Сети TD-LTE: Перспективы, особенности построения и операторской деятельности в России

Заместитель Генерального директора ООО «АйКомИнвест» по инновационным технологиям, член Президиума РАЕН, д.э.н., проф. Тихвинский В.О.

Содержание

- Основные тенденции на рынке мобильного беспроводного доступа
- Особенности и роль технологии TD-LTE в экосистеме LTE
- Использование радиочастотного спектра операторами сетей TD-LTE
- Основные игроки на рынке операторов сетей TD-LTE России
- Перспективы операторов сетей TD-LTE в Российской Федерации

Основные показатели развития мобильной связи в мире на начало 2012 г.

Более 5,8 млрд

человек населения Земли пользуются услугами мобильной связи

70 %

Смартфонов используется для ведения бизнеса их пользователями

4 часа 13 мин

В среднем пользователи тратят на присутствие в сети Интернет

25 млрд

Мобильных приложений создано для получения возможностей новых доходов операторов

По данным Конгресса 4G World -2011

Внедрение 4G и развитие мобильной связи в мире

По данным Ассоциации GSMA на апрель 2012 г. работало 64, а в мае – уже 72 коммерческих сети LTE в 37 странах мира (в прошлом году в феврале их было 18, в феврале 2012 г. - 49) в диапазонах 700 МГц, 1800 МГц, 2.3 и 2,6 ГГц.

Более 319 операторов связи из 97 стран мира начали инвестирование в создание сетей LTE.

Экосистема LTE в настоящее время насчитывает более 347 типов абонентских устройств, производимых 63 различными компаниями:

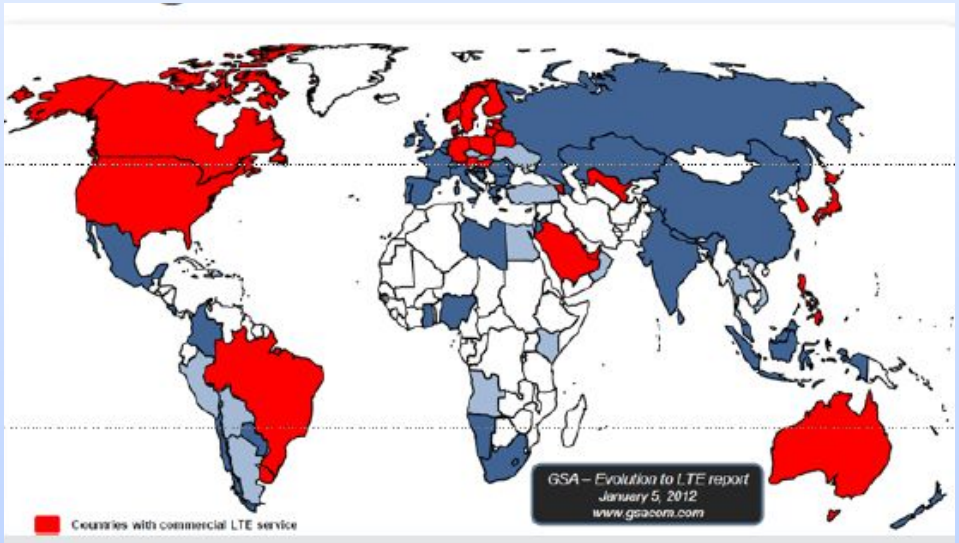
- 43 модемов – для TD-LTE в диапазонах 2.3/2.6 ГГц;
- 57 модема – для FD-LTE в диапазонах 800/1800/2600 ГГц
- 170 модема– для FD-LTE в диапазоне 700 МГц.

Прогноз будущего развития сетей LTE, сделанный GSA в мае 2012 г., показывает существенный рост абонентской базы в 2012 году, вызванный развертыванием 134 сетей LTE в 57 странах мира.

Число абонентов сетей LTE в начале 2011 года в 18 странах мира составляло 4.2 млн. и в течение года увеличилось до 7,9 млн., а число стран запустивших сети LTE в коммерческую эксплуатацию в конце 2011 г. - увеличилось до 29-ти.

Прогноз абонентской базы сетей LTE на 2015 год предполагает появление в этих сетях более 300 млн. абонентов, а в 2016 году – более 500 млн.

Численность абонентов и основные рынки операторов сетей LTE



- регионы с построенными сетями LTE
- регионы со строящимися сетями LTE

Страны с наибольшей абонентской база в сетях LTE:
США – более 10,5 млн. пользователей (8 млн. у Verizon Wireless, более 0.58 млн. - MetroPCS)
Корея – более 2,5 млн. пользователей
Япония – более 2,0 млн. пользователей

Saudi Telecom

Выделенный спектр 50 МГц в диапазоне 2.3 ГГц

сетьTD-LTE (диапазон 40)

Развернуто 160 TD-LTE сайтов к началу 2012 г.

Планы строительства (2500 сайтов)

CMCC – крупнейшая мультивендерная сеть TD-LTE в диапазонах 2,3/2,6 ГГц.

К концу 2012 г. будет развернуто 20 тыс. eNBs, а к концу 2013 г. – 200 тыс. БС

Shanghai, Nanjing, Hangzhou, Xiamen, Guangzhou, Shenzhen, Beijing

По данным GSA и NSN

Рынок услуг мобильного Интернет и мобильной передачи данных в России

- Россия за последний год улучшила свое положение в рейтинге развития ИКТ на 3 позиции и заняла 77 место, что существенно ниже, чем у остальных стран БРИК – Бразилии (56), Индии (48) и Китая (36). К сильным сторонам нашей страны относятся благоприятная среда для развития ИКТ-инфраструктуры (42 место), достаточно высокий уровень готовности населения к использованию ИКТ (59 место) и непосредственного использования ИКТ населением (55 место).

- По прогнозам J'son Partners, в 2012 г. число российских пользователей LTE может составить 1 млн. человек, а к 2015 г. способно достичь 13,5 млн. человек (9 млн. – прогноз 2011 г.);

В январе 2012 года различными мобильными устройствами (сотовые телефоны, коммуникаторы, планшетные компьютеры) для выхода в сеть пользовались более 22% всех жителей крупных российских городов;

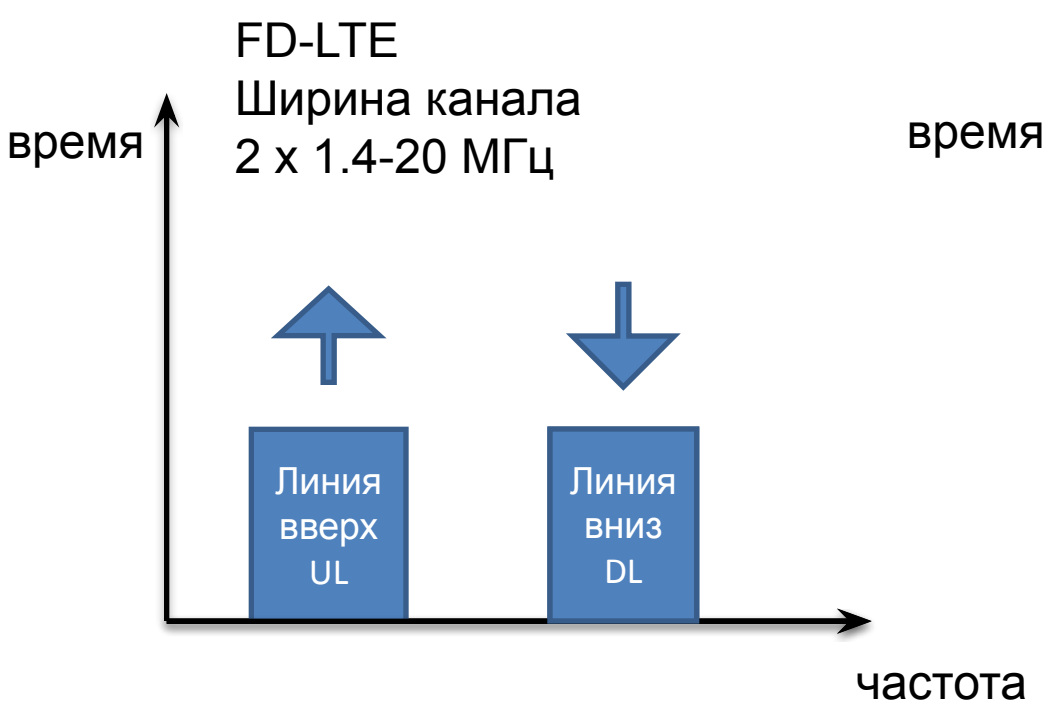
- На период осени 2011 года, месячная аудитория интернета в России составляла 54,5 млн. человек.

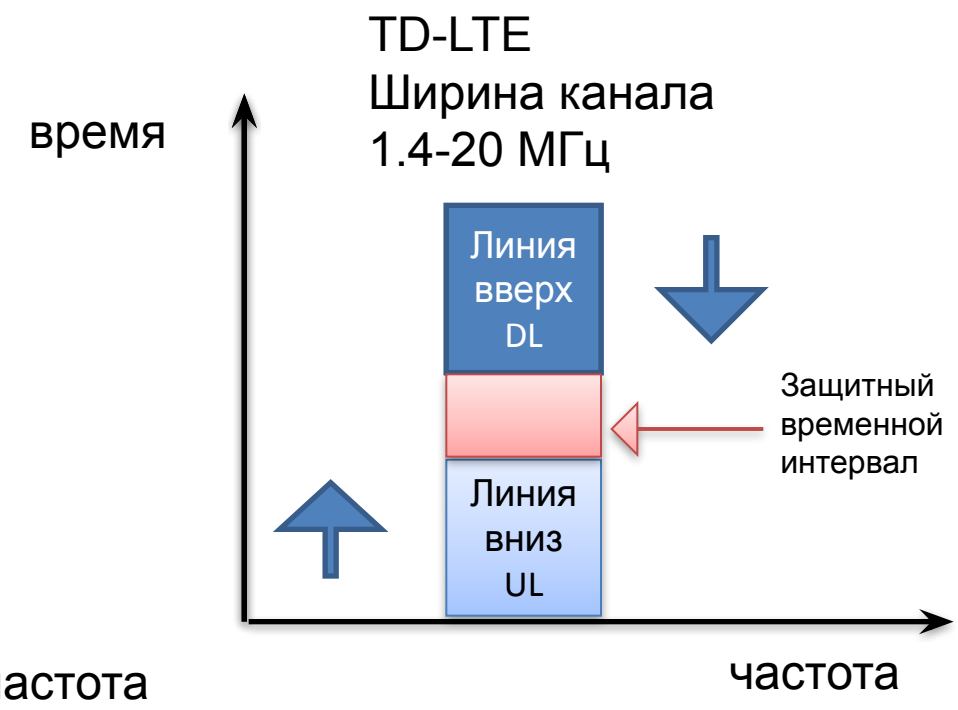
Тенденции рынка услуг мобильной передачи данных

- Экономика Еврозоны и мира находится в кризисе, что не может не отражаться на российском телекоммуникационном рынке негативным образом;
- Регуляторная база России и стран ЕС не учитывает кризисных тенденций на телекоммуникационном и инвестиционных рынках и требует срочного изменения;
- Стоимость заимствований на национальном финансово-инвестиционном рынке продолжает расти для инвесторов сетей LTE несмотря на кризисные явления;
- Резкий рост потребления мобильного трафика данных требует внедрения дорогостоящих технологий мобильного беспроводного доступа LTE и LTE Advanced;
- Несмотря на роль драйвера роста мобильного рынка, доходность услуг мобильного беспроводного доступа динамично падает;
- Операционные и капитальные затраты операторов мобильного беспроводного доступа на обслуживание регуляторных требований Регулятора растут на телекоммуникационном рынке России.

Использование технологий FD-LTE и TD-LTE при построении сетей LTE

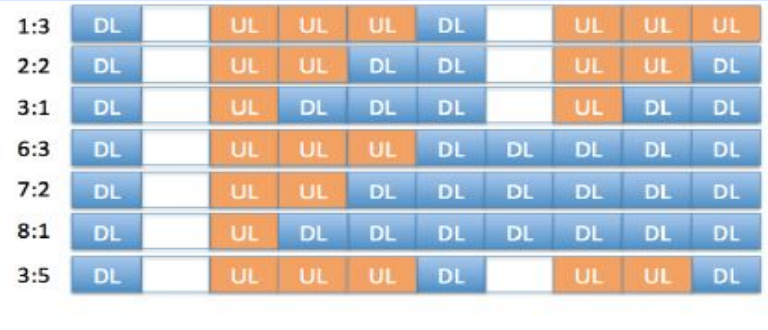
TD-LTE позволяет более эффективное использование спектра





Особенности технологии TD-LTE

Варианты использования временных фреймов для каналов UL и DL в TD-LTE

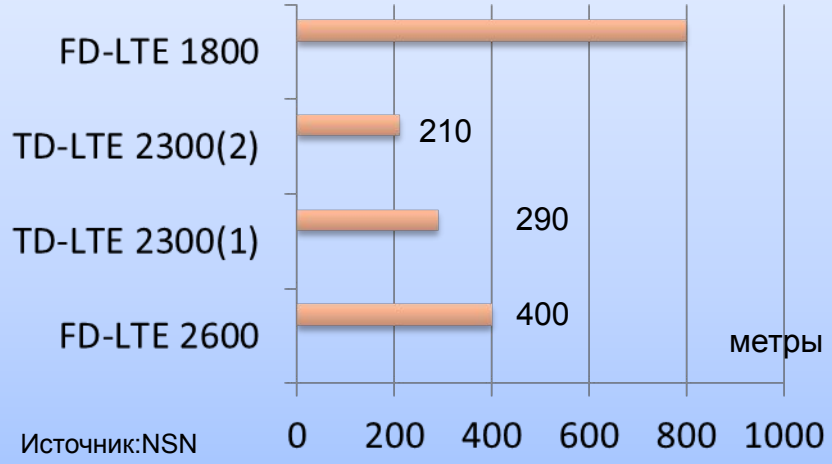


время

Зависимость пропускной способности соты от схемы передачи субфреймов

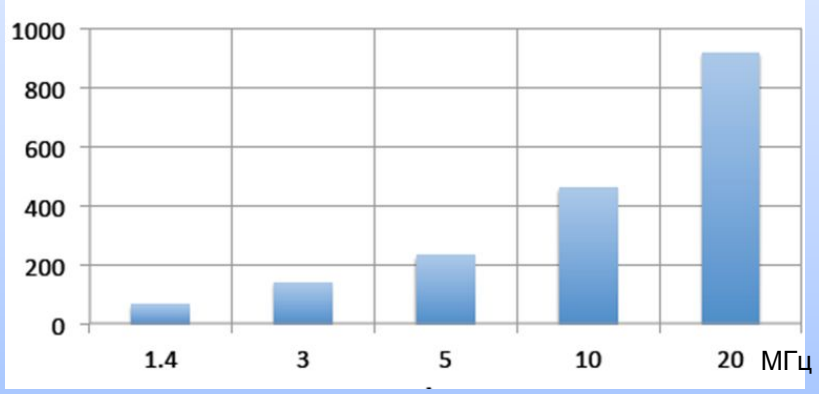
Конфигурация DL/UL	Среднее зачение с/ш (SINR=10 дБ)	Емкость одной соты, МБит/с
FD	35	40
1:3	7	8
2:2	14	16
3:1	21	24
6:3	21	24
7:2	25	28
8:1	28	32
3:5	11	12

Сравнение радиусов зон покрытия TD-LTE и FD-LTE



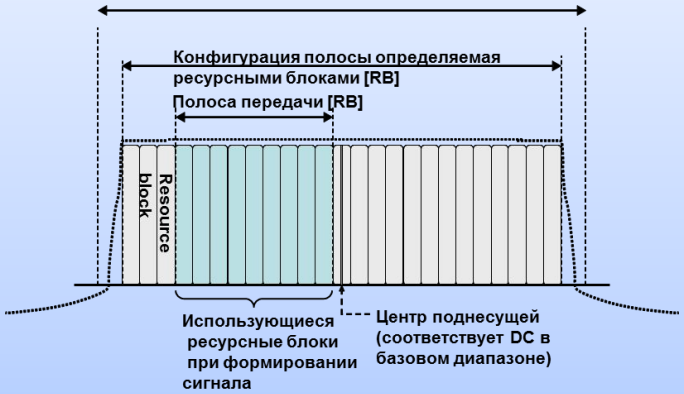
Источник:NSN

Количество абонентов в соте в зависимости от ширины канала TD-LTE



Формирование частотных каналов и пиковые скорости передачи данных в сетях TD-LTE

Формирование частотных каналов



Ширина канала $BW_{Channel}$ [МГц]	1.4	3	5	10	15	20
Конфигурация передающих каналов – число ресурсных блоков N_{RB} системы LTE	6	15	25	50	75	100

Использование частотных каналов для различных диапазонов TD-LTE

Номер диапазона LTE	1.4 МГц	3 МГц	5 МГц	10 МГц	15 МГц	20 МГц
33			Да	Да	Да	Да
34			Да	Да	Да	
35	Да	Да	Да	Да	Да	Да
36	Да	Да	Да	Да	Да	Да
37			Да	Да	Да	Да
38			Да	Да	Да	Да
39			Да	Да	Да	Да
40			Да	Да	Да	Да

Примечание: пустая строка в таблице означает невозможность применения соответствующей ширины частотного канала.

Пиковые скорости в сети TD-LTE в канале DL (при структуре фрейма 2:2)

Ширина канала, МГц		1.4	3	5	10	15	20
Число ресурсных блоков		6	15	25	50	75	100
Модуляция	MIMO	Скорость передачи данных. Мбит/с					
QPSK	Не исп.	1.728	4.32	7.2	14.4	21.6	28.8
16QAM	Не исп.	3.456	8.64	14.4	28.8	43.2	56.7
64QAM	Не исп.	5.184	12.96	21.6	43.2	64.8	86.4
64QAM	2x2	10.368	25.92	43.2	86.4	129.6	172.8
64QAM	4x4	20.736	51.84	86.4	172.6	259.2	345.6

Пиковые скорости в сети TD-LTE в канале UL (при структуре фрейма 2:2)

Ширина канала, МГц		1.4	3	5	10	15	20
Число ресурсных блоков		6	15	25	50	75	100
Модуляция	MIMO	Скорость передачи данных. Мбит/с					
QPSK	Не исп.	1.728	4.32	7.2	14.4	21.6	28.8
16QAM	Не исп.	3.456	8.64	14.4	28.8	43.2	56.7
64QAM	Не исп.	5.184	12.96	21.6	43.2	64.8	86.4

Использование радиочастотного спектра в сетях LTE (Release 8-9) и LTE Advanced (Release 10)

8 диапазонов TD-LTE, более 290 МГц спектра

Номер диапазона	Полосы частот UL/DL,МГц
33	1900 МГц –1920 МГц
34	2010 МГц –2025 МГц
35	1850 МГц –1910 МГц
36	1930 МГц –1990 МГц
37	1910 МГц –1930 МГц
38	2570 МГц –2620 МГц
39	1880 МГц –1920 МГц
40	2300 МГц –2400 МГц

Источник:
3GPP TS 25.104
3GPP TS 25.105

11 диапазонов TD-LTE Advanced, более 700 МГц спектра

Номер диапазона	Полосы частот UL/DL,МГц
33	1900 –1920 МГц
34	2010 –2025 МГц
35	1850 –1910 МГц
36	1930 –1990 МГц
37	1910 –1930 МГц
38	2570 –2620 МГц
39	1880 –1920 МГц
40	2300 –2400 МГц
41	2496-2690 МГц
41	3400-3600 МГц
43	3600-3800 МГц

Основные игроки на рынке операторов сетей TD-LTE

Оператор связи	МегаФон	МТС	Ростелеком	Основа Телеком
Выделенный частотный ресурс для TD-LTE, МГц	2570-2595 МГц (25 МГц),	2595-2620 МГц (25 МГц)	2300-2400 МГц (20-30 МГц)	2300-2400 МГц (70-100 МГц)
Дополнительное распределение	2300-2400 МГц, 2570-2620 МГц, Краснодарский край, Татарстан до окончания Олимпиады и Универсиады		2300-2400 МГц, 2570-2620 МГц, Краснодарский край, Татарстан до окончания Олимпиады и Универсиады	Ресурс в Краснодарском крае и Татарстане **не доступен** до окончания Олимпиады и универсиады
Регион работы	Москва и Московская обл., Краснодарский край, Татарстан	Москва и Московская обл.	39 регионов России	Все регионы России
Выручка от мобильной связи (млрд. руб.) и изменение к 2010 г.	225,4 (+9,2%)	259.7 (+9,7%)	32(*) (+5,2%)	Greenfield
Абонентская база сотовой связи (млн. SIM карт)	62,8	106,07	13,2	Greenfield
ARPU (руб.)	314	284	227	Greenfield

Источник : ж-л Стандарт №3(110) март 2012

Дополнительное распределение РЧС для операторов сетей TD-LTE в России

- Решение ГКРЧ от 19 марта 2009 г. №09-02-06-2 «О внесении изменений в ТРПЧ на период подготовки, организации, проведения Олимпийских игр в Сочи»; Вести особые условия использования РЧС для Генеральных партнеров Олимпиады.
- Решение ГКРЧ от 23 августа 2010 г. №10-08-09-1 п.68. О выделении полос частот TD-LTE (2300-2400 МГц и 2570-2620 МГц) ОАО «Мегафон» и ОАО «Ростелеком» для проведения работ по поиску доступного частотного ресурса;
- Решение ГКРЧ от 16 марта 2012 - Выделить на паритетной основе на период организации и проведения Игр Генеральным партнерам Игр – ОАО «МегаФон» и ОАО «Ростелеком» – полосы частот 791-820 МГц, 821-862 МГц, 2300-2400 МГц, 2530-2620 МГц и 2650-2690 МГц для создания сетей связи мобильного широкополосного доступа стандарта LTE и последующих его модификаций на территории Краснодарского края.

Факторы, влияющие на перспективы развития сетей TD-LTE в России

Обеспечение совместного применения операторов сетей LTE:

-Обеспечение использования соседних полос частот между операторами;

-Использование синхронизированных сетей и единой конфигурации фреймов операторами на одной территории обслуживания;

-Совместное использование архитектуры сетей LTE(Network Sharing).

Нормативно – правовое регулирование деятельности операторов:

-Политика выделения и использования РЧС в сетях операторов TD-LTE;

-Совершенствование системы оплаты за экспертизу ЭМС и платы за спектр;

-Выделение ресурса нумерации и правил его использования в сетях LTE;

-Совершенствование правил оказания услуг в части сетей TD-LTE.

Обеспечение увеличения зон покрытия БС сетей LTE:

-Применение 8-ми элементных антенн с управляемой диаграммой и мультиплексированием потоков данных;

- Использование более низких диапазонов частот для TD-LTE;

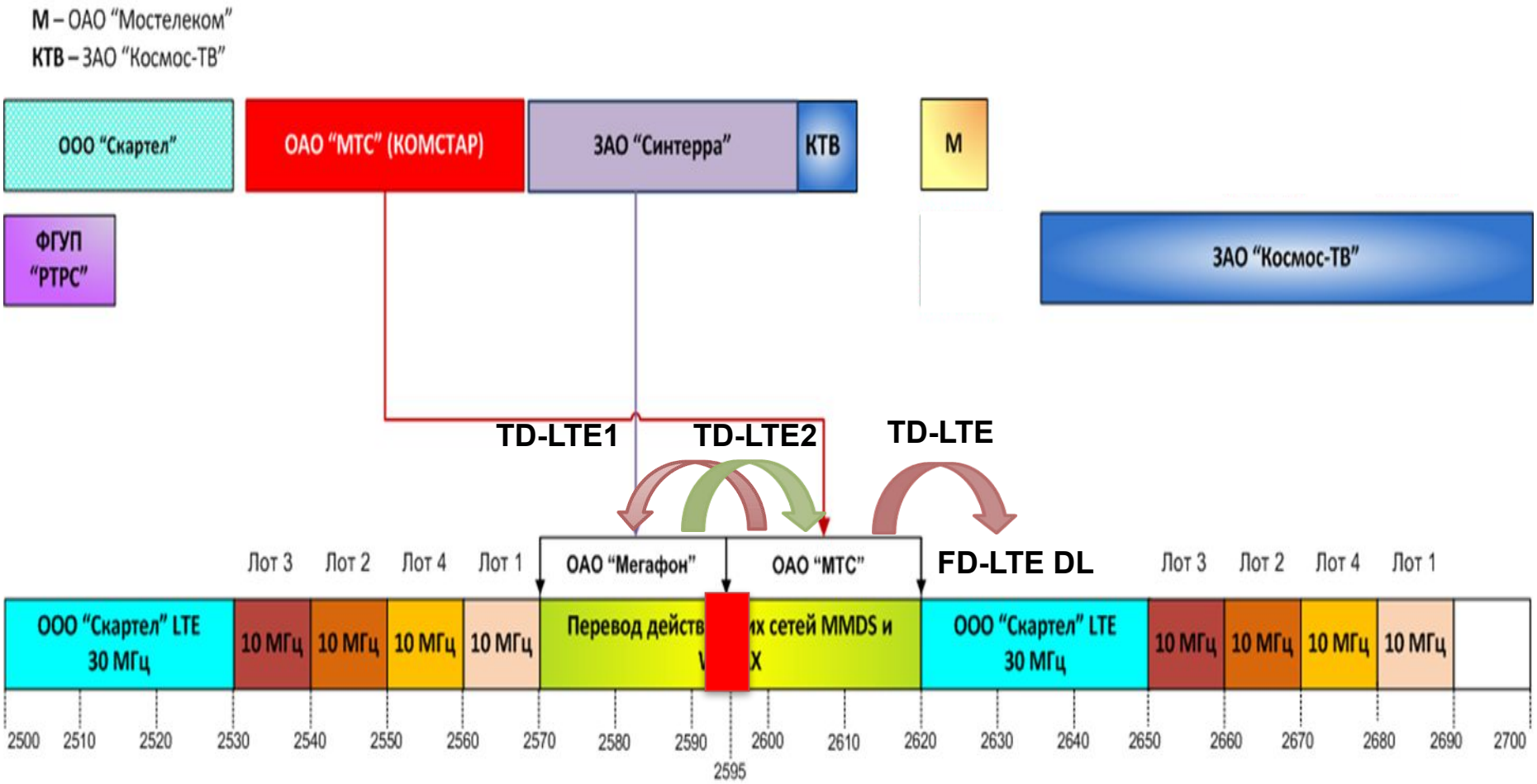
Обеспечение технологической эволюции сетей LTE:

-Обеспечение гибкого использования спектра и динамического перераспределения каналов LTE;

-Внедрение оборудования LTE Advanced:

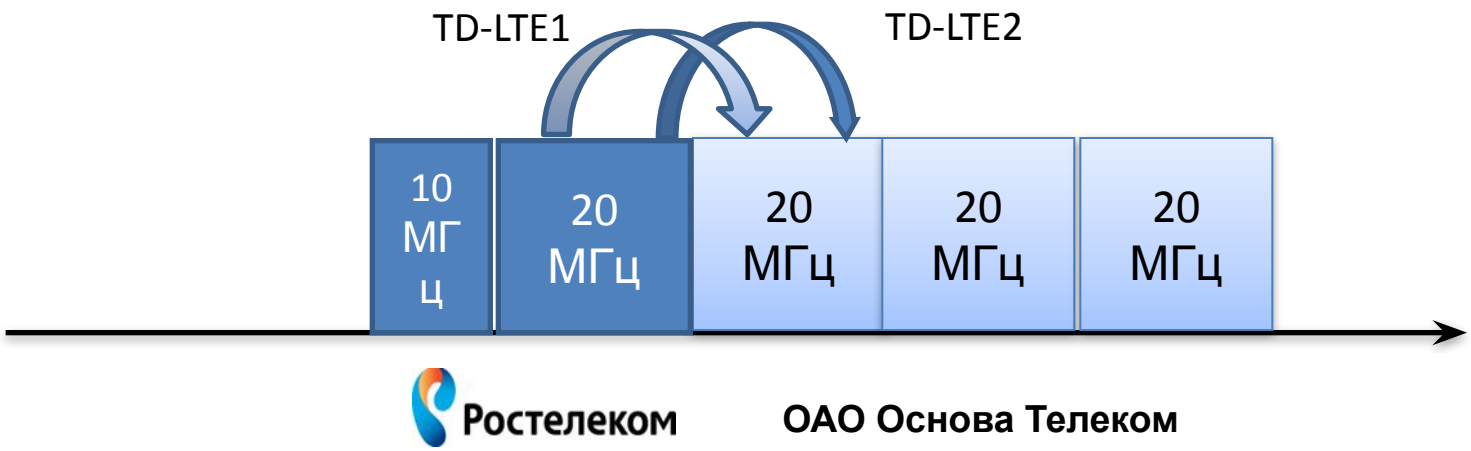
-Внедрение технологий VoLTE и RCS.

Проблемы использования РЧС на границах выделенных полос частот (ОАО «Мегафон» – ОАО «МТС»)

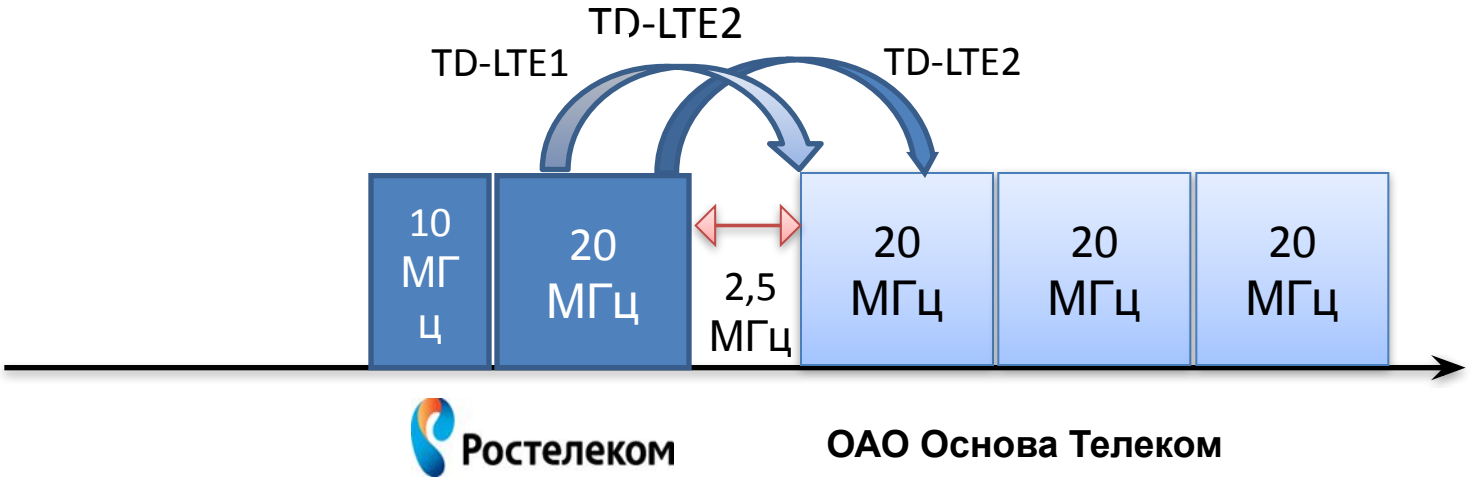


Совместное использование РЧС на границах полос частот (ОАО «Ростелеком» – ОАО «Основа Телеком»)

При использовании синхронизации сетей TD-LTE1 – TD-LTE2 и конфигурации субфреймов



При использовании защитного интервала между сетями TD-LTE1 – TD-LTE2



Плата за использование РЧС как дестимулятор инвестиционной привлекательности проектов TD-LTE

Согласно №126-ФЗ установлены только два вида взимаемой платы, взимаемой с пользователей радиочастотного спектра:

- Ежегодная;
- Разовая.

Первая носит характер платежа за поддержание в эксплуатационной готовности и возмещение за использования радиочастотного ресурса.

Вторая – плата за доступ к радиочастотному спектру.

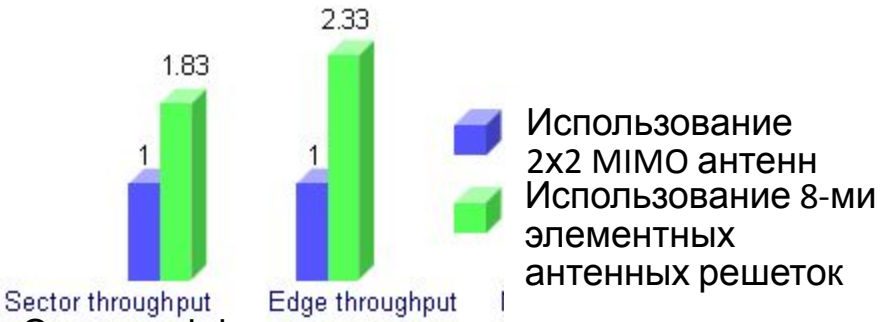
Плата, установленная пунктом 2 постановления Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 352 за оказание платной услуги по экспертизе возможности использования заявленных радиоэлектронных средств и их электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми для использования радиоэлектронными средствами фактически повторяет разовую, т.к. взимается при доступе оператора к спектру.

Плата за экспертизу ЭМС фактически становиться дестимулятором инвестиционной активности для операторов LTE.

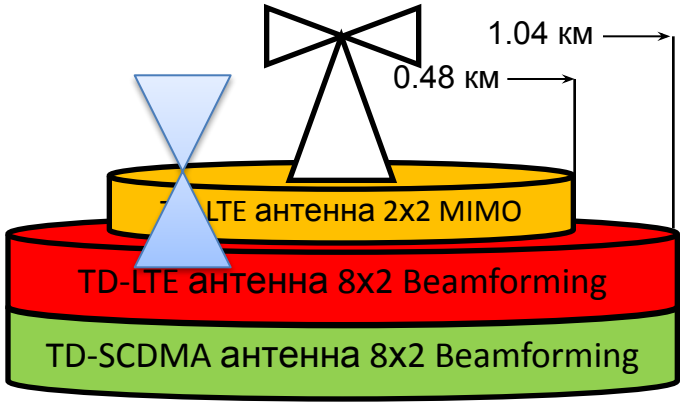
Предельные размеры платы по этапам оказания платной услуги по экспертизе ЭМС (Приказ №355 от 26.12.11 г.)

- Согласно П.2.1.13.б для диапазона частот (2300-2400 МГц и 2570-2620 МГц) с режимом частотного формирования дуплексного канала TDD составляет 70145 руб. (одна базовая станция).
- Общая цена при использовании 3-х каналов по 20 МГц 3х70 тыс. руб = 210 тыс. руб (7000 USD)
- Общая цена при использовании 2-х каналов 10 + 20 МГц равна 100 тыс. руб (3200 USD) и для 10 тыс. БС затраты составят 32 млн. USD. (640 БС).
- Для сети LTE из 10 тыс. БС расходы составят 7 000х 10 000= 70 млн.USD
- Затраты на строительство одной БС LTE (включая антенны, ПИР, монтаж и пр.) не превосходят 50 тыс.USD
- Расходы на экспертизу ЭМС равны CAPEX на строительство 1 400 БС сети. (Достаточно для покрытия г. Москвы)

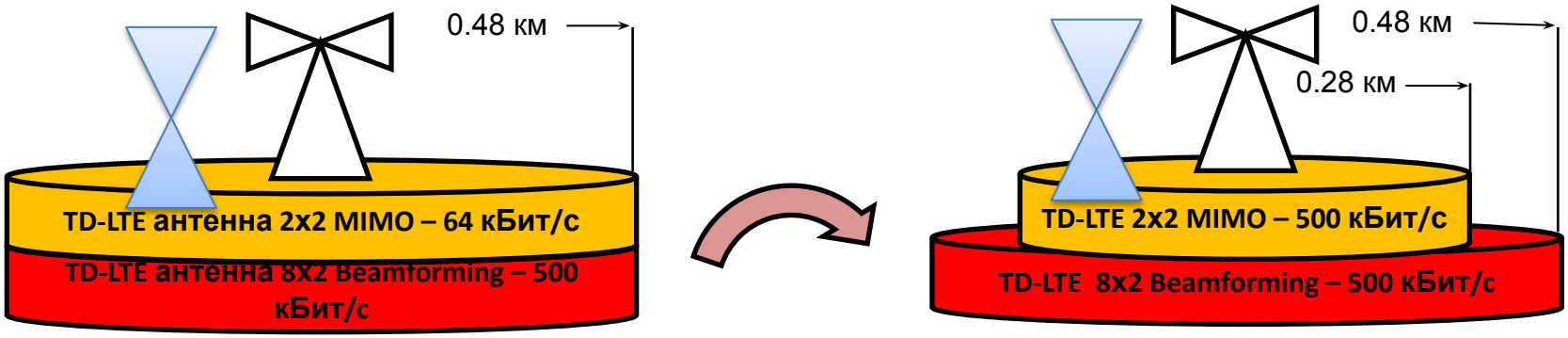
Увеличение зоны покрытия базовых станций сетей TD-LTE (макросоты vs микросоты)



Оценки эффективности применения управляемых антенных решеток (По данным МСЭ)

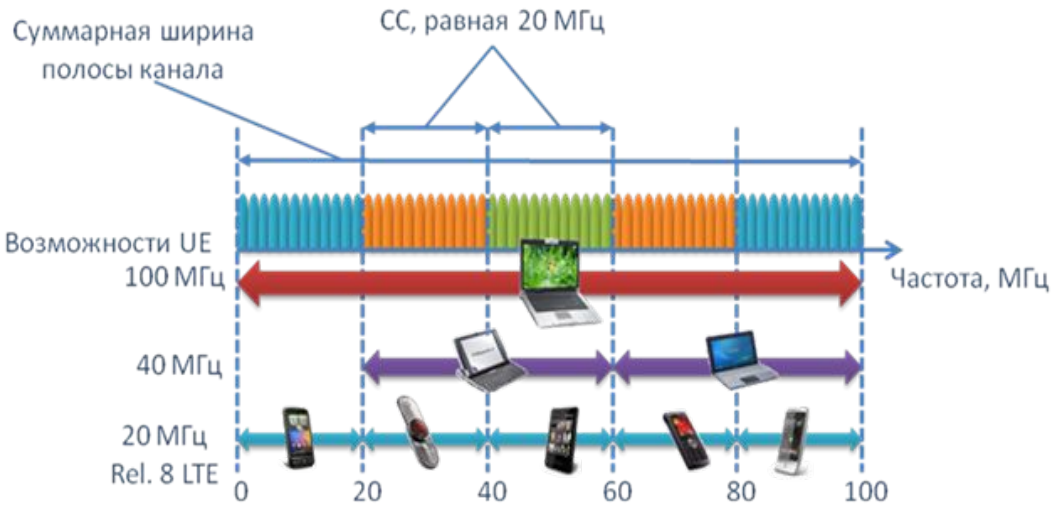


Применение технологии Dual-stream Beamforming



Источник: Datang Mobile

Использование спектра в сетях TD-LTE Advanced и его агрегация



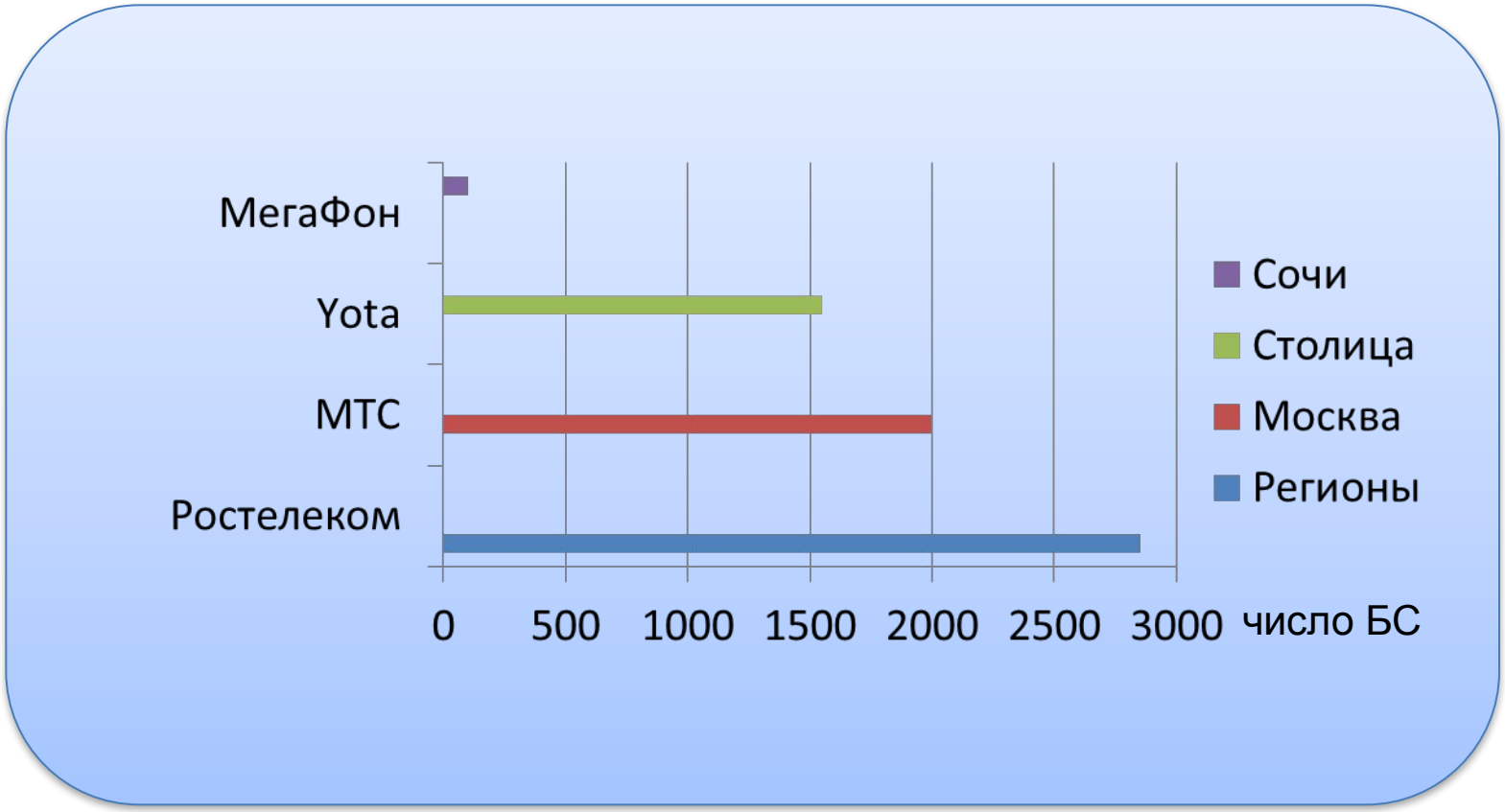
Сценарии 3GPP по агрегации спектра

№	Ширина полосы передатчика	Число и особенности использования компонентных несущих (CC)	Диапазон	Вид дуплекса
1	UL: 40 МГц DL: 80 МГц	UL: Прилегающие 2x20 МГц CC DL: Прилегающие 4x20 МГц CC	3,5 ГГц	FDD
2	100 МГц	Прилегающие 5x20 МГц CC	40 (2,3 ГГц)	TDD
3	100 МГц	Прилегающие 5x20 МГц CC	3,5 ГГц	TDD
4	UL: 40 МГц DL: 80 МГц	UL: Не прилегающие 20 + 20 МГц DL: Не прилегающие 2x20+2x20 МГц	3,5 ГГц	FDD
5	UL: 10 МГц DL: 10 МГц	UL/DL: Не прилегающие 5 + 5 МГц	8 (900 МГц)	FDD
6	80 МГц	Не прилегающие 2x 20 + 2x 20 МГц	38 (2,6 ГГц)	TDD

Планы строительства операторами сетей FD/TD-LTE в 2012 г.

«Сетями LTE должны быть покрыты населенные пункты с более чем 1000 жителей. Для этого каждый из операторов должен установить по всей России 20 810 базовых станций».

«Союз операторов LTE»



Появление новых игроков на рынке операторов сетей TD-LTE

- Выделение ГКРЧ 16.03.2012 г. полос частот группе компаний «Антарес» (1900-1920 МГц) позволит в будущем развернуть сеть TD-LTE (33 диапазон 3GPP);
- Получение на конкурсе полос частот компанией ЗАО «ТТК» в диапазоне 3,5 ГГц и планируемая последующая миграция от WiMAX к TD-LTE;
- Тестирование сетей LTE группой Энфорта (Престиж Интернет) в диапазоне 3,5 ГГц.

Заключение

1. Российский регулятор к 2012 г. подготовил нормативно-правовые основы и создал стартовые условия для начала развертывания сетей операторов TD-LTE без учета экономической ситуации в сегменте мобильного беспроводного доступа на телекоммуникационном рынке и нарастания кризисных явлений в экономике.

2. Прогнозные оценки аналитиков обещают появление в российских сетях LTE к концу 2012 не менее 1 млн. абонентов 20% из которых будут использовать сети TD-LTE.

3. Дальнейшее развитие сетей TD-LTE в России будет зависеть от целого ряда факторов, связанных с:

- Совершенствованием регулирования использования спектра;
- Повышением инвестиционной привлекательности за счет снижения капитальных затрат оператора, лежащих в плоскости совершенствования методики оказания госуслуг по оценке ЭМС, построения инфраструктуры сетей;
- Внедрением наравне с мультимедийными услугами передачи данных услуг передачи речи VoLTE.

Спасибо за внимание!

www.icominnvest.ru
119019, Россия, г.Москва
Гоголевский бульвар, дом.11
Тел. +7 (495) 9884774
Моб.+7(926)6820606