

УДК 621.396

**Бахтиярова Елена Ажибековна** – к.т.н. доцент (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникации им. М.Тынышпаева)

**Рысбаев Арман Даулетханович** – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникации им. М.Тынышпаева)

### ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ УРОВНЯ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

На сегодняшний день почти все без исключения мобильные системы связи функционируют в диапазоне от 0,3 МГц до 3 ГГц. Актуальность статьи заключается в том, что разработчики беспроводных средств связи должны обратить внимание на диапазон 3–300 ГГц.

Вхождение мобильной связи стала одной из более эффективных инноваторских технологий нашего времени. Совокупность технологичности и доступной стоимости совершили мобильную связь необходимой составляющей жизни 7 миллиардов людей.



Рисунок 1 - Внедрение технологии LTE по состоянию на 2017 год

На сегодняшний день мобильный трафик неслыханно увеличивается по причине возросшей репутации интеллектуальных телефонных аппаратов и иных мобильных устройств передачи информации, аналогичных как нетбуки и электронные книги. В соответствии с мониторингами, среднегодовая скорость увеличения мобильного трафика составит 110% в процентах (CAGR) [1], данный показатель в ближайшие 15 лет увеличится многократно. Прирост ширины пропускания радио интерфейса и акцентирование новых частотных диапазонов представляет главную значимость при этом экспонентном увеличении.

Таблица 1 - История развития поколения G

Поколение	1G	2G	2.5G	3G	3.5G	4G
Основание разработок	1971	1982	1986	1991	<2000	2005
Реализация	1981	1990	1998	2003	2005—2006	2011
Сервисы	Аналоговый стандарт	цифровой стандарт,	пакетная передача данных	большая ёмкость, скорости до 2 Мбит/с	Увеличение скорости сетей третьего поколения	Большая ёмкость поддержка мультимедиа
Скорость передачи	1,9 кбит/с	9,6-14,4 кбит/с	115кбит/с(1фаза)	2 Мбит/с	3-14 Мбит/с	1 Гбит/с
Стандарты	AMPS, TACS,	CDMA, GSM,	GPRS, EDGE(2.75G	WCDMA, CDMA,	HSDPA	Единый стандарт
Сеть	PSTN	PSTN	PSTN	Сеть пакетной передачи	Сеть пакетной передачи	сеть пакетной передачи

Инновационные концепции 4-ого поколения (4G), в том числе LTE и мобильный WiMAX, ранее применяют подобные прогрессивные технологические процессы, равно как мультиплексирование с помощью ортогональных частот (OFDM), передачу информации с поддержкой большого количества приемных и предающих антенн (MIMO), система избрания приоритета передачи в зависимости от свойства канала (multi-user diversity), адаптационная подстройка канала (adaptive link), использования кодов и смешанный способ автоматического запроса повтора (HARQ). Все без исключения данные способы применяются для того, чтобы достигнуть спектрального уплотнения, близкого к теоретическому пределу в размерности бит/с/Гц [2]. Таким образом способности последующего спектрального уплотнения почти исчерпаны, с целью повышения географической емкости применяются прочие способы, к примеру, применение множества меньших сот, подобных фемтосотам, либо гетерогенных сетей. Но, из-за того, что емкость линейно зависит от количества сот, малые соты сами по себе не способны предоставить необходимую емкость для мобильного трафика информации.

В последнее время установлены ряд индустриальных стереотипов, подобно WirelessHD, ECMA-38, IEEE 802.15.3c, IEEE 802.11ad. В отдельных стандартах уже доступны трансиверы на базе интегральных схем. Ключевые усилия сконцентрированы в исследовании наиболее энерго-эффективных ИС для частоты 60 ГГц [2].

Эволюция сотовой связи в Казахстане проходила следующим этапом:

1G (1994г)

- Сеть сотовой связи "Алтел" АО "Казахтелеком" на передовом для того времени стандарте NAMPS-800 (Narrowband Advanced Multiple Phone Service 800 MHz) и сетевом оборудовании фирмы Motorola.

2G (1998-1999г)

- GSM (Алтел, K-cell, K-mobile, Active и др.).

3G (2010г)

- EVDO Rev.A (CDMA) предоставляет оператор сотовой связи «АО Алтел» под брендом Jet3G

- HSDPA – Kcell, Activ, Beeline. 2011г - Теле2.

4G (2012г)

- 26 декабря 2012 года 4G сеть на базе LTE запущена в Казахстане под торговой маркой Altel4g.

Для сравнения мощностей сигнала базовой станции проведен эксперимент в ТРЦ «Globus» (г.Алматы, пересечение улиц Абая и Ауезова). Местонахождение и направления

антенн базовой станции приведены на рисунке 2. ( выделенные линии являются направлением секторов).



Рисунок 2 – Местонахождение и направления антенн БС

Характеристики базовой станции приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Информация о базовой станции

Название сайта	AL...								
Место расположение объекта	г. Алмата, Алмалинский район, пр. Абая 109В.								
Координаты:									
Широта	N 43.240593°								
Долгота	E 76.904965°								
Сектор	Сектор1			Сектор2			Сектор3		
Диапазон, Мгц	900	1800	2100	900	1800	2100	900	1800	2100
Азимут, °	10			140			265		
Высота подвеса, м	20			20			20		
Механический наклон, °	0			0			0		
Электрический наклон, °	11	10	10	6	5	5	9	9	9

Для нахождения показателя уровня принимаемого сигнала для мобильных телефонов использовано мобильное приложение Netmonitor для платформы операционной системы Android. Данное приложение позволяет:

- получить информацию о текущей и о соседних сотах (уровень сигнала, тип сети, основные параметры).
- Обеспечить поддержку мультисим устройств (когда возможно). База данных с информацией о сотах. Отображение переключений между сотами в логе и на карте.

Отобразить списки WiFi-точек доступа.

На основании замеров показателей мощности каждого сектора поколения сети G (2G,3G,4G/LTE) для оператора Теле2, получены следующие графики (рисунки 3-5).

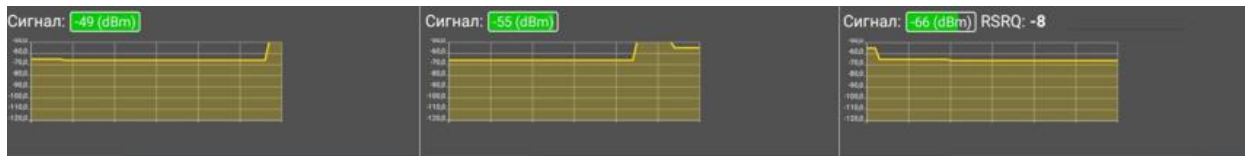


Рисунок 3 –Показатели сигнала для 1 сектора (GSM, UMTS, LTE) БС



Рисунок 4 –Показатели сигнала для 2 сектора (GSM, UMTS, LTE) БС



Рисунок 5 –Показатели сигнала для 3 сектора (GSM, UMTS, LTE) БС

Следует отметить, что одним из недостатков стандартов WiMAX и LTE является заявленная скорость передачи информации теоретически в диапазоне от 40 МБит/с и до 100 МБит/с, а на практике реальные скорости не превышают от 4 МБит/с до 30 МБит/с. В тоже время оригинальные стандарты WiMAX и LTE довольно различаются от традиционных стандартов 3G, для того чтобы возможно было заявлять о смене поколений. Большая часть операторов по всему миру, которые развернули подобные сети, именуют их 4G.

На данным момент показатели сигналов можно отнести в некоторые группы, соответственно показателям:

- 1 группа, от -50 dBm до -60 dBm - отличный уровень сигнала;
- 2 группа, от -60 dBm до -70 dBm - хороший уровень сигнала;
- 3 группа, от -70 dBm до -80 dBm - средний уровень сигнала;
- 4 группа, от -80 dBm до - 90 dBm - плохой уровень сигнала;
- 5 группа, от -90 dBm до - 100 dBm и меньше - отвратительный уровень сигнала.

Таким образом, миллиметровый спектр 3–300 ГГц владеет потенциалом, необходимым для нужд мобильных приложений в ближайшие несколько десятилетий. В статье проанализирована ситуация применимости различных участков миллиметрового диапазона для мобильной связи. Также возможны гибридные системы MMB-4G, в которых по уже существующим надежным 4G-сетям передаются системные данные, ширококвещательная информация, служебная информация и служебные каналы обратной связи MMB-систем.

Исходя из заявленных разработчиками скорости передачи данных, и выявленными в реальности, можно утверждать, что данные показатели сами по себе не плохие. Однако

отличаются: в реальности – 4-30 Мбит/с, а должно быть: 40 - 100 Мбит/с. Обновление этих стандартов — WiMAX 2 и LTE-Advanced обещают выполнить данные показатели.

Так же, отталкиваясь проведенным экспериментом и отнеся данные в группы по уровню сигнала возможно заявлять, что уровень 2G (GSM), 3G (UMTS) сигнала самый лучший, а 4G (LTE) средний уровень у оператора Теле2.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.White\_paper\_c11-481360, "Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology", June 2015
- 2.C.H.Doann. Millimeterwave CMOS Design. – IEEE Journal Solid-States Circuits, Jan. 2014
- 3.F.Khan. LTE for 4G Mobile Broadband: Air Interface Technologies and Performance. – Cambridge Univ. Press, 2013.
- 4.Интернет ресурсы: статья авторов Жоую Пи (Zhouyue Pi), Фарук Хан (Faroq Khan) «Введение в широкополосные системы связи миллиметрового диапазона»