

LTE (Long-Term Evolution — долговременное развитие, часто обозначается как 4G LTE)

РАСШИРЕННЫЙ ПРОФИЛЬ

1. ОПИСАНИЕ

Технологии развиваются стремительными темпами, причем в совершенно разных областях человеческой деятельности: в медицине, потребительской электронике, энергетике и, конечно же, в мобильных телекоммуникациях. Сегодня смотреть видео в YouTube на своем смартфоне, находясь где-то посреди города, а то и на даче, и используя для этого мобильную сеть, — вполне нормально и привычно. А ведь какие-то 10 лет назад о такой роскоши мало кто мог мечтать даже на проводном домашнем Интернете. Получить среднюю скорость по воздуху в 5–10 Мбит/с — да легко! Но те же 10 лет назад иметь доступ в Интернет на скорости 256–512 Кбит (в 20 раз меньше) в домашних условиях — это было роскошью, доступной единицам. О мобильном интернете того времени и вспоминать не хочется.

Россия стала одной из первых стран, где стараниями Yota была запущена коммерческая LTE-сеть. Это случилось в 2011 году, но тогда работало всего 11 базовых станций в окрестностях Москвы, и о каком-то массовом внедрении технологии говорить было рано. Количество смартфонов с поддержкой LTE на российском рынке тогда стремилось к нулю. А вот в 2014 году состоялся уже полномасштабный запуск мобильных сетей четвертого поколения с участием операторов Большой тройки. Даже в сравнении с весьма шустрым 3G и HSPA+, новая технология продемонстрировала чудеса скорости, и, казалось бы, большего и не надо. Тем не менее уже сейчас происходит разработка и планомерное внедрение еще более продвинутых мобильных технологий, о которых и поговорим ниже.



Как-то мы привыкли воспринимать LTE в качестве 4G-стандарта, то есть это якобы мобильные сети четвертого поколения, что не совсем правда. Виной тому реклама. На самом деле по своим скоростным характеристикам данный стандарт не дотягивает до технических требований, которые консорциум **3GPP** и **Международный союз электросвязи (МСЭ, ITU)** приняли для нового поколения сотовой связи. Но внушительное маркетинговое давление и улучшения, которые внесли HSPA+, LTE и уже забытая WiMAX вынудили МСЭ дать разрешение на маркировку упомянутых технологий как 4G (да-да HSPA+ — это тоже 4G). Но все-таки правильной LTE было бы называть поколением 3,5G, а вот **LTE-Advanced** уже полноценно удовлетворяет требованиям ответственных организаций и действительно является стандартом 4G. Но чтобы не было путаницы, его называют **True 4G** (Настоящий 4G) и именно эта технология в самое ближайшее время массово придет на смену LTE.

Для начала, давайте рассмотрим скоростные характеристики LTE-Advanced в сравнении с LTE. Последняя в радиоусловиях, близких к идеальным, позволяет достигать пиковых скоростей в 150 Мбит/с, на

практике в городских условиях это почти всегда до 50 Мбит/с, что тоже круто. К сожалению, пиковая скорость для LTE весьма редкое явление в нашем мире, и чем больше будет количество абонентов в сети, тем дальше реальные скорости будут от пиковых. В свою очередь скорость загрузки данных в сети LTE-Advanced может достигать в пике и 1 Гбит/с (во время демонстрационных испытаний достигалась реальная скорость в 450 Мбит/с), хотя в реальности не стоит рассчитывать более чем на 100 Мбит/с, да больше пока и не надо.

	3G	WiMax	HSPA+	LTE	LTE Advanced
Peak rate	3 Mbps	128 Mbps	168 Mbps	300 Mbps	1 Gbps
Download rate (actual)	0.5 – 1.5 Mbps	2 – 6 Mbps	1 – 10 Mbps	10 – 100 Mbps	100 – 300 Mbps
Upload rate (actual)	0.2 – 0.5 Mbps	1 – 2 Mbps	0.5 – 4.5 Mbps	5 – 50 Mbps	10 – 70 Mbps

Важнее тот факт, что рассматриваемая технология позволяет более эффективно использовать сотовую сеть и оперативно наращивать ее пропускную способность массой способов, включая применение фемтосот и пикосот. То есть, операторы смогут легко и довольно быстро улучшить качество работы своих сетей, используя уже существующие мощности и дополняя их недорогими базовыми станциями. Все оборудование уже доступно и досконально изучено.

Технически LTE-Advanced нельзя назвать чем-то совершенно новым, так как, по сути, в этой инициативе объединено несколько технологий, доступных на рынке уже несколько лет:

Carrier Aggregation — объединение несущих.

Coordinated Multipoint позволяет устройству подключаться одновременно к нескольким базовым станциям и повышать скорость передачи за счет скачивания или загрузки данных в несколько потоков.

Enhanced MIMO — использование нескольких приемных и нескольких передающих антенн. В данном случае это поддержка MIMO 8×8 в нисходящем канале (от базовой станции к мобильным станциям) и MIMO 4×4 в восходящем канале (от мобильной станции к базовой станции).

Relay Nodes — поддержка узлов ретрансляции. Они позволяют эффективно закрыть «дырки» в покрытии и улучшить радиоусловия для пользователей, находящихся на границах соты.

Все вместе эти технологии позволяют повысить скорость мобильного интернета, улучшить стабильность соединения и, вообще, сделать работу в Сети значительно комфортнее, включая условия, когда вы перемещаетесь на большой скорости (например, в автомобиле, автобусе или в поезде). Последний нюанс является очень серьезным ограничением для 3G-сетей, так как сильно снижает качество связи. Кроме того, LTE-Advanced обеспечивает минимальные задержки при передаче пакетов, вплоть до **5 мс**. То есть вы можете через мобильную сеть комфортно играть в онлайн-игры.

Что касается передачи голоса, то, как и в случае с LTE, есть возможность работать в режиме VoIP или параллельно использовать для этого сети 2G/3G. Именно последний вариант прижился в России, хотя ведутся работы для перехода на более продвинутый VoLTE (то есть VoIP).

Основная причина для быстрого внедрения LTE-Advanced — это возможность использования существующих сетей и оборудования для развертывания True 4G. Более того, **Yota** первой в мире запустила эту технологию на коммерческой сети, что произошло еще в 2012 году. В работу было вовлечено 12 базовых станций, что, конечно, не смогло обеспечить пользователей преимуществами технологии. В феврале 2014 года **МегаФон** запустил сеть LTE-Advanced в пределах Садового кольца Москвы, объединив полосы в одном диапазоне, что хорошо влияет на увеличение максимально возможной скорости, но слабо отражается на опыте пользователя (эти максимальные скорости остаются доступными только в условных 30 метрах от БС). А в августе того же года оперативно

сработал **Билайн** и запустил в Москве сеть LTE, объединяющую полосы из 2х диапазонов — Band 7 (2,6 ГГц) и Band 20 (800 МГц) — с максимальной скоростью до **115 Мбит/с** в направлении к абоненту (это около 14 Мбайт/с — как дома на проводе). Объединение в один канал полос из высокого и низкого диапазонов является идеальным проявлением LTE-Advanced: позволяет сочетать высокие скорости с хорошим покрытием. Именно возможность объединения и одновременного использования нескольких частот лежит в основе рассматриваемой технологии. Сейчас на практике это возможно для 2 или 3 диапазонов, в будущем оператор сможет объединять все свои имеющиеся частоты для организации канала связи с одним абонентом.

Сети LTE-Advanced активно разворачиваются уже сегодня и их возможностей должно хватить надолго. Фактически задача операторов сейчас — не сбавлять темп, наращивать парк оборудования, повышать качество предоставляемых услуг и расширять покрытие своих сетей. При достаточно высокой плотности базовых станций LTE-Advanced вполне сможет заменить проводной домашний Интернет, и это дело ближайшего будущего.

Хотя, это будущее уже доступно в крупнейших городах России. В частности, вот как **Билайн** прокомментировал внедрение LTE-Advanced и развитие мобильных технологий в России в целом:

На сегодняшний день одна из технологий LTE-A – Carrier Aggregation (объединение несущих) доступна в сети Билайн на всей территории Москвы. И наши клиенты-обладатели смартфонов с поддержкой 4G+, уже активно ее используют. Однако LTE-A — это не только объединение частотных полос. Перспективы развития этого направления для нашей компании гораздо масштабнее! Наши сети уже сегодня готовы к запуску практически всех технологий, относящихся к LTE-A, осталось лишь дожидаться появления на рынке абонентских устройств с их поддержкой.

Стоит заметить, что развитие этой технологии происходит параллельно с дальнейшим наращиванием мощности в сетях 3G и 4G. В 2014 году количество LTE-станций только в Москве увеличилось в 2,7 раза! Сеть 3G не только продолжает строиться, но и модернизируется. К примеру, DC-HSPA+ — это уже 42 Мбит/с, а не 3 или 7 Мбит/с, как было несколько лет назад.

Если говорить о **внедрении LTE в других регионах России**, то ситуация несколько сложнее, чем в Москве, но компании работают и в этом направлении. Специалисты видят ситуацию следующим образом:

Как правило, распространение таких технологий зависит от двух важных факторов: наличие абонентских устройств, поддерживающих LTE-A российских частот, и непосредственно самих свободных частот. На данный момент российский рынок гаджетов не может похвастаться широкой линейкой смартфонов с поддержкой LTE-A, проще говоря, количество таких моделей можно пересчитать по пальцам. С другой стороны, есть и проблема наличия подходящих частот. Carrier Aggregation в идеальном виде — это объединение всех частот оператора. Однако частотами могут пользоваться военные и авиация. Поэтому запуск технологии LTE-A в других регионах зависит от мероприятий по освобождению частот. В настоящий момент технология работает на уже свободных частотах 800 диапазона в Москве.

К слову, само название технологии Long Term Evolution переводится как *«Долговременная эволюция»*, так что стандарт изначально разрабатывался на годы вперед, но человек не стоит на месте, и рано или поздно придут новые технологии, которые изменят мир.

2. БИЗНЕС-ПОТЕНЦИАЛ

В мире, по данным Ассоциации GSMA, на начало 2011 г. предоставляют услуги 17 коммерческих сетей LTE. Наиболее «старые» сети LTE, построенные в Стокгольме и Осло, работают уже второй год и обладают определенным опытом продвижения своих услуг (см. таблицу). Самые крупные из действующих LTE-сетей по количеству абонентов – сети операторов Verizon Wireless (США) и DoCoMo (Япония). Финский оператор TeliaSonera развивает свои сети в четырех странах (Норвегии, Швеции, Дании и Финляндии). По количеству одновременно работающих операторов сетей LTE в настоящее время лидирует Швеция, в которой работают сразу три оператора: TeliaSonera, TeleNor и Tele2. Первые LTE-сети функционируют в режиме FDD, являются однодиапазонными и используют в зависимости от страны разные частотные диапазоны: 700 МГц и 1,7 ГГц (США), 1,5 ГГц (Япония) и 2,6 ГГц (Европа). Ни одна из сетей не имеет роуминга как с сетями LTE, так и с сетями технологий 3GPP и не-3GPP. Применяемые операторами сетей LTE бизнес-модели предоставляют главным образом услугу высокоскоростного доступа в сеть Интернет со скоростью 50–80 Мбит/с. с ценовой стратегией «flat rate». Таким образом, сети LTE пока представляют собой высокоскоростную «трубу» для доступа абонентов к сети Интернет. Затраты в такой бизнес-модели несут в основном операторы инфраструктуры, а доходы сосредотачиваются у собственников приложений – провайдеров услуг. Несмотря на эти недостатки, перспективы создания сетей LTE привлекают инвесторов, и на сегодняшний день уже объявлено об инвестировании в создание 196 сетей LTE в диапазонах 700 МГц, 2,3 и 2,6 ГГц. Совокупное количество абонентов сетей LTE, по оценкам операторов, к концу этого года достигнет 4,2 млн человек и они будут работать в 24 странах мира. Прогноз будущей абонентской базы сетей LTE, сделанный на MWC- 2011, показывает пятикратный рост этой базы к 2012 г.

до 20 млн абонентов и 300 млн абонентов в 2015 г. в 56 странах мира (рис. 1).

Страна	Оператор	Используемый диапазон, ГГц	Дата начала эксплуатации сети
Норвегия	TeliaSonera	2,6	15.12.09
Швеция	TeliaSonera	2,6	15.12.09
Узбекистан	MTS	2,6	28.07.10
Узбекистан	UCell	2,6	09.08.10
Польша	Mobyland & CenterNet	1,8	07.09.10
США	MetroPCS	1,7/2,1	21.09.10
Австрия	A1 Telekom Austria	2,6	05.11.10
Швеция	TeleNor Sweden	2,6	15.11.10
Швеция	Tele2 Sweden	2,6	15.11.10
Гонконг	CSL Limited	2,6	25.11.10
Финляндия	TeliaSonera	2,6	30.11.10
Германия	Vodafone	2,6	01.12.10
США	Verizon Wireless	0,7	05.12.10
Финляндия	Elisa	2,6	08.12.10
Дания	TeliaSonera	2,6	09.12.10
Эстония	EMT	2,6	17.12.10
Япония	NTT DoCoMo	1,5	24.12.10

Для сравнения: численность пользователей сетей мобильного широкополосного доступа в целом к концу 2012 г. достигнет 1 млрд. Мобильное сообщество, насчитывающее на начало года 5 млрд, возрастет к концу 2011 г. до 5,4 млрд и достигнет к 2015 г. 7–8 млрд абонентов

3. БАРЬЕРЫ

Одним из основных барьеров для перехода к запуску связи стандарта LTE является ограниченная доступность подходящего диапазона частот. Не все операторы могут получить доступ к частотному диапазону, желательному и необходимому для успешного развития стандарта LTE. Это снижает их потенциальную способность выводить на рынок новые услуги и предоставлять новые мобильные технологии своим абонентам. Сегодня новые приложения стандарта уже позволяют обеспечить совершенно новые сервисы. Среди них мобильное и фиксированное IP видеонаблюдение с передачей картинки на контрольные мониторы как в режиме реального времени, так и в режиме записи и регулярной отсылки компрессированного файла.

Однако даже если частотные диапазоны 700 МГц, 800 МГц и 2600 МГц уже могут использоваться, для операторов нет никакого смысла использовать каждый из них в отдельности. А в местах, где аукционы пока не были проведены (даже если назначены), операторам не разрешается запускать сервисы LTE, пока они не высвободят уже имеющийся у них диапазон.

На пути рефарминга

Опыт показывает, что рефарминг диапазона, а в частности, перераспределение частотного диапазона 1800 МГц для поддержки LTE, способен:

- Помочь операторам ускорить запуск LTE
- Значительно уменьшить общие расходы на развертывание LTE
- Увеличить банк необходимой пропускной способности, что позволит операторам обеспечить своим абонентам широкополосной мобильной связи более высокое качество услуг
- Создать дополнительный доход в ближайшей перспективе
- Повысить удовлетворенность абонентов
- Обеспечить компаниям, применяющим инновации, преимущество на старте перед конкурентами.

Рефарминг спектра – выгоды и опасности

Опыт операторов, которые уже используют частотный диапазон 1800 МГц для LTE, явно свидетельствует о том, что рефарминг диапазона 1800 МГц будет выгоден всем операторам, законодателям и поставщикам абонентских устройств, и такую возможность нельзя упускать.

Изучая процесс запуска LTE на частотах 1800 МГц, необходимо рассмотреть преимущества и недостатки рефарминга частотного диапазона 1800 МГц для LTE. Легко продемонстрировать возможность упустить значительную выгоду из-за более позднего запуска LTE и ожидания

диапазона на других частотах, вместо того, чтобы произвести запуск раньше, используя частотный диапазон 1800 МГц.

4. ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА

Потенциал технологии LTE в России будет ограничиваться прежде всего регулятивными факторами: многоуровневой и негибкой системой регулирования деятельности оператора и использования частотного ресурса для новых радио технологий; многоуровневостью построения ЕСС России; нерешенностью вопросов лицензирования услуг, а также нумерации и адресации устройств LTE; ограниченностью частотного ресурса, выделяемого операторам связи, которые занимаются построением сетей LTE. Основными направлениями по преодолению барьеров развития рынка услуг LTE являются: развитие и совершенствование нормативной базы в области регулирования радиочастотного спектра и введение принципов технологической нейтральности при его выделении, совершенствование системы лицензирования услуг сетей LTE. Для гармонизации российских условий с передовыми странами потребуются принятие ряда решений ГКРЧ РФ по гибкому использованию радиоспектра, разработка правил нумерации и адресации в сетях LTE, правил оказания услуг в сетях LTE, создание нормативно-правовых актов по сертификации оборудования и построению сетей LTE.

5. ИСТОЧНИКИ

1. https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=LTE_и_WiFi
2. <http://rfcmd.ru/page/3391>
3. http://www.raenitt.ru/publication/Potential_of_LTE_market.pdf