

УДК 621.391.827:621.396.946

ОЦЕНКА УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИЕМА СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ MMDS ПРИ ПОМЕХОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ОТ СИСТЕМ СВЯЗИ LTE/LTE ADVANCED

НОВИКОВА А. А., КОЗЕЛ В. М., КОВАЛЕВ К. А., ПОДВОРНАЯ Д. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: annett.novikova@gmail.com

Аннотация. Цель данной работы заключается в практической проверке условий и методов обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств сотовой подвижной электросвязи технологии LTE/LTE Advanced с радиоэлектронными средствами микроволновой системы распределения телевизионных сигналов технологии MMDS. В результате исследований была определена степень ухудшения качества приема сигналов системы MMDS при помеховом воздействии систем LTE.

Abstract. The purpose of this work is to practically test the conditions and methods for ensuring electromagnetic compatibility of radio electronic means of cellular mobile telecommunications of the LTE / LTE Advanced technology with radio electronic means of a microwave distribution system for television signals of the MMDS technology. As a result of the studies, the degree of deterioration in the quality of reception of MMDS signals under the interference of LTE systems was determined.

В настоящий момент на территории РБ полоса радиочастот 2500-2700 МГц определена для эксплуатации радиоэлектронных средств подвижной службы. Полоса радиочастот 2570-2620 и 2692-2700 МГц выделена для эксплуатации радиоэлектронных средств технологии MMDS. Также для эксплуатации радиоэлектронных средств сотовой подвижной электросвязи технологии LTE выделены полосы радиочастот 2530-2565/2650-2685 МГц. В связи с развитием технологии LTE возникла необходимость в выделении дополнительных полос радиочастот для этой системы, в частности полосы 2500-2530/2565-2570 и 2620-2650/2685-2690 МГц. На рисунке 1 представлена оценка радиочастотной загрузки полосы радиочастот 2500-2700 МГц.

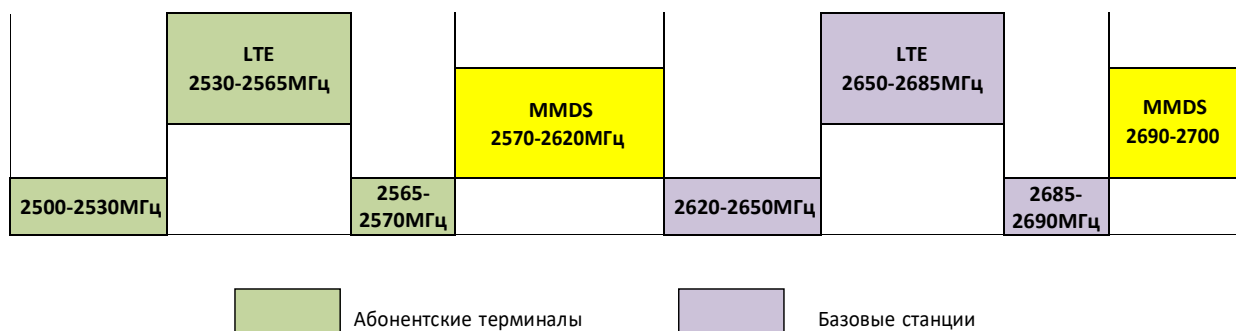


Рис. 1. Оценка радиочастотной загрузки в полосе радиочастот 2500-2700 МГц

В связи с перспективой расширения загрузки полосы радиочастот 2500-2700 МГц, возникает необходимость определения условий обеспечения электромагнитной совместимости двух систем. Для этого были определены следующие задачи:

1. Определение критериев допустимого помехового воздействия технологии LTE на MMDS;
2. Определение степени ухудшения помеховой обстановки при расширении полосы радиочастот для технологии LTE;
3. Определение условий, при котором возможно расширение спектра радиочастот для технологии LTE.

С целью определения степени влияния были проведены экспериментальные исследования помеховое воздействие технологии LTE на приемные тракты абонентских терминалов технологии MMDS с имитацией излучения радиосигналов технологии LTE в полосе радиочастот 2620-2650 МГц и 2650-2685 МГц в присутствии внешнего излучения действующей сети LTE со сравнительной

оценкой степени изменения помехового взаимодействия на терминалах MMDS. С целью упрощения процедуры проведения экспериментальных исследований было исследовано только воздействие базовых станций LTE на приемные тракты абонентских терминалов технологии MMDS в полосе радиочастот 2620-2650 МГц. Выбранный сценарий помехового воздействия является наихудшим по отношению к другим сценариям помехового воздействия, в частности воздействию абонентских станций. Это обусловлено как минимальным частотным разнесом рабочих частот базовых станций LTE и MMDS, так и высокой энергетикой помехового воздействия.

Экспериментальные исследования производились на базе УО БГУИР, НИЛ 1.12 в реальных условиях приема сигналов, формируемых передающим оборудованием системы распределения телевизионных каналов технологии MMDS в г. Минске с фоновым излучением базовых станций и абонентских терминалов сети LTE. Схема измерительной установки представлена на рисунке 2.

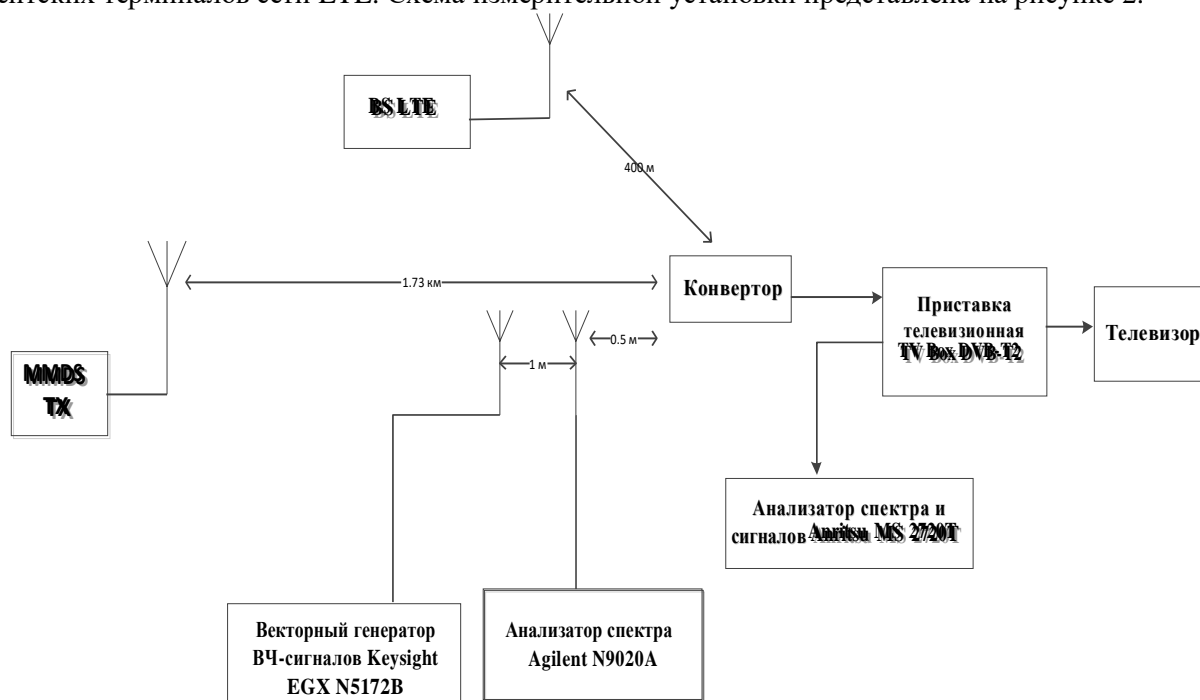


Рис. 2. Схема измерительной установки

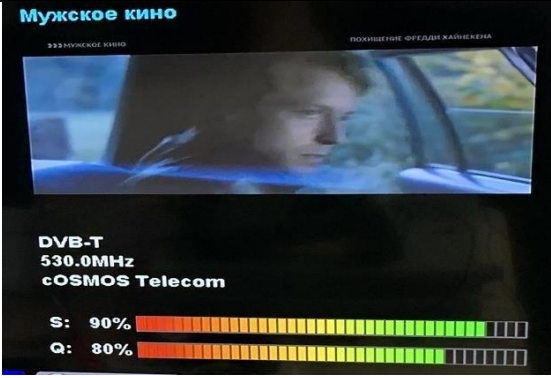


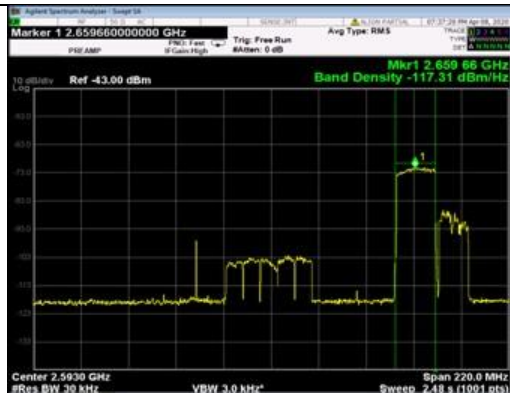
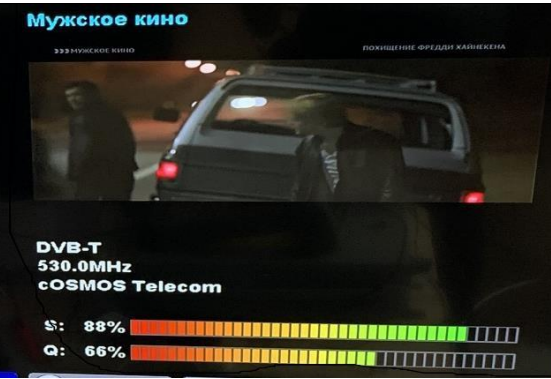

В качестве источника полезного телевизионного сигнала используется эфирный сигнал микроволновой системы распределения телевизионных сигналов технологии MMDS. В качестве имитирующего сигнала использовался сигнал со следующими характеристиками: формат сигнала – OFDM; шаг поднесущих частот – 15 кГц; количество поднесущих частот – 12 на ресурсный блок; количество ресурсных блоков 50+100+100+75 (два канала 10 и 20 МГц и два канала 20 и 15 МГц); модуляция поднесущих частот – 256QAM; вид модулирующего сигнала – случайная последовательность. [1]

Поскольку принятый метод экспериментальных исследований предполагает «эфирный» способ формирования смеси полезного сигнала и помех при оценке степени влияния помехового воздействия на прием телевизионного сигнала используется допусковый метод контроля (интерпретировать состояние параметров грациями «норма», «опасно», «брак») интегрального показателя качества демодуляции полезного сигнала телевизионной приставки «Digital DVB-T2 HD receiver». Данный метод включает в себя следующие критерии:

1. «Норма» – субъективно незаметна деградация качества демодуляции;
2. «Опасно» - деградация качества не более чем в два раза;
3. «Брак» - субъективно заметная деградация интегрального параметра качество на величину более чем в два раза, события срыва изображения или звука, а также «рассыпание», «замораживание» на воспроизводимом изображении.

В качестве критерия допустимости помехового воздействия было определено достижение допускового состояния «опасно». В табл. 1 представлены спектральные характеристики электромагнитной обстановки в месте размещения конвертора MMDS, а также изменения состояния интегрального показателя качества демодуляции полезного сигнала MMDS в пятом мультиплексе (ближайшем по частоте к излучению базовых станций LTE) для различных помеховых ситуаций.

Табл. 1. Результаты экспериментальных исследований

Состояние интегрального показателя качество для различных помеховых ситуаций	Спектр электромагнитной обстановки в месте размещения конвертера MMDS
<p align="center">Ситуация 1 (присутствует только внешнее излучение ближайшей базовой станции действующей сети технологии LTE), «норма». Уровень спектральной плотности сигнала базовой станции LTE/LTE-Advanced — -134дБм/Гц</p>	
 <p>Мужское кино DVB-T 530.0MHz cOSMOS Telecom S: 90% Q: 80%</p>	 <p>Marker 1 2.65966000000 GHz Ref -43.00 dBm Mkr1 2.659 66 GHz Band Density -134.21 dBm/Hz Center 2.5930 GHz Span 220.0 MHz</p>
<p align="center">Ситуация 2 (наряду с внешним излучением присутствует интенсивное имитируемое излучение сигнала технологии LTE), «опасно». Уровень спектральной плотности сигнала базовой станции LTE/LTE-Advanced — -117дБм/Гц</p>	
 <p>Мужское кино DVB-T 530.0MHz cOSMOS Telecom S: 91% Q: 42%</p>	 <p>Marker 1 2.65966000000 GHz Ref -43.00 dBm Mkr1 2.659 66 GHz Band Density -117.31 dBm/Hz Center 2.5930 GHz Span 220.0 MHz</p>
<p align="center">Ситуация 3 (наряду с внешним излучением присутствует интенсивное имитируемое излучение сигнала технологии LTE, работающей в расширенном частотном диапазоне 2620-2650 МГц), «опасно». Уровень спектральной плотности сигнала базовой станции LTE/LTE-Advanced — -124дБм/Гц</p>	
 <p>Мужское кино DVB-T 530.0MHz cOSMOS Telecom S: 88% Q: 66%</p>	 <p>Marker 1 2.63128000000 GHz Ref -43.00 dBm Mkr1 2.631 28 GHz Band Density -123.95 dBm/Hz Center 2.5930 GHz Span 220.0 MHz</p>

Выводы

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены следующие выводы:

1. Расширение полосы радиочастот для технологии LTE увеличивает степень помехового воздействия на приемные тракты абонентских терминалов технологии MMDS;
2. Расширение полосы радиочастот потенциально приведет к уменьшению соотношения сигнал/шум на 7-12 дБ, что в свою очередь соответствует увеличению радиуса потенциальной зоны помехового воздействия в 2-4 раза или на 125-230м;
3. Основными методами обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств технологии LTE/LTE-Advanced и абонентского оборудования микроволновых систем распределения телевизионных программ технологии MMDS является снижение спектральной плотности сигнала LTE/LTE-Advanced на входе приемника MMDS как непосредственно за счет снижения мощности излучаемого сигнала LTE/LTE-Advanced, так и за счет использования избирательных свойств антенн и территориального разнеса конфликтующих средств.

Список использованных источников

1. LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception. 3GPP TS 36.101 version 14.3.0 Release 14.