможность эффекта присутствия.

*Работа в облаке*. Сервис даёт возможность не только хранить данные в облачном хранилище и извлекать их оттуда, но и использовать прикладные программы, которые работают непосредственно из облака.

*Дополненная и виртуальная реальность* (AR/VR). Сервис виртуальной реальности VR погружает человека в иной мир, воздействуя на его органы чувств, прежде всего зрение. Сервис дополненной реальности AR комбинирует для пользователя реальную среду с виртуальными предметами.

*Промышленная автоматизация*. Сеть 5G, вместе с технологией интернета вещей IoT, при помощи промышленных датчиков IIoT (Industrial Internet of things), а также при помощи искусственного интеллекта ИИ (AI, Artificial Intelligence) способны существенно повысить степень автоматизации производства. При этом становится возможным в режиме реального времени анализировать большие объёмы разнородных данных (Big Data) и на основе полученных выводов (insights) и с использованием машинного и глубокого обучения (Machine learning, Deep learning).

*Беспилотный транспорт* (Driverless Vehicles). Беспилотный транспорт может выступать как часть услуги «Умный город», однако, может предоставляться на собственной платформе. В него входят не только беспилотные автомобили (driverless cars), но также и беспилотные тракторы для «умного сельского хозяйства».

**Контрольные вопросы:**

1. Особенность мобильной сети.
2. Что такое сети 3G?
3. Стандарты 3G.
4. Стандарты UMTS и WCDMA.
5. Технологии 4G и требования к ним.
6. Стандарты LTE и WiMAX.
7. Основные отличия стандарта WiMAX.
8. Технологии 5G и их преимущества.
9. Частотный диапазон сетей 5G.
10. Возможности сетей 5G.