

EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TR 034

SIMULATION PARAMETERS FOR THEORETICAL LTE eMBMS NETWORK STUDIES

TECHNICAL REPORT

Geneva
December 2015

EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TR 034

SIMULATION PARAMETERS FOR THEORETICAL LTE eMBMS NETWORK STUDIES

Внимание!

Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность
и может содержать отдельные неточности.

Оригинал документа на сайте <https://tech.ebu.ch>

ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕТЕЙ LTE eMBMS

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Женева

Декабрь 2015

Содержание

Введение.....	3
Таблица 1: Системные параметры.....	4
Таблица 2: Параметры, связанные с распространением волн	5
Таблица 3: Параметры приемника	6
Таблица 4: Требования охвата.....	7
Таблица 5: Параметры передатчика.....	7
Таблица 6: Параметры развертывания сети	8
Таблица 7: Минимальный SNR, требуемый для желаемой спектральной эффективности в зависимости от модели канала	9
Ссылки	10
Рис. 1: Взвешенная функция задержанных сигналов LTE eMBMS	10
Приложение 1: Определение диаграммы направленности антенны	11
Приложение 2: Схема развертывания сети	12

Параметры моделирования для теоретических исследований сетей LTE eMBMS

<i>Комитет EBU</i>	<i>Первый выпуск</i>	<i>Переработка</i>	<i>Переиздание</i>
ТС	2015		

Ключевые слова: LTE, eMBMS, 3GPP, моделирование сети, производительность сети.

Введение

В настоящем документе перечислены технические параметры для использования в теоретических исследованиях сетей радиодоступа LTE eMBMS¹ в целях получения сопоставимых результатов в разных исследованиях из разных источников. Это результат сотрудничества между представителями вещательной и мобильной индустрии.

Эта работа была мотивирована трудностями в интерпретации и сравнении результатов различных исследований производительности и покрытия сетей. В основном это было обусловлено следующими факторами:

- Разные исходные предположения и параметры в разных исследованиях
- Параметры могут противоречиво употребляться в разных исследованиях
- Разные интерпретации того, что составляет покрытие сети, ведут к разным критериям охвата в разных исследованиях.

Следовательно, задача данного документа – создать репрезентативный перечень параметров моделирования для упрощения сравнений между различными исследованиями и возможности повторения их результатов.

Этот перечень ограничен параметрами, необходимыми для моделирования охвата LTE eMBMS. Параметры одноадресной передачи и канала восходящей связи не включены.

Значения параметров в Таблицах 1 - 7 ниже считаются реалистичными. Тем не менее, этот набор значений может требовать расширения и уточнения в целях планирования реальных сетей eMBMS.

В моделировании рекомендуется сохранять без изменений системные параметры (Таблица 1) и параметры, связанные с распространением волн (Таблица 2) и характеристиками приемника (Таблица 3).

Параметры, связанные с требованиями охвата (Таблица 4), параметрами передатчика (Таблица 5) и развертыванием сети (Таблица 6), можно менять в целях изучения производительности разных сетевых конфигураций в разных сценариях.

В Таблице 7 приведены значения для минимально требуемого SNR для желаемой спектральной эффективности в зависимости от модели канала.

Определение диаграммы направленности антенны дано в Приложении 1, а предполагаемая теоретическая структура сети – в Приложении 2.

¹ Параметры LTE eMBMS основаны на 3GPP Release 12 и могут требовать пересмотра после будущих выпусков 3GPP.

Таблица 1: Системные параметры

Сценарий	1	2	3	4	Примечания
Режим приема	наружный портативный (карманный)	стационарный (антенна на крыше)	легкий комнатный портативный (карманный с интегрированной антенной)	легкий комнатный антенна 0 dBi	легкий = «в первой комнате», с потерями одной стены
Системные параметры					
Частота	Параметры, указанные в таблице, применимы для частотной полосы 470 – 790 MHz. Если параметр зависит от частоты, значения указаны для 470 MHz и 790 MHz.				
Требуемый SINR	См. Таблицу 7				SINR используется в планировании сетей мобильного радиодоступа. В методологии вещания это называется C/(N+I)
Вероятность времени сигнала: желаемая / помеховая:	50% / 1.75% (желаемая / помеховая) Требования к качеству: наличие желаемого сигнала гарантировано с высоким процентом защита от помех гарантирована с высоким процентом времени → сила поля помех не должна превышать уровень интерференции свыше небольшого процента времени «скорректированное время» 1.75% следует использовать для отдельных помеховых трактов для оценки агрегированной мощности в 1% времени в соответствии с [6] времени				
Размер пикселей	100 x 100м ²	100 x 100м ²	100 x 100м ²	100 x 100м ²	

Таблица 2: Параметры распространения волн

Сценарий	1	2	3	4	Примечания
Системные параметры, связанные с распространением	наружный портативный (карманный)	антенна на крыше	легкий комнатный портативный (карманный)	легкий комнатный антенна 0 dBi	легкий = «в первой комнате», с потерями одной стены
Защитный интервал / Циклический префикс (GI/CP)	33.3 μ s				Сейчас (Rel. 12) в стандарте отсутствует сигнализация для идентификации, какие подкадры используют CP 33.3 μ s, поэтому UE не могут предполагаться для понимания этого режима
Полезная длина символа / длина окна FFT Tu	133.33 μ s				См. Полоса Rx шума в Параметрах приемника
Полоса пропускания канала	10 MHz				
Модель распространения	Rec. ITU-R P.1546-5 или альтернативная модель, если моделирование должно учитывать топографию и помехи, например, Rec. ITU-R P.1812-3				
Тип канала	TU12	TU12 с коэффициентом Райса 10 dB	TU12	TU12	Влияет на значения SNR См. Таблицу 7
Статистическое суммирование	t-LNmv2				Коррекция среднего значения суммарных помех – OFF. Ошибка среднего значения возрастает при большом количестве компонентов суммарных помех.
Высота приемной антенны	1.5 м	10 м	1.5 м	1.5 м	
Потери высоты: Разность между уровнем сигнала на высоте 10 м и фактической высотой приемной антенны	17 dB	0 dB	17 dB/ 23.5 dB	17 dB / 23.5 dB	В ITU-R BT.2254 таблица A1.5 предполагает 16.5 dB для сельской, 17 dB для пригородной и 23.5 dB для городской зоны (на основании P.1546, расчет силы поля на высоте приемной антенны 10 м). Значение потери высоты не уместно для топографической модели распространения с реальной высотой приемной антенны
Потери проникновения в здания (среднее / стандартное отклонение)	Не применяется (наружный)	Не применяется (на крыше)	11 dB / 6 dB	11 dB / 6 dB	согласно ITU-R BT.2254
Стандартное отклонение вариации места / затенения	5.5 dB	5.5 dB	5.5 dB	5.5 dB	согласно ITU-R BT.2254
Корреляция затенения	без корреляции	без корреляции	без корреляции	без корреляции	опционально: с корреляцией затенения между пунктами
Искусственные помехи	0 dB	0 dB	0 dB	1 dB	согласно ITU-R BT.2254
Система географических координат (для расчета дистанций)	UTM	UTM	UTM	UTM	

Таблица 3: Параметры приемника

Сценарий	1	2	3	4	Примечания
Параметры приемника	наружный портативный (карманный)	антенна на крыше	легкий комнатный портативный (карманный)	легкий комнатный антенна 0 dBi	легкий = «в первой комнате», с потерями одной стены
Шум-фактор приемника	9 dB	6 dB	9 dB	6 dB	6 dB согласно ITU-R BT.2254 9 dB согласно 3GPP TR25.814
Частотная полоса шума приемника	9 MHz	9 MHz	9 MHz	9 MHz	
Rx антенна (усиление и диаграмма)	-7.35 dBi ненаправленная	шаблон дискриминации 13.15 dBi согласно ITU-R BT.419-3 band IV, V	-7.35 dBi ненаправленная	0 dBi ненаправленная	согласно ITU-R BT.2254
Потери в кабеле антенны	0 dB	4 dB	0 dB	0 dB	согласно ITU-R BT.2254
Rx разброс	Да	Нет	Да	Да	Усиление Rx разброса включено в таблицу спектральной эффективности.
Запас на реализацию	1 dB	1 dB	1 dB	1 dB	Требуемый SNR согласно Таблице 7 нужно увеличить на запас на реализацию.
Потери от корпуса приемника	2 dB Устройство находится в позиции просмотра видео (не в режиме разговора и не в кармане).	0 dB	2 dB Устройство находится в позиции просмотра видео (не в режиме разговора и не в кармане).	0 dB	
Интервал компенсации	взвешенная функция 60 μ s согласно ITU-R BT.2254 (DVB-T2), применительно к LTE				LTE с 90% времени Найквиста: разделение несущих пилот-сигнала = 2 → теоретический предел – $T_u/2$ См. Рис. 1 – корректная взвешенная функция.
Метод Rx синхронизации	максимум C/I	максимум C/I	максимум C/I	максимум C/	

Таблица 4: Требования охвата

Сценарий	1	2	3	4	Примечания
Требования охвата	наружный портативный (карманный)	антенна на крыше	легкий комнатный портативный (карманный)	легкий комнатный антенна 0 dBi	легкий = «в первой комнате», с потерями одной стены
Целевая вероятность охвата внутри пикселя	x% мест / зоны внутри пикселя, где превышен требуемый порог				x= 70% (приемлемый охват) или 95 % (хороший охват)
Целевой процент зоны охвата пикселей, где удовлетворен порог x%	y% пикселей внутри данной зоны обслуживания, удовлетворяющих требованию				Выходное значение. Пиксель либо покрыт, либо не покрыт. Целевая зона охвата – предмет законодательных требований и коммерческих соображений.
Целевой охват населения	z% охвата населения				Выходное значение. Играет роль в интерпретации охвата зоны обслуживания y%. Целевой охват населения – предмет законодательных требований и коммерческих соображений.
Распределение пользователей	определяется картой плотности населения; гомогенно внутри пикселя	определяется картой плотности населения; гомогенно внутри пикселя	определяется картой плотности населения; гомогенно внутри пикселя	определяется картой плотности населения; гомогенно внутри пикселя	Область действия: анализ покрытия зоны; распределение пользователей актуально только для анализа охвата населения

Таблица 5: Параметры передатчика

Сценарий	1	2	3	4	Примечания
Параметры передатчика	наружный портативный (карманный)	антенна на крыше	легкий комнатный портативный (карманный)	легкий комнатный антенна 0 dBi	легкий = «в первой комнате», с потерями одной стены
Диаграмма горизонтальной направленности антенны	Трехсекторная диаграмма направленности антенны	Трехсекторная диаграмма направленности антенны	Трехсекторная диаграмма направленности антенны	Трехсекторная диаграмма направленности антенны	См. Приложение 1
Диаграмма вертикальной направленности антенны	нет	нет	нет	нет	Худший вариант – отсутствие диаграммы вертикальной направленности антенны. Может рассматриваться с небольшими ISD (для анализа чувствительности)
EIRP	60 dBm	60 dBm	60 dBm	60 dBm	
Высота антенны T _h	30 м	30 м	30 м	30 м	

Таблица 6: Параметры развертывания сети

Сценарий	1	2	3	4	Примечания
Развертывание сети	наружный портативный (карманный)	антенна на крыше	легкий комнатный портативный (карманный)	легкий комнатный антенна 0 dBi	легкий = «в первой комнате», с потерями одной стены
Структура сети	Обычная шестиугольная Один слой Минимум 5 уровней (кольца)	Обычная шестиугольная Один слой Минимум 5 уровней (кольца)	Обычная шестиугольная Один слой Минимум 5 уровней (кольца)	Обычная шестиугольная Один слой Минимум 5 уровней (кольца)	Трехсекторные антенны во всех пунктах для одинаковой ориентации (0°, 120°, 240°) В Приложении 2 есть иллюстрация структуры сети. Типичные ISD в целях сравнения – 2 км, 3 км, 5 км и 10 км Без «защипывания»
Зона оценки	Шестиугольная зона, определяемая соединением всех пунктов самого внешнего уровня	Шестиугольная зона, определяемая соединением всех пунктов самого внешнего уровня	Шестиугольная зона, определяемая соединением всех пунктов самого внешнего уровня	Шестиугольная зона, определяемая соединением всех пунктов самого внешнего уровня	В Приложении 2 есть иллюстрация зоны оценки.

Таблица 7: Минимальный SNR, требуемый для желаемой спектральной эффективности в зависимости от модели канала

Спектральная эффективность [b/s/Hz]	Индекс MCS	AWGN 1Rx SNR [dB]	TU12 1Rx K=10 dB SNR [dB]	TU12 1Rx SNR [dB]	TU12 2Rx SNR [dB]	TU12 1Rx CDD SNR [dB]
0.14	0	-5.4	-4.4	-1.4	-5.8	-2.4
0.18	1	-4.3	-3.1	0.0	-4.5	-1.0
0.22	2	-3.2	-2.1	1.2	-3.4	0.2
0.29	3	-2.3	-1.0	2.3	-2.3	1.4
0.36	4	-1.4	0.0	3.5	-1.3	2.5
0.44	5	-0.3	1.1	4.8	-0.1	3.9
0.52	6	0.5	2.0	6.0	0.9	5.0
0.62	7	1.9	3.4	7.9	2.5	7.0
0.70	8	2.7	4.4	9.3	3.7	8.3
0.80	9	3.9	5.5	9.4	4.3	8.3
0.88	11	4.8	6.2	11.2	5.2	10.3
0.99	12	5.6	7.1	11.4	6.1	10.3
1.14	13	6.6	8.2	12.6	7.3	11.6
1.30	14	7.7	9.3	13.9	8.4	12.9
1.41	15	8.5	10.1	15.0	9.4	14.0
1.53	16	9.3	11.0	15.9	10.3	15.0
1.64	18	10.7	12.3	16.6	11.3	15.6
1.83	19	11.8	13.4	17.9	12.5	16.9
1.98	20	12.6	14.2	18.9	13.4	17.9
2.14	21	13.6	15.2	20.1	14.5	19.1
2.29	22	14.4	16.0	21.1	15.3	20.1
2.55	23	15.9	17.6	23.3	17.0	22.1
2.74	24	16.8	18.6	24.8	18.2	23.6
2.83	25	17.4	19.2	25.8	18.9	24.5
3.06	26	19.1	21.2	27.3	21.3	26.2
3.17	27	19.8	22.1	28.7	21.4	27.6
3.29	29	20.4	22.4	29.3	22.5	27.8
3.52	30	21.5	23.1	30.1	22.8	28.9
3.67	31	22.4	24.1	31.5	23.6	30.0
3.92	32	23.7	25.4	32.1	25.1	30.9
4.06	33	24.5	26.4	33.7	26.3	32.4
4.24	34	25.5	27.9	36.6	28.2	35.0

'1 Rx' означает приемник с одной антенной и должно применяться в сценариях в Таблице 1 с отметкой «Нет» в строке «Rx разброс». '2 Rx' означает приемник с двумя совместно поляризованными антеннами, разделенными на половину длины волны, давая коэффициент корреляции 0.3, и относится к сценариям в Таблице 1 с отметкой «Да» в строке «Rx разброс»

Соответствующее требование качества – LTE Transport Block Error Rate (BLER) 1%. Предполагается идеальная оценка канала. Это значит, что скорость приемника никак не влияет. Спектральная эффективность измеряется как биты данных на уровне Transport Block. Перегрузки протоколов более высоких уровней не учитываются, и прямая коррекция ошибок прикладного уровня не используется.

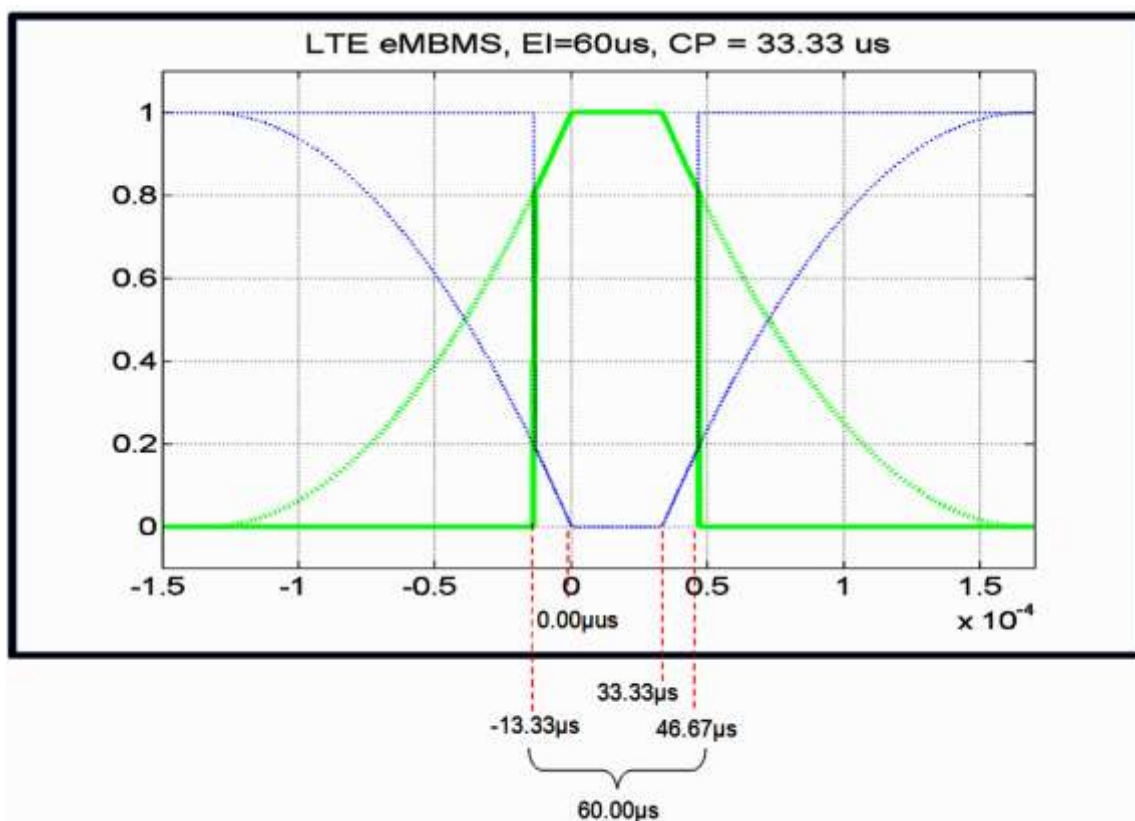
Индекс MCS здесь дан для диапазона 0 – 27, равного диапазону, определенному 3GPP [8] в Таблице 7.1.7.1-1. Индексы 29 – 34 даны для 256 QAM и соответствуют индексам 21 – 26 в Таблице 7.1.7.1-1A. Индексы MCS 28 и 35 не включены, т.к. в подкадре MBSFN недостаточно ресурсных элементов (т.е. эти индексы работают только для одноадресной передачи, где циклический префикс короче).

В колонке "TU12 1Rx CDD" передатчик использует Cyclic Delay Diversity с 2 передающими антеннами, меняя фазу второй антенны для каждой второй поднесущей, и с равным распределением мощности между обеими идентичными антеннами. Пространственные характеристики передающей стороны канала моделируются согласно 3GPP Spatial Channel Model (SCM) [9], стохастической модели, для макроячеек с разделением антенн 10 м и углом выхода волны 15°. Из результирующей спектральной эффективности в таблице указан 1%, т.е. спектральная эффективность лучше для 99% стохастических реализаций канала.

Эти значения – результаты моделирования. Поэтому их следует проверить и, при необходимости, изменить результатами лабораторных измерений.

Ссылки

- [1] GE06 Final Acts, ITU-R, Geneva, 2006
- [2] Recommendation ITU-R P.1546-4: Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz, ITU-R, Geneva, 2009
- [3] Recommendation ITU-R P.1546-5; Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz, ITU-R, Geneva, 2013
- [4] Report ITU-R BT.2254-2, Frequency and network planning aspects of DVB-T2, ITU-R, Geneva, 2012
- [5] Liaison statement from ITU-R WP3K and WP3M to JTG4-5-6-7: Appropriate propagation information where a current Recommendation may not seem to be wholly applicable, July 2013 (Filename “R12-JTG4567-C-0141!!MSW-E.docx”)
- [6] Liaison statement from ITU-R WP3K to WP6A: Report on the Work of Correspondence Group 3K-4 Concerning the Correlation of Short TERM Interfering Signals, March 2013. (Filename “R12-WP6A-C-0198!!MSW-E.docx”)
- [7] Report ITU-R BT.2337-0, Sharing and compatibility studies between digital terrestrial television broadcasting and terrestrial mobile broadband applications, including IMT, in the frequency band 470 - 694/698 MHz, ITU-R, Geneva 2014
- [8] 3GPP Technical Specification 36.213: Physical layer procedures, V12.7.0, Sept. 2015
- [9] 3GPP Technical Report 25.996: Spatial channel model for Multiple Input Multiple Output (MIMO) simulations, V12.0.0, Sept. 2014



Взвешенная функция – 60 μs, T_u=133.33 μs, CP=33.33 μs

Рис. 1: Взвешенная функция задержанных сигналов LTE eMBMS

На Рис. 1 интервал компенсации EI – 60 μs. Сплошные зеленые и синие кривые показывают взвешивание для полезного и помехового сигнала соответственно, с учетом EI (для практически нереального бесконечного EI изображены пунктирные кривые).

Положение взвешенной функции во временной области относительно принимаемого сигнала определяется методом синхронизации. Определенный метод «максимум C/I» смещает взвешенную функцию в диапазоне от t=0 до T_u+C_p и для каждого сдвига определяет результирующее C/I и, наконец, выбирает временной сдвиг t, который максимизирует C/I.

Приложение 1: Определение диаграммы направленности антенны

Антенна каждого сектора имеет горизонтальную диаграмму согласно 3GPP TR 36.814:

Таблица А.1-1: 3GPP Вариант 1 и модификация основных параметров моделирования системы 3 (макроячейки) по сравнению с TR 25.814

Параметр	Предположение
Диаграмма направленности антенны (горизонтальная) (Для 3-секторным базовых станций с фиксированными диаграммами антенн)	$A_H(\varphi) = -\min \left[12 \left(\frac{\varphi}{\varphi_{3dB}} \right)^2, A_m \right]$ $\varphi_{3dB} = 70 \text{ градусов}, A_m = 25 \text{ dB}$

Ориентация электрической оси направленности антенны ($\varphi=0^\circ$) 3 секторов станции находится в углах азимута 0° 120° и 240° .

Приложение 2: Схема развертывания сети

Сеть имеет 5 уровней, считая центральный пункт уровнем 1. Электрические оси направленности антенны показаны стрелками. Зона оценки – внутри зеленого пунктирного шестиугольника. Данный пример развертывания – для $ISD=1000$ м.

