

Анализ технических характеристик радиоэлектронных средств телевизионного вещания и сухопутной подвижной службы для оценки их электромагнитной совместимости

Б. М. Антипин¹, Е. М. Виноградов²

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

¹boris_antipin@mail.ru, ²vinog1936@mail.ru

Аннотация. Technical characteristics of electronic facilities of DVB-T2 system and land mobile service, which are necessary for electromagnetic compatibility analysis are considered. This material can also be useful in developing a methodological procedure.

Ключевые слова: DVB-T2 and LTE characteristics; electromagnetic compatibility; out-of-band and spurious emissions; protection ratio

I. ВВЕДЕНИЕ

Для анализа электромагнитной совместимости (ЭМС) необходимо иметь информацию о технических характеристиках передающих и приемных устройств систем радиосвязи, к которым, в первую очередь, относятся мощности передатчиков, допустимое отклонение частот, уровни внеполосных и побочных излучений, а также такие характеристики приемников как защитное отношение и уровни блокирования [1].

Целью статьи является анализ технических характеристик радиоэлектронных средств (РЭС) телевизионного вещания для возможности оценки их электромагнитной совместимости с РЭС сухопутной подвижной службы (СПС) в полосах совместного использования.

II. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РЭС

Для радиоэлектронных средств, цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T2 согласно [2–6] выделены полосы в диапазоне радиочастот 470–790 МГц. Технические характеристики радиоэлектронных средств сухопутной подвижной службы в диапазоне радиочастот 694–862 МГц сформулированы в нормативных документах [7–9]. В п.2 [7] полосы радиочастот 791–862 МГц выделены для создания на территории Российской Федерации сетей связи стандарта LTE и последующих его модификаций. Кроме того, в п.3 данного документа полоса частот 694–876 МГц определена как перспективная для дальнейшего расширения многодиапазонных сетей связи стандарта LTE и последующих его модификаций.

В приложении № 1 приказа Минкомсвязи [9] приводятся требования к параметрам радиointерфейса базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced, включая режим LTE-Advanced Pro. Там же даются допустимые уровни внеполосных и побочных излучений передатчиков. В табл.1 приведены допустимые уровни внеполосных излучений передатчиков базовых станций при ширинах полос частотного канала 5, 10, 15 и 20 МГц

Уровни мощности внеполосных и побочных излучений передатчиков стандартов DVB-T2 приведены в [5]. На рис.1 показана маска спектра сигнала передатчика, в которой уровень 0 дБ соответствует общей выходной мощности, а измерения проведены в полосе 4 кГц. По оси абсцисс указана частота относительно средней частоты радиоканала в МГц. Пунктирная линия соответствует стандартной спектральной маске, сплошная – критической маске.

Уровень мощности внеполосных составляющих выходного сигнала передатчика в области отстроек ± 12 МГц от центральной частоты радиоканала не должен выходить за пределы ограничительной маски. Маска устанавливает допустимый уровень внеполосных составляющих спектра при отсутствии устройств, требующих дополнительного подавления внеполосных излучений. При этом, если в соседних радиоканалах работают аналоговые телевизионные передатчики, расположенные на одной мачте, при одинаковой поляризации излучаемых сигналов, то в случае неравенства излучаемых мощностей передатчиков к значениям подавления внеполосных излучений ограничительной маски следует прибавить корректирующую величину ΔP , дБ, определяемую по формуле

$$\Delta P = 10 \lg P_a / P_{\text{ц}}$$

где P_a – мощность в пике синхроимпульса аналогового передатчика, $P_{\text{ц}}$ – средняя мощность цифрового передатчика.

Маска спектра выходного сигнала передатчиков для критических случаев по стандарту DVB-T2 накладывает более жесткие ограничения на уровни внеполосных составляющих спектра выходного сигнала передатчика и

применяется только в особых случаях, определяемых органами государственного контроля и надзора за использованием радиочастотного спектра.

ТАБЛИЦА I Уровни внеполосных излучений (включая продукты интермодуляции) при полосе частотного канала 5; 10; 15; 20 МГц (диапазоны рабочих частот ниже 1 ГГц)

Пределы расстройки центра полосы измерительного фильтра от несущей, Δf	Допустимый уровень внеполосных излучений, дБм	Ширина полосы измерительного фильтра, кГц
$0,05 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5,05 \text{ МГц}$	Линейно убывает от -7 до -14	100
$5,05 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10,05 \text{ МГц}, \Delta f_{\max})$	-14	100
$10,05 \text{ МГц} \leq \Delta f < \Delta f_{\max}$ (от 10,05 МГц до граничной частоты полосы частот передачи)	-13	100

Требования к защитным отношениям и порогам блокирования для приемников эфирного телевизионного вещания стандарта DVB-T2 при помехах от сигналов базовых и абонентских станций LTE в смежных каналах

сформулированы в [5]. В табл. 2 приведены значения защитных отношений, когда помехой сигналу DVB-T2 является сигнал БС LTE, а в табл. 3 – значения порогов блокирования для этой ситуации

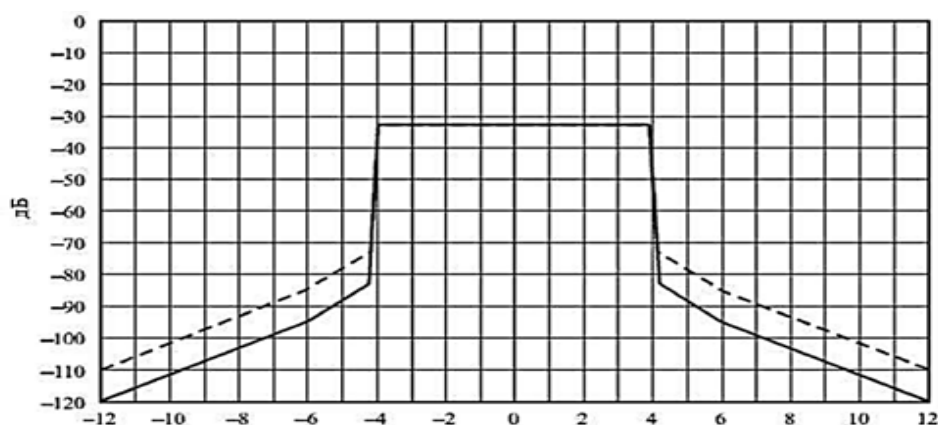


Рис. 1. Вид ограничительной маски спектра выходного сигнала радиопередатчика стандарта DVB-T2

Требования к техническим характеристикам и к защитным отношениям для приемников эфирного телевизионного вещания стандарта DVB-T2 сформулированы в [6]. А именно:

1. Приемник должен соответствовать требованиям ЭМС по ГОСТ Р 51318.13 и ГОСТ Р 51318.20.
2. Значения защитных отношений, приведенные в [9], относятся к базовому режиму DVB-T2 с параметрами:
 - Размерность БПФ 32К.

- Ширина полосы сигнала 8 МГц.
- Скорость кода 2/3.
- Длина блока FEC 64800
- Отношение Сигнал/шум (для канала с аддитивным белым гауссовским шумом) 19,7 дБ.
- Скорость передачи данных 40,2 Мбит/с.

ТАБЛИЦА II ЗАЩИТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ПРИ ПОМЕХАХ СИГНАЛУ DVB-T2 ОТ СИГНАЛА БС LTE В СМЕЖНЫХ КАНАЛАХ

Номер смежного канала относительно канала с полезным сигналом	Разнос между центральными частотами каналов, МГц.	Защитные отношения, дБ		
		Загрузка БС трафиком 0%	Загрузка БС трафиком 50%	Загрузка БС 100%
1	10	-21	-38	-36
2	18	-29	-46	-45
3	26	-33	-44	-43
4	34	-37	-48	-45
5	42	-39	-46	-48
6	50	-44	-49	-49

ТАБЛИЦА III Порог блокирования при помехах сигналу DVB-T2 от сигнала БС LTE в смежных каналах

Номер смежного канала относительно канала с полезным сигналом	Разнос между центральными частотами каналов, МГц.	Порог блокирования, дБм		
		Загрузка БС трафиком 0%	Загрузка БС трафиком 50%	Загрузка БС трафиком 100%
1	10	-23	-14	-15
2	18	-16	-9	-9
3	26	-16	-9	-8
4	34	-15	-13	-8
5	42	-16	-8	-8
6	50	-16	-8	-8
7	58	-16	-7	-8
8	66	-17	-8	-8
9	74	-16	-8	-8

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрение характеристик РЭС телевизионного вещания и сухопутной подвижной службы создает реальные предпосылки для разработки методики расчета ЭМС этих средств в полосах совместного использования. Кроме того, имея информацию об этих характеристиках, оценку ЭМС радиоэлектронных средств рассмотренных систем радиосвязи можно произвести и по результатам радиоконтрольных измерений уровней сигналов и помех, применяя алгоритм оценки ЭМС [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Анализ технических характеристик радиоэлектронных средств телевизионного вещания и сухопутной подвижной службы в диапазоне радиочастот 694-862 МГц для оценки электромагнитной совместимости / Б.М.Антипин, Е.М.Виноградов // В сборнике статей XXIII Международной науч.-практич. конференции «EurasiaScience», Москва, 15 августа 2019 г. С.73-75.
- [2] Решение ГКРЧ от 17.12.2007 № 07-22-02-001 «Об использовании полос радиочастот 174-230 МГц и 470-862 МГц для целей телевизионного вещания».
- [3] Решение ГКРЧ от 16.03.2012 № 12-14-07 «Об использовании радиоэлектронными средствами цифрового эфирного телевизионного вещания стандарта DVB-T2 полос радиочастот 174-230 МГц и 470-790 МГц».
- [4] ГОСТ Р 55696-2013 Телевидение вещательное цифровое. Передающее оборудование для цифрового наземного телевизионного вещания DVB-T/T2. Технические требования. Основные параметры. Методы измерений».
- [5] ГОСТ Р 56458-2015 Телевидение вещательное цифровое. Защитные отношения для целей планирования сетей цифрового наземного телевизионного вещания второго поколения (DVB-T2).
- [6] ГОСТ Р 55947-2014 Телевидение вещательное цифровое. Приемники для эфирного цифрового телевизионного вещания DVB-T2. Основные параметры. Технические требования. Методы измерений и испытаний.
- [7] Решение ГКРЧ от 08.09.2011 № 11-12-02 «Об использовании радиочастотного спектра радиоэлектронными средствами стандарта LTE и последующих его модификаций».
- [8] Решение ГКРЧ от 02.10.2012 № 12-15-02 «Об унификации технических характеристик сетей связи стандарта UMTS и стандарта LTE и последующих его модификаций».
- [9] Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 29.10.2018 N 572. "Об утверждении Правил применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи. Часть VI. Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced"
- [10] Антипин Б.М., Виноградов Е.М. Анализ оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2013. Вып.1. С. 102-110.