

ЗАЩИТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ДЛЯ СИГНАЛОВ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОМЕХ ОТ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

В статье рассматриваются результаты измерений в лабораторных условиях для определения защитных отношений для сигналов телевизионного вещания на основе субъективной оценки качества воспроизведения полезного сигнала при воздействии помех от непрерывных гармонических колебаний.

Ключевые слова: телевидение, радиопередающая станция, критерия, полезный сигнал, помеха, защитные отношения.

I.A. Ormonova - teacher at OshTU,
T.T. Moidunov – c. t. s., associate professor, OshTU

PROTECTIVE RELATIONS FOR THE SIGNALS OF THE TELEVISIONAL BROADCASTING AT INFLUENCE OF HINDRANCES FROM HARMONIC VIBRATIONS

In the article the results of measuring are examined in laboratory terms for determination of protective relations for the signals of the televisional broadcasting on the basis of subjective estimation of quality of reproducing of useful signal at influence of hindrances from continuous harmonic vibrations.

Keywords: television, radiotransmitter station, criterion, useful signal, hindrance, protective relations.

Введение. В настоящее время в Республике Кыргызстан осуществляется поэтапный переход от аналогового к цифровому телевизионному вещанию (ЦТВ) в стандарте DVB-T. В этих условиях обеспечение качества вещания и беспомеховой работы как цифрового, так и аналогового вещания является актуальной задачей. Контроль за соблюдением условий использования радиочастотного спектра является одной из важных функций Государственной комиссии по радиочастотам и ее радиочастотных служб. Для этих целей должны быть определены защитные отношения (ЗО) при каждом сценарии взаимодействия различных типов полезных и мешающих сигналов, например, случай защиты полезного сигнала DVB-T от помех аналогового телевидения и т.д.

В Кыргызстане нормы на защитные отношения для системы аналогового ТВ вещания установлены в М 018 [1]. В данном нормативном документе приведены минимально допустимые значения защитных отношений для аналогового телевидения в диапазонах частот *alivation of wanted television signals interfered with continuous waves, are considered* 48,5-100; 174-230 и 470-790 МГц. Нормы являются обязательными при планировании сетей телевизионных радиопередающих станций с амплитудной

сопровождения. При разработке нормативного документа М 018 взаимодействие систем аналогового и цифрового телевизионного вещания не рассматривалось. Поэтому, с учетом поэтапного перехода на цифровое вещание, вопрос разработки и принятия защитных отношений является актуальным.

В настоящей статье представлены результаты лабораторных исследований по определению защитных отношений в условиях воздействия помехи от непрерывных гармонических колебаний (CW) на полезный сигнал цифрового ТВ вещания DVB-T. При определении ЗО на входе приемника не учитывается эффект от применения направленных приемных антенн и использования разной поляризации электромагнитных волн для передачи полезного и мешающего сигналов.

Методы определения защитных отношений

Защитные отношения наиболее часто используются в качестве критерия электромагнитной совместимости (ЭМС) аналоговых и цифровых систем радиосвязи, так как качество сигнала на выходе приемника обычно монотонно зависит от отношения сигнал/помеха на входе. Например, заданное качество обеспечивается при выполнении критерия ЭМС, заключающегося в том, что отношение сигнал/помеха должно быть выше 30.

При работе двух радиопередатчиков в точках А и В (полезный сигнал на частоте $f_{\text{сигн}}$ и мешающая помеха на частоте $f_{\text{пом}}$) качество вещания в точке С определяется защитным отношением $E_{\text{сигн}}/E_{\text{пом}}$ (рис. 1).

В случае работы передатчиков на общей несущей частоте в совмещенном канале $f_{\text{сигн}} = f_{\text{пом}}$, 30 между ними зависят от рода их работы (телевидение; УКВ ЧМ, АМ вещание, цифровое вещание), а при работе с разносом несущих частот 30 также зависят и от избирательности приёмной аппаратуры. На величину 30 влияют многие факторы:

- частотный разнос между несущими полезного сигнала и мешающей помехи (сигнала);
- вид и глубина их модуляции;
- способ обработки сигнала и метод кодирования;
- характеристики приемника (чувствительность, избирательность).

При передаче аудио или видео информации определение 30 осуществляется путем субъективной оценки. Необходимо отметить, что субъективная оценка отличается для случаев приема сигналов аналогового и цифрового вещания аудио или видео информации. Общедоступное руководство по обеспечению необходимых условий проведения измерений 30 содержится в Рекомендациях МСЭ-R. Зависимость потери качества от входного отношения сигнал/помеха оценивается по результатам наблюдения. Результаты субъективных оценок подвергаются статистической обработке и представляются в виде таблиц и графиков.

В соответствии с Рекомендацией ITU-R BT.1368 [2] все 30 для полезных цифровых сигналов измеряются при мощности на входе приемника минус 60 dBm (49 dB (μV) при 75 Ω). Уровень мощности цифрового сигнала измеряется как среднеквадратичное значение мощности излучаемого сигнала в полосе канала.

Рекомендуется определить 30 для двух степеней деградации качества приема:

- RQ1 - по критерию PFP (Picture failure point), который выполняется, если наблюдаются визуальные ошибки в течение более чем одного из трех периодов наблюдения с длительностью 10 s;
 - RQ2 - возникновение событий срыва, рассыпания, замораживания изображения или звука.
- Настройка уровней полезного сигнала и помехи (шума) осуществляется шагами на 1 dB. Длительность каждого измерения должна быть равной одной минут и количество измерений должно быть не менее количества программ, передаваемых в общем транспортном потоке [3].

Измерения 30 выполнены в лабораторных условиях для канала Гаусса. Для этого в канал введен Additive White Gaussian Noise (аддитивный белый гауссовский шум). Схема измерения 30 показана на рис. 2.

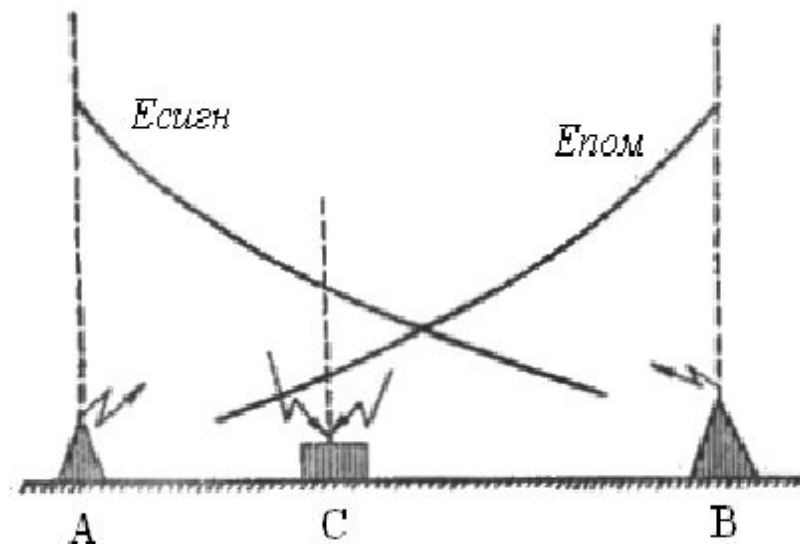


Рис. 1. Критерий определения качества приема

Для того чтобы влияние аддитивного Гауссова шума не искажал результаты оценки влияния помех, отношение $C/N = \text{сигнал} / (\text{белый шум})$ на выходе источника полезного сигнала DVB-T был установлен на достаточно высоком уровне, равный 35 dB.

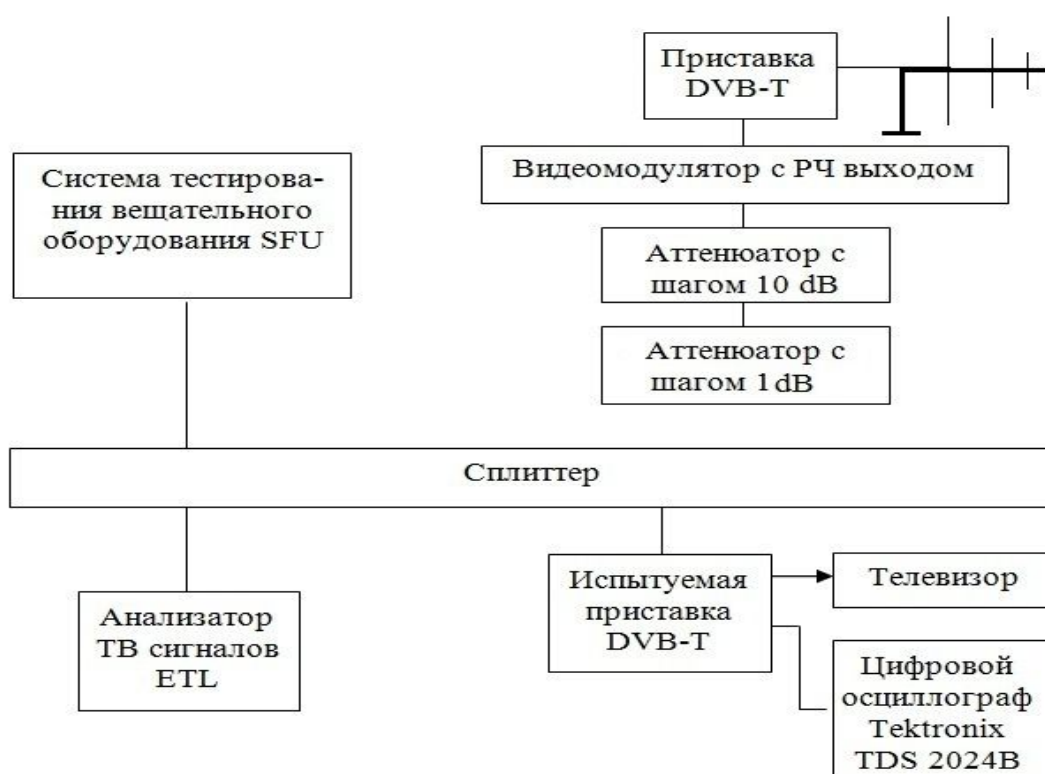


Рис. 2. Схема измерения параметров цифровой телевизионной приставки DVB-T

Результаты измерения

Полученные ЗО применимы для мешающих сигналов с узкой полосой, например, аналоговых звуковых несущих или сигналов на радиовещательных службах. Следует отметить, что точная структура защитного отношения и частотного сдвига между сигналом OFDM и мешающим сигналом CW подвержена циклическим вариациям.

На рис. 3 ÷ 8 показаны зависимость ЗО от частоты сдвига при различной модуляции и скорости кодирования для критериев RQ1 и RQ2

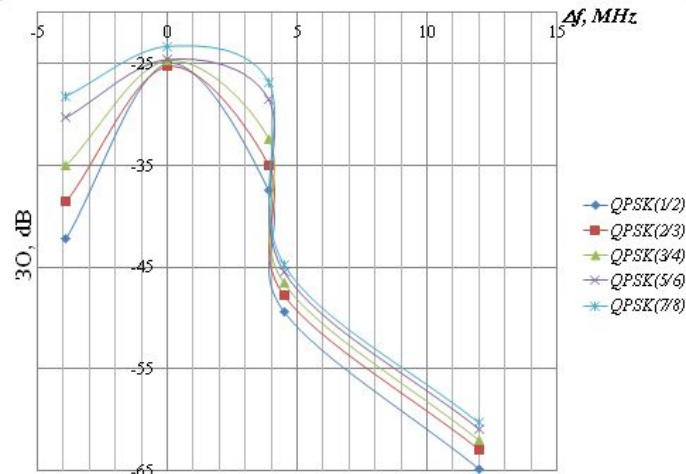


Рис. 3. Зависимость ЗО от частотного при модуляции QPSK (RQ1)

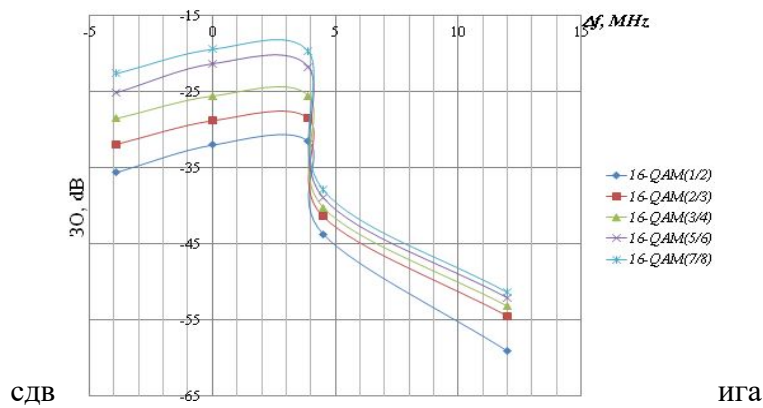


Рис. 4. Зависимость ЗО от частотного сдвига при модуляции 16-QAM (RQ1)

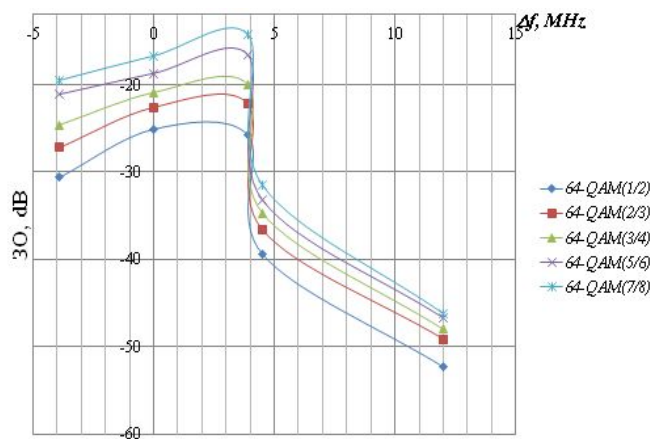


Рис. 5. Зависимость ЗО от частотного сдвига при модуляции 64-QAM (RQ1)

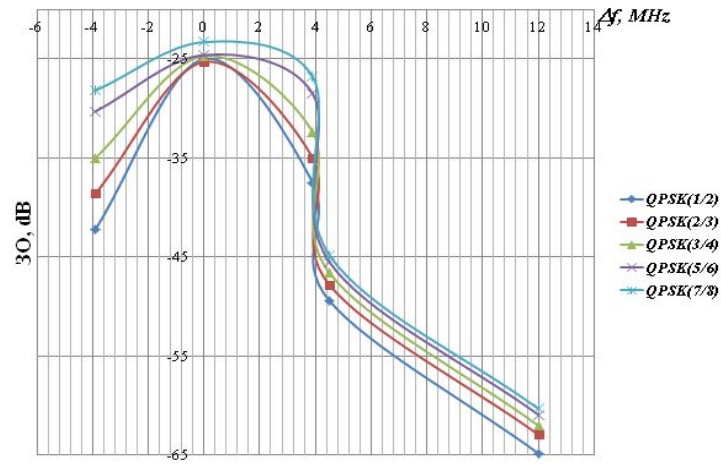


Рис. 6. Зависимость 30 от частотного сдвига при модуляции QPSK (RQ2)

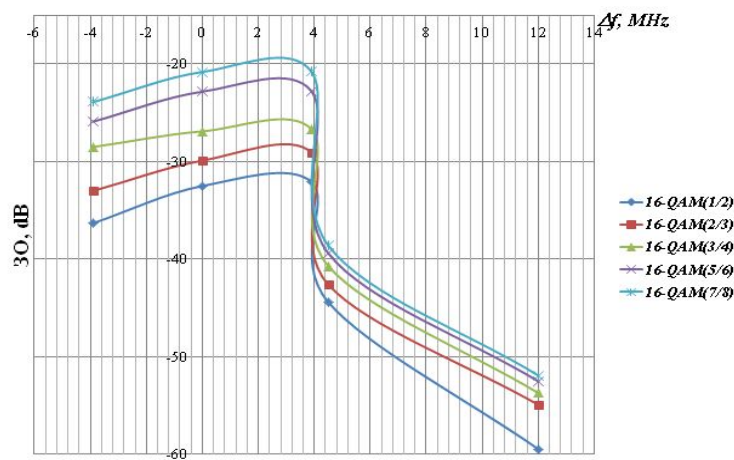


Рис. 7. Зависимость 30 от частотного сдвига при модуляции 16-QAM (RQ2)

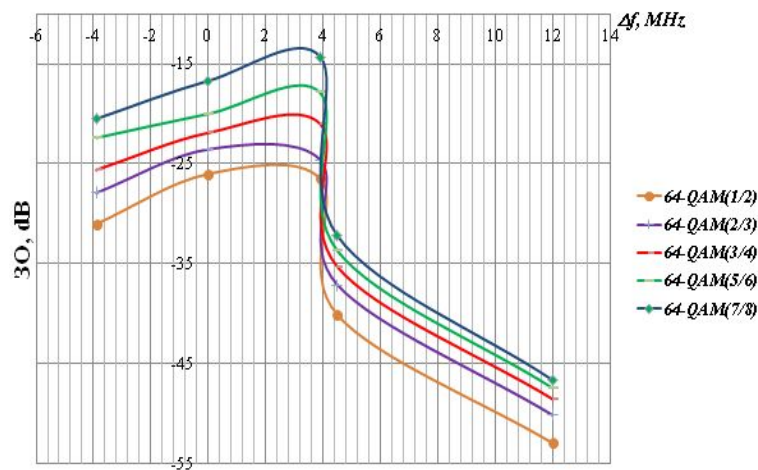


Рис. 8. Зависимость 30 от частотного сдвига при модуляции 64-QAM (RQ2)

Здесь, QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) - квадратурная фазовая манипуляция, QAM (Quadrature Amplitude Modulation) - квадратурная амплитудная манипуляция. В скобках указывается

кодовая скорость сверточного кодирования Рида Соломона - 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8.

Результаты измерений ЗО при воздействии синусоидального непрерывного сигнала показывают резкое уменьшение ЗО при разносе частот полезного и мешающего синусоидального сигнала более 4 МГц. Это объясняется тем, что ширина полосы спектра полезного сигнала DVB-T равна 8 МГц, тем самым 4 МГц соответствует половине ширины спектра. При разносе частот более 4 МГц несущая мешающего сигнала выходит за края спектра полезного сигнала и ее негативное влияние резко снижается. При увеличении разности частот между полезным и мешающим непрерывным сигналами, значения ЗО снижаются, т.е. сигнал менее подвержен влиянию помехи.

Заключение:

Следует отметить что, защитные отношения при помехе по совмещенному каналу значительно выше защитных отношений при помехе по соседним(внеполосным) каналам. При помехе по совмещенному каналу, разница между значениями защитных отношений по критерию RQ1, которая соответствует возникновению более одной ошибки в течение 20 с и критерию RQ2, которая соответствует полному прекращению приема, составляет в среднем 3 дБ. В качестве целей для дальнейшей работы можно назвать определение защитных отношений в случае воздействия мешающих сигналов мобильной связи стандартов UMTS и CDMA на полезный сигнал цифрового ТВ вещания DVB-T. Определение защитных отношений позволит планировать и внедрять сети радиосвязи и радиовещания с учетом обеспечения установленных норм качества их функционирования.

Литература:

1. ITU-R BT.1368. Критерии планирования, включая защитные отношения, для услуг наземного цифрового телевидения в диапазонах ОВЧ/УВЧ.
2. ITU-R BT.500 Методика субъективной оценки качества телевизионных
3. М 018:2003 Нормы на защитные отношения для системы телевизионного вещания.