

УДК 621.396.6:621.397

*Жмакин М. С.*

*Студент*

*Ломакин А. Ф., к.г.н.*

*Преподаватель Департамента электроники,  
телекоммуникации и приборостроения  
Дальневосточный Федеральный Университет*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭМС ОБСТАНОВКИ В  
ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SEAMCAT НА СМЕЖНОМ  
КАНАЛЕ**

*Аннотация: представлены результаты экспериментов, произведенных для одновременно работающих при определенных сценариях стандартов сотовой связи LTE и эфирного цифрового телевидения второго поколения DVB-T2 на смежном канале. Полученные результаты исследования позволили сформировать рекомендации, которые могут быть полезны различным надзорным органам, а также компаниям занимающимся проектированием и развертыванием современных сетей связи.*

*Ключевые слова: DVB-T2, LTE, внутрисистемные помехи*

*Zhmakin M. S.*

*Student*

*Lomakin A. F., Ph. D.*

*Lecturer of the Department of Electronics, Telecommunications  
and Instrument Engineering Far  
Far east Federal University*

*Abstract: the results of experiments performed for LTE cellular communication standards and second-generation DVB-T2 terrestrial digital television on an adjacent channel operating simultaneously under certain scenarios are presented. The obtained results of the study allowed us to form recommendations that can be useful to various supervisory authorities, as well as companies engaged in the design and deployment of modern communication networks.*

*Keywords: DVB-T2, LTE, in-system interference*

Для того что бы провести оценку внутрисистемных помех при работе систем цифрового телевизионного радиовещания и систем LTE проведем моделирование их влияния друг на друга при различных условиях.

Вопрос рассматривается по результатам моделирования возможной ситуации на основе программного комплекса SEAMACAT. Параметры моделирования сети DVB-T2 представлены в таблице 1, помеховая сеть LTE моделировалась на совмещенном, смежном каналах передатчика DVB- T2 (807,25, 815,25 МГц).

Таблица 1 – Параметры моделируемых систем

Параметры систем	Tx LTE	Tx DVB-T2
Мощность, dBm	46	60
Частота, МГц	815.25	815.25
Полоса частот, МГц	1 0	
Высота подвеса антенн, м	30	30

При моделировании принят следующий способ расчета уровня полезного сигнала передатчика DVB-T2 и отношения сигнал шум. Критерием принадлежности точки пространства к зоне обслуживания будем считать условие, когда напряженность поля полезного сигнала

выше напряженности поля помехи на величину большее или равное защитному отношению, которое в нашем случае как уже отмечалось равно 35,3 дБ. Дополнительным критерием является временная задержка прихода сигнал от передатчика LTE в точку приема. Если эта задержка превышает длительность защитного интервала сигнал считается помехой. В нашем случае все сигналы передатчика LTE, приходящие с расстояние более 10 км будут считаться помехой. Моделирование изложенной ситуации проводилось с использованием метода Монте-Карло при котором количество численных экспериментов принималось числом не менее 1000.

Обобщённые результаты исследований рассчитывались по известным формулам статистики. Результаты эксперимента на смежном канале сведены в таблицу 2.

Проведем моделирование на смежном канале и проанализируем результаты.

Таблица 2 – Моделирование на смежном канале 815,25 БС МГц

Расстояние от БС LTT до Rx DVB-T2, км	Расстояние от БС LTT до TX DVB-T2, км	46 dBm БС LTE		Потери битрейта, %
		Уровень сигналаTx DVB-T2 в точке Rx DVB-T2	Уровень сигналаTx LTE в точке Rx DVB-T2	
12	5	-85	-100	16,408
17	10	-85	-103	11,71
22	15	-85	-108	6,7

По результатам моделирования видно, что воздействие сигнала LTE уменьшилось смотри, но на расстояниях меньше 12 км работающий передатчик LTE на смежном канале все еще может создавать интерференционные помехи блокирующий полезный сигнал DVB-T2.

При работе на смежном канале процент потери пакетов уменьшился и при максимальном разносе передатчиков уже составил 6,7 процентов. Результаты моделирования помех на смежном канале представлены в таблице 3.

Таблица 3– Уровень интерференционных помех на смежном канале

Расстояние от БСЛТТ до ТХ DVB-T2, км	Уровень мешающего воздействия сигнала LTE, dBm		Уровень блокирующего воздействия сигнала LTE, dBm		Уровень совместных помех, dBm	
	Среднее	Средне-медианное	Среднее	Средне-медианное	Среднее	Средне-медианное
5	-94,73	-94,69	-100,39	-100,35	-93,69	-93,65
10	-99,72	-100,39	-105,37	-106,5	-98,67	-99,35
15	-105,38	-105,8	-111,03	-111,46	-104,33	-104,76

Проведя анализ воздействия сигнала LTE на смежном канале, видно, что уровень мешающего и блокирующего сигнала значительно уменьшился и составил от минус 93 dBm до минус 104 dBm. Совместные уровни помех представлены на рисунке 1.

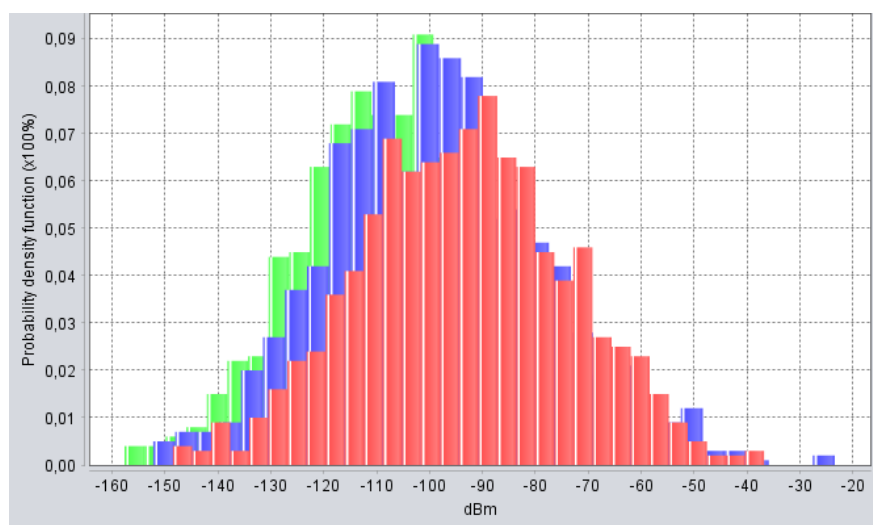


Рисунок 1 – График распределения помех

Совместный уровень мешающих и блокирующих помех, так же, как и на совмещенном канале сдвигается в меньшую сторону при увеличении территориального разноса между передатчиками. Однако данные помехи все еще могут создавать трудности в приеме полезного сигнала, в случае близкого нахождения БС LTE от передатчика DVB-T2.

Анализируя результаты моделирования, можно отметить, что использование цифрового дивиденда DVB-T2 при развертывании систем LTE на территориях с действующими системами цифрового телевидения может привести к блокирующим и мешающим воздействиям со стороны сигнала LTE в случае использования смежных каналов. На смежном канале вещание вести возможно, но на приемной стороне необходимо устанавливать дорогостоящие фильтры, в ином случае необходим территориальный разнос на расстояния больше 15км.

#### **Использованные источники:**

1. Ломакин А. Ф., Стеценко Г. А. Некоторые особенности одночастотной сети DVB-T2 города Владивостока // Вестник Инженерной школы ДВФУ. - 2016. - № 4. - С. 25–38.
2. Школьный С.И. Способ модернизации SFN DVB-T. // Научный журнал T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2015. Т. 9. - № 5. - С. 57–62.
3. Ломакин А. Ф. Возможный алгоритм модернизации сети DVB-T2 / А. Ф. Ломакин, Г. А. Стеценко // Вестник Инженерной школы ДВФУ (Владивосток). – 2017. -Т. № 4(33). – С. 139 –147