

УДК 621.396

РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ TD-LTE

А.В. Ким, генеральный директор ООО «АйКомИнвест»

В.О. Тихвинский, заместитель генерального директора ООО «АйКомИнвест» по инновационным технологиям, д.э.н., проф.; vtiiir@mail.ru

Г.С. Бочечка, начальник отдела инновационного центра ООО «АйКомИнвест», к.т.н.

Ключевые слова: технология мобильной связи TD-LTE, экосистема технологии мобильной связи, абонентское устройство, чипсет, сегмент рынка.

Введение. Применение к оценке развития технологий связи подхода, основанного на понятийном аппарате научных основ биосистем, становится все более востребованным в условиях формирования нового поколения топ-менеджеров, далеких от инженерного понимания сетей связи, системного подхода к анализу и теории сложных систем. Уровень зрелости экосистемы определенной технологии мобильной связи может стать одной из причин замедления ее вхождения на современный рынок телекоммуникаций и дальнейшего внедрения.

Этапы, через которые прошла технология LTE с временным разделением каналов (TD-LTE) с момента ее появления в 2008 г. (Технические спецификации 3GPP, Release 8) и до настоящего времени (в июле 2012 г. 3GPP был открыт уже Release 12), а также успехи ведущих производителей абонентского и сетевого оборудования TD-LTE [1] позволяют говорить о том, что экосистема для этой разновидности технологии LTE (рис. 1) уже сформирована. И как, например, морская экосистема (растительность, рыбы, кораллы и даже водная среда) влияет на жизнь всех ее обитателей, так и экосистема TD-LTE (органы стандартизации электросвязи (ITU/3GPP/ETSI/CCSA) и государственного регулирования (National Radio Administration, NRA), производители чипов, абонентских устройств, элементов сети радиодоступа E-UTRAN и базовой сети EPC, системные интеграторы, сервис-провайдеры, поставщики программного обеспечения, продавцы услуг сетей TD-LTE, а также разработчики контента, касающегося различных аспектов технологии TD-LTE) влияет на развитие отдельных ее элементов.

Главной особенностью технологии TD-LTE является использование открытой архитектуры сети, которая, в свою очередь, основана на архитектуре All-IP, позволяющей за счет межтехнологического роуминга осуществлять доступ к базовой сети EPC через сети радиодоступа 3GPP второго и третьего поколений (например, UTRAN, GERAN), через сети радиодоступа не-3GPP (Wi-Fi и WiMAX), а также через сети доступа, использующие проводные IP-технологии (ADSL+, FTTH и др.).

Технология TD-LTE характеризуется, кроме того, высокой скоростью передачи данных (до 386 Мбит/с), маленькими задержками при передаче данных (10–20 мс), а также более высокой спектральной эффективностью по сравнению с технологией FD-LTE с частотным разделением дуплексных каналов.

Временное разделение дуплексных каналов способствует достижению оптимального баланса трафика между прямым и обратным каналом, что позволяет эффективно использовать выделенную полосу радиочастот для услуг и приложений с асимметричным потреблением трафика.

Экосистема TD-LTE: окружающая среда и границы. Лю-

бая экосистема характеризуется границами и окружающей средой.

Границы экосистемы TD-LTE определяют:

- идентифицированные 3GPP диапазоны частот для технологии TD-LTE;
- сетевые профили технологии TD-LTE;
- регуляторные барьеры внедрения технологии на телекоммуникационном рынке, включая использование радиочастотного спектра (РЧС);
- рыночный спрос на услуги широкополосного беспроводного доступа;
- организационные формы, объединяющие обитателей экосистемы TD-LTE.

Частотные профили экосистемы технологии TD-LTE, определяемые частотным диапазоном и шириной полосы канала, регулируются политикой администраций связи на национальном уровне, проводимой в отношении доступности РЧС для этой технологии.

Техническими спецификациями Партнерского проекта 3GPP для технологии TD-LTE определены 12 диапазонов частот суммарной шириной 1059 МГц (табл. 1). Работы в этом направлении продолжаются, и в перспективе количество диапазонов будет увеличиваться.

Сетевые профили технологии TD-LTE (SAE/Evolved SAE/EPC) также преобразуются – от поддержки только услуг передачи данных (Release 8) к оказанию речевых услуг (VoLTE) и услуг M2M (Release 9–12).

Будущее экосистемы TD-LTE в России зависит от целого ряда регуляторных факторов, определяющих ее текущий рыночный потенциал. В их число входят:

- совершенство системы регулирования и использования спектра;
- инвестиционная привлекательность создания сетей TD-LTE, обусловленная минимизацией капитальных затрат операторов по отношению к другим технологиям 4G;
- возможности совместного использования суммарной полосы РЧС и единой архитектуры сетей TD-LTE для двух и более операторов;
- использование диапазона 700 МГц для сетей TD-LTE,



Рис. 1. Основные элементы экосистемы технологии TD-LTE



Рис. 2. Регуляторная основа развития экосистемы TD-LTE в России

повышающих зону охвата потребителей и снижающих затраты на создание сетей;

- упрощение процедуры использования маломощных базовых станций (фемтосот) в диапазонах частот TD-LTE.

Созданная в России регуляторная основа, определяющая границы и развитие экосистемы TD-LTE (рис. 2), включает постановления Правительства РФ, решения ГКРЧ и приказы Минкомсвязи РФ, вводящие правила применения абонентского оборудования и базовых станций TD-LTE на сетях подвижной радиотелефонной связи общего пользования.

Российские органы государственного регулирования в области связи постоянно совершенствуют нормативную базу с целью продвижения современных услуг связи и повышения их качества, что должно благоприятно сказаться на развитии экосистемы TD-LTE в России.

Системное оборудование TD-LTE. Системно-сетевое оборудование экосистемы TD-LTE разрабатывается ключевыми вендорами рынка мобильной связи (табл. 2), становясь все более доступным по цене для операторов широкополосной мобильной связи в сегменте TD-LTE. Первая коммерческая система TD-LTE, работающая в диапазоне 2,3 ГГц, была выпущена во II квартале 2010 г., а система TD-LTE, работающая в диапазоне 2,6 ГГц, – в III квартале 2010 г. На текущий момент 10 крупнейших вендоров предлагают системно-сетевое оборудование на основе требований 3GPP Release 8 и

Таблица 1. Диапазоны частот для технологии TD-LTE

Номер диапазона (3GPP)	Диапазон частот, МГц	Ширина диапазона, МГц
33	1900—1920	20
34	2010—2025	15
35	1850—1910	60
36	1930—1990	60
37	1910—1930	20
38	2570—2620	50
39	1880—1920	40
40	2300—2400	100
41	2496—2690	194
42	3400—3600	200
43	3600—3800	200
44	703—803	100

шесть вендоров – оборудование, полностью поддерживающее требования 3GPP Release 9. В 2012 г. на рынке также появилось системное оборудование для диапазона 42 3GPP (3,5 ГГц), выпущенное компанией ZTE.

Для внедрения и эксплуатации сетей TD-LTE, помимо основного оборудования сети радиодоступа RAN и базовой сети EPC, а также сервисных платформ, важно наличие на рынке контрольно-измерительных приборов, которые используются для тестирования радиочастотных параметров RAN, отслеживания протоколов обмена, тестирования абонентских устройств и др.

По данным Глобального альянса операторов TD-LTE (Global TD-LTE Initiative, GTI) [2], по состоянию на декабрь 2012 г. на рынке было представлено следующее количество производителей контрольно-измерительного оборудования для сетей TD-LTE:

Тестеры радиочастотных параметров	7
Анализаторы протоколов	6
Генераторы качающейся частоты	7
Векторные генераторы сигналов	3
Устройства мониторинга радиointерфейсов	2
Устройства для драйв-тестирования	7
Средства моделирования сети	7
Сетевые тестеры	7

Абонентские терминалы TD-LTE. Основой современного абонентского оборудования является чипсет (микросхема), в которой реализуются все процессы преобразования сигналов для соответствующей технологии мобильной связи. В процесс создания чипсетов для экосистемы абонентских устройств TD-LTE включилось уже как минимум 17 крупнейших производителей. В настоящее время производители чипсетов для TD-LTE используют технологию производства 40 нм, а в ближайшем будущем планируют перейти на 28 нм. Такой переход позволит увеличить производительность при одинаковом уровне энергопотребления и снизить геометрические размеры чипсетов.

Из анализа характеристик (табл. 3), анонсируемых веду-

Таблица 2. Системно-сетевое оборудование TD-LTE, выпускаемое ведущими мировыми поставщиками

Производитель	Поддерживаемые 3GPP релизы	Виды сетевого оборудования TD-LTE
Alcatel-Lucent	Release 8–10	RAN (2,3 и 2,6 ГГц), EPC, IMS (VoLTE), тестеры и другое оборудование
Datang Mobile	Release 8	RAN(2,3 и 2,6 ГГц), EPC, IMS, тестеры и другое оборудование
Ericsson	Release 8–10	RAN (2,3 и 2,6 ГГц), EPC, IMS (VoLTE), тестеры и другое оборудование
Fiberhome	Release 8	RAN
Huawei	Release 8–10	RAN(2,3 и 2,6 ГГц), EPC, IMS (VoLTE), тестеры и другое оборудование
NSN	Release 8–10	RAN (2,3 и 2,6 ГГц), EPC, IMS (VoLTE), тестеры и другое оборудование
Potevio	Release 8	RAN, тестеры и другое оборудование
Samsung	Release 8, 9	RAN (2,3 и 2,6 ГГц), EPC, IMS (VoLTE)
ZTE	Release 8–10	RAN (2,3, 2,6 и 3,5 ГГц), EPC, IMS (VoLTE), тестеры и другое оборудование

шими производителями, видно, что количество чипсетов и их функциональность полностью соответствуют запросам рынка, обеспечивая возможность продвижения технологии TD-LTE. Основные направления их развития в перспективе – создание мультирежимных и мультидиапазонных (Multi-Mode Multi-Band, ММ-МВ) чипсетов с улучшенной производительностью и уменьшенными размерами. Стоимость чипсетов, которая сегодня лежит в пределах от \$5 до \$25, в ближайшие два года будет динамично снижаться.

Согласно данным Всемирной ассоциации поставщиков мобильных решений (Global mobile Suppliers Association, GSA), на мировом рынке потребителям доступны более 166 многодиапазонных устройств [3], поддерживающих технологию TD-LTE (USB-модемы, маршрутизаторы, встроенные модули, смартфоны и планшеты). Анализ абонентских устройств TD-LTE показывает, что по своим техническим и ценовым характеристикам они близки к устройствам, которые предлагаются на рынке для работы в сетях 3G и 4G (FD-LTE).

Спрос абонентов с низкими доходами на модемы и смартфоны TD-LTE пока сдерживают розничные цены: от \$100 до \$500. С целью захвата низкодогодного сегмента потребителей услуг беспроводного доступа на рынках Китая и Индии производители абонентских устройств TD-LTE ведут перспективные разработки, направленные на снижение цен на модемы TD-LTE до \$5, а на смартфоны – до \$30.

Как показывает распределение количества абонентских устройств TD-LTE по возможностям использования частотных диапазонов 3GPP (табл. 4), в экосистеме TD-LTE доминируют абонентские устройства, использующие диапазоны 2,3 ГГц (67,5% от общего числа ММ МВ-устройств с TD-LTE на рынке) и 2,6 ГГц (74,1%). В то же время намечается поворот рынка к преимущественному производству устройств TD-LTE с поддержкой диапазона 2,3 ГГц, что связано с активным развитием сетей TD-LTE в этом диапазоне такими операторами, как китайская компания China Mobile и индийские Aircel, BSNL, MTNL, которые обслуживают сотни миллионов абонентов.

Динамика развития экосистемы абонентских устройств

Таблица 3. Чипсеты для абонентских устройств TD-LTE, находящиеся на рыночной стадии, и компании-производители (по данным GTI TD-LTE)

Производитель чипсета	Тип абонентского устройства	Мультирежимность и мультидиапазонность
Qualcomm	MSM8960	Шесть режимов ²
Hisilicon	Balong710	Пять режимов ¹
Innofidei	WD5000	Пять режимов ¹
Leadcore	LC1761	Пять режимов ¹
Spreadtrum	SC9610	Три режима, включая TD-SCDMA/GGE/TD-LTE
	SC9620	Пять режимов ¹
STE	M7400	Пять режимов ¹
Intel	MM7060	Три режима, включая GSM/WCDMA/LTE FDD. Ожидается появление пяти режимов в 2013 г.
Altair	FG3100	Три режима, включая WCDMA/LTE FDD/TD-LTE

Примечания.
1. Пять режимов, включая технологии GSM/WCDMA/TD-SCDMA/LTE FDD/TD-LTE.
2. Шесть режимов, включая технологии GSM/CDMA2000/WCDMA/TD-SCDMA/LTE FDD/TD-LTE.

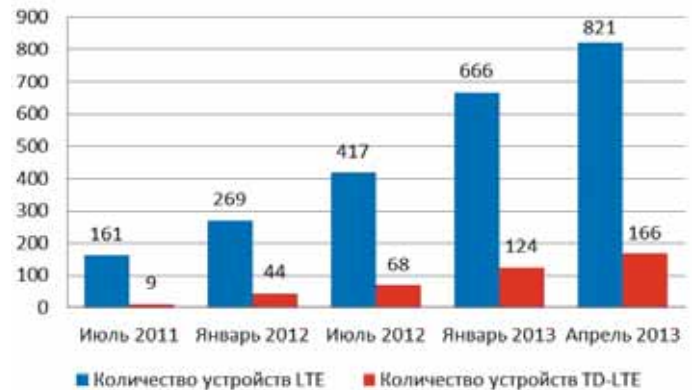


Рис. 3. Динамика выпуска коммерческих абонентских устройств TD-LTE

TD-LTE (рис. 3) [3] свидетельствуют о том, что менее чем за два года количество доступных на рынке абонентских устройств TD-LTE выросло более чем в 18 раз, при этом общее количество абонентских устройств LTE – в 5 раз.

Ожидается появление на рынке большого количества ММ-МВ мобильных устройств, охватывающих и технологию TD-LTE. В феврале 2013 г. на 6-м форуме GTI компании HTC и Quanta анонсировали мобильные устройства, способные работать в шести режимах (TD-LTE/FD-LTE/HSPA/EDGE/SC-CDMA/Wi-Fi) и в 12 частотных диапазонах, а МТК – устройство, поддерживающее пять режимов и 10 диапазонов.

Услуги сетей TD-LTE. Для динамичного развития и массового использования новых технологий связи провайдеры должны предлагать пользователям совершенно новые услуги или существенно улучшать качество уже имеющихся на рынке сервисов.

Ключевые особенности технологии TD-LTE открывают возможности для перспективных услуг и приложений. Благодаря высоким скоростям передачи данных будут развиваться такие услуги, как видеоконференцсвязь, многопользовательские онлайн-игры, социальные сети, системы мониторинга и видеонаблюдения, а также социальные услуги: удаленное медицинское наблюдение и дистанционное образование.

Низкие значения задержек при передаче данных в сетях TD-LTE, сопоставимые со значениями в фиксированных сетях передачи данных, позволяют создавать новые приложения M2M для контроля, сигнализации и управления промышленными системами, чувствительными к таким задержкам.

Еще одним преимуществом технологии TD-LTE является возможность продолжительного существования на рынке, так как она находится на старте своего жизненного цикла – ее коммерческое продвижение только начинается. Ввиду того что технология TD-LTE разрабатывается с перспективой активного использования в ближайшие 10–20 лет, операторы и разработчики контента могут предлагать сервисы с длительным жизненным циклом. Так, многие транспортные

Таблица 4. Количество абонентских устройств TD-LTE, распределенных по возможностям использования частотных диапазонов и номерам диапазонов 3GPP (по данным GSA)

Частотный диапазон 3GPP(номер диапазона)	2570–2620 МГц (38)	1880–1920 МГц (39)	2300–2400 МГц (40)	2496–2690 МГц (41)
Количество устройств	123	30	112	31



Источник: Cisco

Рис. 4. Рост мобильного трафика передачи данных

и энергетические компании нуждаются в M2M-приложениях на основе сетей LTE со сроком службы более 10 лет.

Реализация в абонентских устройствах TD-LTE поддержки услуг передачи речи VoLTE (Voice over LTE) служит толчком для быстрого развития этой технологии, позволяя предоставлять абонентам услуги, которыми они активно пользовались в сетях 2G/3G. В августе 2012 г. компании Samsung и LG анонсировали первые смартфоны Samsung Galaxy S III и LG Connect 4G с поддержкой речевых услуг VoLTE.

По прогнозам Cisco [4], к 2017 г. объем мобильного трафика передачи данных в мире увеличится более чем в 12 раз по сравнению с 2012 г. (рис. 4). И одним из стимулов для такого роста трафика служит глобальное развитие сетей TD-LTE. К 2017 г. 10% соединений будет осуществляться в сетях LTE, которые к тому же будут передавать 45% всего трафика данных мобильных сетей [4].

Развитие сетей TD-LTE в мире и России. Территория охвата сетями TD-LTE постоянно растет. На рис. 5 показаны страны, в которых сети запущены в коммерческую эксплуатацию или находятся на стадиях исследований, испытаний или развертывания.

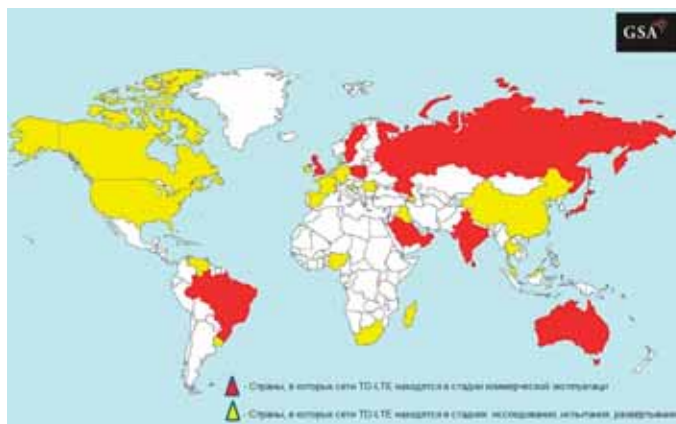
По данным GSA, по состоянию на январь 2013 г. [5] в коммерческую эксплуатацию запущено 13 сетей TD-LTE, они работают в 12 странах мира (табл. 5).

Еще 23 сети в 14 странах мира находятся в процессе запуска. Такие проекты реализуют следующие операторы: 3 (Австрия), Xplornet и SaskTel в Канаде, Orange (Франция), E-Plus (Германия), 21 ViaNet Group (Гонконг), Aircel, BSNL и MTNL (Индия), MaхyTel (Ирак), Nawras (Оман), «Основа Телеком», «Вайнах Телеком» (Россия), Chunghwa, FarEasTone, Global Mobile и Fitel (Тайвань), AIS-TOT (Таиланд), Dedicado (Уругвай), Xplornet (США), Movilmax (Венесуэла).

По данным GTI TD-LTE [2], в конце 2012 г. во всем мире насчитывалось более 1,3 млн. абонентов и более 50 тыс. базовых станций сетей TD-LTE. В 2013 г. к их числу добавятся еще 200 тыс. базовых станций в Китае и около 100 тыс. в Индии и Японии. Прогнозируется, что в 2014 г. общее количество базовых станций TD-LTE превысит 500 тыс. и их покрытие обеспечит услугами связи территорию, на которой проживает 2 млрд человек. Также ожидается, что к 2016 г. общее число абонентов в сетях TD-LTE превысит 175 млн.

Максимальные темпы внедрения технологии TD-LTE демонстрирует компания China Mobile, которая к концу 2013 г. планирует развернуть сеть TD-LTE в диапазоне 2,3 ГГц более чем в 100 городах, построив более 200 тыс. базовых станций [2].

Основным драйвером роста рынка услуг TD-LTE в бли-



Источник: GSA, январь 2013 г.

Рис. 5. Территория охвата сетями TD-LTE

жайшие годы станет азиатский рынок мобильного беспроводного доступа — за счет увеличения абонентской базы таких операторов связи, как China Mobile (Китай), Softbank (Япония), Bharti (Индия), до 2,5 млрд. человек. По прогнозам, к 2016 г. только у China Mobile абонентская база сетей TD-LTE достигнет 110 млн. пользователей [6]. Потенциал европейского рынка оценивается аналитиками не столь оптимистично — в основном из-за экономического кризиса в регионе.

Скептицизм отдельных российских аналитиков относительно рыночных перспектив сетей TD-LTE из-за неразвитости экосистемы абонентских устройств TD-LTE и неэффективности развития сетей этой технологии на территории России нельзя назвать обоснованными. В России частоты и лицензии на создание сетей TD-LTE получили пять операторов: МТС и «МегаФон» (Москва и Московская область, диапазон 38), «Ростелеком» (39 регионов, диапазон 40), «Основа Телеком» (вся Россия, диапазон 40), «Вайнах Телеком»

Таблица 5. Сети TD-LTE, запущенные в коммерческую эксплуатацию

Страна	Оператор	Номер частотного диапазона 3GPP
Гонконг	China Mobile HK (FDD & TDD)	40
Польша	Aero2 (FDD and TDD)	38
Саудовская Аравия	Mobily	38
Саудовская Аравия	STC	40
Бразилия	Sky Brasil Servicos	38
Япония	Softbank Mobile XGP/TD-LTE	41
Австралия	NBN Co	40
Индия	Bharti Airtel	40
Швеция	3 Sweden (FDD and TDD)	38
Великобритания	UK Broadband	42, 43
Россия	«Мегафон» (Москва и МО)*	38
Россия	«Ростелеком» (39 регионов России)*	40
Россия	«Основа Телеком» (вся Россия)*	40
Россия	МТС (Москва и МО)	38
Шри Ланка	Dialog Axiata	40

* Сети TD-LTE готовятся к началу коммерческой эксплуатации.

(Чеченская республика, диапазон 40), и они уже приступили к строительству и опытной эксплуатации сетей TD-LTE.

Заключение. Экосистема технологии TD-LTE перешла из стадии нарождающегося рынка в стадию развития, что позволяет удовлетворить широкий спрос операторов и абонентов этих сетей на все услуги беспроводного доступа при помощи линейки абонентских устройств в 166 типов.

Бурное развитие экосистемы абонентских устройств TD-LTE продолжится и в текущем году, чем будут обеспечены стремительный рост во всем мире покрытия сетями TD-LTE, в том числе в России, а также увеличение числа обслуживаемых абонентов. Наиболее динамично сети TD-LTE будут строиться в диапазоне 2,3 ГГц, так как локомотивом их развития выступает крупнейший в мире оператор мобильной связи China Mobile.

Основным трендом в области абонентских терминалов для мобильного беспроводного доступа станет их мультирежимность и мультидиапазонность. Реализация речевых услуг на основе технологии VoLTE в абонентских устройствах TD-LTE станет одним из основных факторов дальнейшего развития этой технологии и ее конкуренции с мобильными

сетями 2G/3G.

Ожидаемые успехи технологии TD-LTE могут привести к ее будущему доминированию по отношению к FD-LTE в мире, так как азиатский рынок мобильного беспроводного доступа, ориентированный на использование TD-LTE, отличается более высоким потенциалом роста, чем европейский и американский рынки в совокупности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ким А.В., Тихвинский В.О.** Новый мобильный горизонт: итоги MWC-13 // *Электросвязь*. – 2013. – № 3.
2. TD-LTE Industry and Market development. Global TD-LTE Initiative. 2012.12.14.
3. Report GSA: Status of the LTE Ecosystem. March 27, 2013.
4. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017. February 6, 2013.
5. GSA update LTE Developments Worldwide. February 5, 2013.
6. TD-LTE Industry Development Report (2012). TDIA. January 2013.

Получено 29.03.13