

1. Общие требования и рекомендации по методам измерений и контроля ширины полосы радиочастот и внеполосных излучений радиопередатчиков гражданского применения

1.1 Общие требования к измерениям и контролю

1.1.1 Контроль ширины полосы радиочастот и внеполосных излучений осуществляется по результатам измерений уровня и частоты составляющих спектра сигнала при непосредственном подключении к высокочастотному тракту радиопередатчика или дистанционно – без непосредственного подключения к нему (т.н. режим измерений при связи между контролируемым передатчиком и измерительным приемником по полю).

Полоса радиочастот и внеполосных излучений радиопередатчика должна удовлетворять требованиям, приведенным в Нормах 19-13, с учетом погрешности, приписанной используемой методике измерений.

1.1.2 При измерении контрольной ширины полосы радиочастот (КШП) и внеполосных излучений с подключением к высокочастотному тракту должна быть обеспечена возможность управления режимами работы передатчика для установления рекомендуемого режима работы. Если измерение производится дистанционно, то управление режимами работы передатчика не обязательно, но рекомендуется.

1.1.3 Контроль ширины полосы радиочастот и внеполосных излучений осуществляется путем измерения контрольной ширины полосы частот и ширины полосы частот по уровням – 40, – 50 и – 60 дБ относительно нулевого уровня.

1.1.4 При контроле радиопередатчиков с перекрытием диапазона частот более 2 – измерения производят на трех частотах диапазона (в начале, середине и в конце диапазона).

При коэффициенте перекрытия менее 2 – измерения производят на одной частоте, близкой к середине диапазона.

При невозможности управления режимами передатчика (см. п. 1.1.1), измерения производят на рабочей частоте радиопередатчика.

1.1.5 Метрологические характеристики используемых средств измерений и вспомогательного оборудования должны обеспечивать необходимую точность измерений. Конкретные требования к ним должны определяться в соответствующих методиках измерений, уточняющих настоящие методы измерений.

1.1.6 Для радиопередатчиков, в которых используются классы излучений R3EGN, R3EJN, J3EJN, H3EJN, R7BCF, J7BCF, допускается производить контроль выполнения настоящих Норм только для класса излучения J3EJN.

Для радиопередатчиков, использующих классы излучений B8EJN, B8EGN и B9WWX, контроль производится только для класса излучения B8EJN.

1.1.7 Если нормативно-технической документацией (НТД) на какое-либо радиосредство распространяется стандарт, предусматривающий определение ширины полосы внеполосного излучения, отличающейся по измеряемому уровню внеполосного излучения от уровня – 30 дБ, производится пересчет ширины полосы к уровню B_k (B_{-30}) с использованием таблицы 1.

Таблица 1

Уровень, предусмотренный НТД	-24 дБ	-26 дБ	-28 дБ	-35 дБ	-40 дБ
Коэффициент пересчета к B_k	$B_k = 1,25B_{-24}$ $B_{-24} = 0,8B_k$	$B_k = 1,15B_{-26}$ $B_{-26} = 0,87B_k$	$B_k = 1,07B_{-28}$ $B_{-28} = 0,93B_k$	$B_k = 0,86B_{-35}$ $B_{-35} = 1,17B_k$	$B_k = 0,73B_{-40}$ $B_{-40} = 1,37B_k$

Примечание:

Пересчет произведен, исходя из средней величины наклона огибающей внеполосного спектра 12 дБ на октаву.

По формулам взаимозависимости величин B_n и B_k для рассматриваемого (заявляемого) класса излучения может быть произведено определение необходимой ширины полосы излучения (НШПИ) и проверка соответствия заявленной НШПИ, предусматриваемой Нормами 19-13.

Пример: Для класса излучения G1B в заявке указана ширина полосы внеполосного излучения 23 кГц на уровне -28 дБ, то есть $B_{-28} = 23$ кГц.

В соответствии с таблицей 1 $B_k = 1,07B_{-28}$, то есть $B_k = 23$ кГц $\times 1,07 = 24,6$ кГц.

Поскольку по нормам для G1B (таблица 3) соотношение $B_k = 1,4B_n$, в общем случае для данной заявки необходимая ширина полосы излучения $B_n = 24,6 / 1,4 = 17,6$ кГц.

1.2 Условия измерений

1.2.1 Условия окружающей внешней среды: температура и давление окружающей среды, относительная влажность воздуха, определяются рабочими условиями, в которых разрешено использование СИ и вспомогательных средств.

При отличии реальных условий измерения от нормальных, в погрешности измерений должна учитываться дополнительная погрешность.

1.2.2 При обеспечении возможности управления режимами передатчика (см. п. 1.1.1), измерение КШП и внеполосных излучений проводят при номинальном значении мощности излучения, предусмотренном условиями применения радиопередатчика, приведенным в разрешении на использование радиочастот или радиочастотных каналов. При измерениях должны быть предприняты меры, чтобы испытываемые радиопередающие устройства не создавали недопустимых помех.

1.2.3 Испытуемый радиопередатчик должен работать в режиме модуляции излучаемого сигнала испытательными сигналами, приведенными в подразделе 1.3.

Если установление передатчика в указанный режим невозможно, то измерения производятся в одном из штатных режимов, предусмотренных в ТУ на радиопередатчик.

1.2.4 В ходе измерений необходимо исключить влияние электромагнитных излучений и колебаний посторонних источников на результаты измерений и контроля. Требования к допустимым уровням помеховых излучений должны быть определены в соответствующих методиках измерений, уточняющих настоящие методы измерений.

1.2.5 При измерении КШП и внеполосных излучений уровень шумов должен быть меньше заданного (исходного) уровня на величину, равную $(X + 10)$ дБ, где X – уровень сигнала относительного заданного (исходного) уровня на котором измеряется ширина полосы частот.

1.2.6 Дополнительные условия при дистанционном измерении КШП и внеполосных излучений.

Условия окружающей внешней среды:

– отсутствие осадков;

– воздействие на антенну различных факторов окружающей внешней среды, приводящих к увеличению погрешности измерения (самопроизвольное изменение положения измерительной антенны вследствие воздействия на нее ветровой нагрузки, изменение характеристик антенны при расположении в непосредственной близости от отражающих поверхностей, наличие импульсных и других видов помех), должно быть снижено до такого уровня, когда вызываемая этими факторами дополнительная погрешность не будет превышать допустимой величины, установленной конкретной методикой измерений.

Измерительная площадка, на которой проводятся измерения, должна удовлетворять следующим условиям:

– площадки измерений должны иметь прямую видимость на антенну излучающего средства;

– вдоль линии распространения радиосигнала, на расстоянии равном максимальному радиусу первой зоны Френеля $r_{\text{пх}} = 0,288675\sqrt{\lambda_0 r}$, где λ_0 – длина волны излучения, r – расстояние между передающей и измерительной антеннами, не должно быть переизлучателей (металлических конструкций и сооружений, линий электропередачи и т.п.) и затеняющих местных предметов, отсутствие которых контролируется визуально;

– минимальное расстояние между антенной испытуемого передатчика D_a и антенной измерительной установки $D_{\text{иа}}$ должно соответствовать дальней зоне этих антенн и определяется одним из следующих уравнений:

$$r_{\text{мин}} = \frac{2D^2}{\lambda_0}, \text{ если } D_a < 0,4 \times D_{\text{иа}} \text{ или } D_{\text{иа}} < 0,4 \times D_a, \quad (1)$$

где D – максимальный размер раскрыва наибольшей из антенн, м², или

$$r_{\text{мин}} = \frac{5D_a D_{\text{иа}}}{\lambda_0}, \text{ если } D_a \approx D_{\text{иа}} \quad (2)$$

Для слабонаправленных антенн минимальное расстояние между ними должно удовлетворять условию $r_{\text{мин}} \geq \lambda_0$.

Измерительная антенна должна быть установлена в пространстве в соответствии с поляризацией измеряемого сигнала и ориентирована по максимуму принимаемого сигнала. Рекомендуется установить измерительную антенну в точку, через которую проходит луч, исходящий из фазового центра антенны контролируемого РЭС в направлении главного максимума ее диаграммы направленности, но на высоту не менее 3 м над уровнем подстилающей поверхности.

1.2.7 Для классов излучения, не имеющих в данных нормах специфических правил измерения ширины контрольной полосы и внеполосных излучений, применяются общие правила, предусмотренные в Рекомендациях МСЭ-Р.

1.3 Испытательные сигналы для проведения измерений и контроля радиопередатчиков

1.3.1 При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучения A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, FID, FIE, F2B, F7E, AIBBN, F7B, F8B, GIB, GIE, GIF, GIW, G2B, G2D, G7D, G7E, G7F, G7W, измерения производятся при модуляции радиопередатчика испытательным сигналом типа "прямоугольные телеграфные точки".

При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучения A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, G1D, G2B, G1E, G1F, G1W, G2D, G7D, G7E, G7F, G7W, измерения производятся при максимальной скорости манипуляции, оговоренной в ТУ на испытуемый радиопередатчик.

При контроле радиопередатчиков морской подвижной службы, работающих классом излучения G1BCN в режиме узкополосной относительной фазовой телеграфии (УОФТ), измерения производятся при скорости телеграфирования $B = 0,88 B_{\text{макс}}$, где $B_{\text{макс}}$ – максимальная скорость телеграфирования в радиоканале.

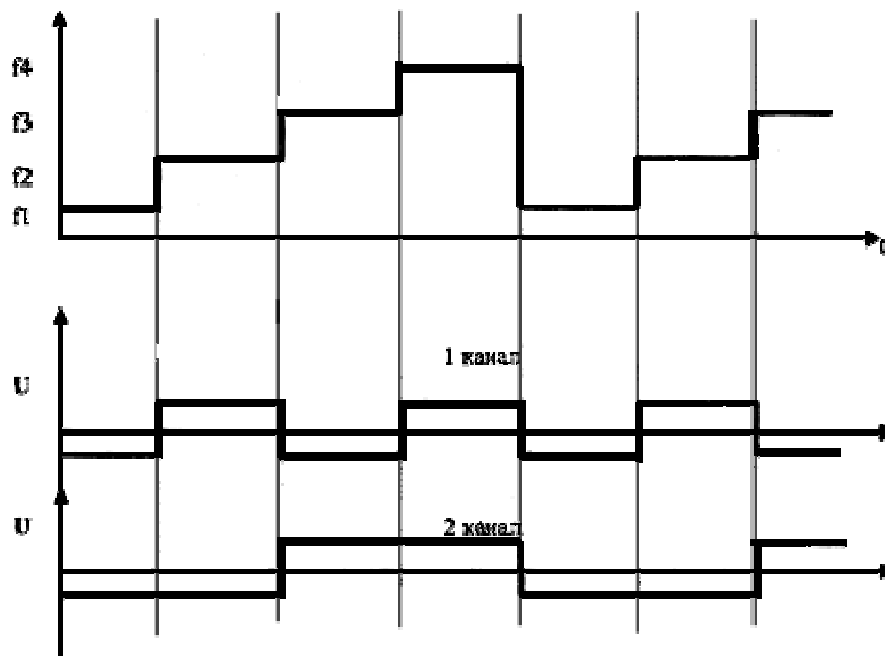
При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F1BCN, FID, FIE, F2B, измерения производятся при максимальных штатных значениях девиации частоты на максимальной скорости манипуляции и при наиболее часто применяемых сочетаниях девиации и скорости манипуляции.

1.3.2 При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучения F7BDX, F7D, F7E, F8B, испытательный сигнал формируется путем манипуляции обоих каналов радиопередатчика "телеграфными точками", скорость и синхронизация которых выбраны таким образом, чтобы мгновенная частота (фаза) радиопередатчика последовательно принимала все четыре значения в течение равных промежутков времени (рисунок 1).

При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F7BDX, измерения производятся при максимальном разное частот и максимальной скорости манипуляции (по одному из каналов).

Примечание.

Если при измерениях с использованием указанных манипулирующих сигналов радиопередатчик удовлетворяет Нормам 19-13 (раздел 4) в части синхронного режима работы каналов, следует считать, что радиопередатчик будет удовлетворять требованиям и в части асинхронного режима работы каналов.



f_1 – частота, соответствующая "отжатию" в первом и втором каналах; f_2 – частота, соответствующая "нажатию" в первом и "отжатию" во втором каналах; f_3 – частота, соответствующая "отжатию" в первом и "нажатию" во втором каналах; f_4 – частота, соответствующая "нажатию" в первом и втором каналах; U – манипулирующее напряжение.

Рисунок 1 – Формирование испытательного сигнала для радиопередатчиков, работающих классом излучения F7BDX

1.3.3 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F1C-- или F3C--, испытательный сигнал представляет собой синусоидальный сигнал с частотой 1,9 кГц, модулированный по амплитуде с коэффициентом модуляции, равным 90 %, частотой 1,1 кГц. Измерения ширины полосы частот производятся при девиации частоты на выходе радиопередатчика, равной 1500 Гц.

1.3.4 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения A3C-- или R3C--, испытательный сигнал представляет собой синусоидальный сигнал с частотой 1,9 кГц, модулированный по частоте синусоидальным сигналом с частотой 550 Гц и девиацией 400 Гц (имитация передачи черно-белых штриховых изображений). Коэффициент глубины модуляции на выходе радиопередатчика устанавливается равным 90 %.

1.3.5 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F3EGN, испытательный сигнал представляет собой синусоидальный сигнал с частотой, равной максимальной модулирующей частоте с коэффициентом нелинейных искажений, не превышающим 1 %. Измерения производятся при максимальной девиации частоты. Девиация устанавливается с точностью не хуже 5 %.

Примечание.

Нормы на контрольную ширину полосы частот излучений вещательных радиопередатчиков с широкополосным линейным трактом модуляции выполняются, если не превышает установленное

техническими условиями максимальное значение девиации частоты при соблюдении норм на нелинейные искажения, шумы и фон радиопередатчиков.

1.3.6 При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучений A3EJN, A3EGN, H3EJN, J3EJN, R3EJN, R3EGN, R7BCF, J7BCF, F3EJN, B8EJN, B9WWX, измерения производятся на шумовых испытательных сигналах, сформированных с помощью фильтров.

При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения A3EGN или R3EGN, используется фильтр, формирующий вещательный сигнал (п. А.1.2).

При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучений R7BCF, J7BCF, B9WWX, а также радиопередатчиков подвижной службы, работающих классами излучений A3EJN, R3EJN, H3EJN, J3EJN, F3EJN, в качестве формирующего фильтра применяется любой фильтр, имеющий полосу пропускания телефонного канала, используемого в данной службе.

Во всех остальных случаях в качестве формирующего фильтра используется фильтр, формирующий речевой сигнал (п. А.1.1). Для передатчиков, работающих классами излучений B8EJN, B9WWX, шумовой испытательный сигнал подается через формирующие фильтры в каждый из каналов.

1.3.7 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F8EJF, в качестве испытательного сигнала используется шумовой сигнал от передатчика измерителя переходных помех.

1.3.8 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения D7W, в качестве испытательного сигнала используется сигнал от генератора псевдослучайной последовательности импульсов.

1.3.9 При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучений F3F, F8WWN, в качестве испытательного сигнала используется сигнал от генератора испытательных телевизионных сигналов.

1.3.10 При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучений M7E, PONAN или K1B--, Q1B--, измерения производятся в режиме модуляции радиопередатчика некодированными импульсами, длительность которых должна быть наименьшей из предусмотренных в ТУ на испытуемый радиопередатчик. В случае невозможности работы радиопередатчика в режиме только коротких импульсов допускается производить измерения в рабочем или испытательном режиме модуляции.

1.3.11 При контроле радиопередатчиков, работающих с COFDM модуляцией в классе X7EWX в стандарте T-DAB измерения проводятся при использовании испытательного COFDM сигнала, сформированного в соответствии со стандартом ETSI ETS 300 401 и имеющего параметры: количество несущих 1536, модуляция QPSK, относительная скорость кода $\frac{8}{32}$, длительность защитного интервала 246 мкс, разнос несущих 1 кГц, скорость цифрового потока 2,048 Мбит/с, вид первичного сигнала: псевдослучайная последовательность с параметрами порождающего полинома $1+X^{17}+X^{20}$.

1.3.12 При контроле радиопередатчиков, работающих с COFDM модуляцией в классе X7FWX в стандарте DVB-T (DVB-T2) или X7WWX при цифровой передаче данных, измерения проводятся с использованием испытательного OFDM сигнала, сформированного в соответствии со стандартом ETSI EN 300 744 и имеющего параметры: количество несущих 1705, QAM-64, относительная скорость кода $\frac{1}{2}$, относительная величина защитного интервала $\frac{1}{4}$, полезная скорость потока данных 14,93 Мбит/с, вид первичного сигнала: псевдослучайная последовательность с параметрами порождающего полинома $1+X^{18}+X^{23}$, структура синхробайта 47_{HEX}, длина суперкадра 3024x188 байт, в начале каждого суперкадра генератор псевдослучайных последовательностей должен устанавливаться в состояние «все единицы». При контроле радиопередатчиков, работающих с COFDM модуляцией в стандарте DRM, должны использоваться параметры стандартного испытательного COFDM сигнала.

1.4 Установка уровней испытательных сигналов

1.4.1 Уровни испытательных сигналов при контроле радиопередатчиков, работающих классами излучений A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, FID, FIE, F2B, F7E, AIBBN, F7B, F8B, GIB, GIE, GIF, GIW, G2B, G2D, G7D, G7E, G7F, G7W, задаются уровнем немодулированной (неманипулированной) несущей, а для излучения класса R3C-- уровнем поднесущей.

1.4.2 Уровни шумовых испытательных сигналов при контроле радиопередатчиков, работающих классами излучений A3EJN, A3EGN, R3EJN, R3EGN, B8EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX, F3EJN, устанавливаются следующим образом.

На вход радиопередатчика от низкочастотного генератора подается синусоидальный сигнал с частотой 600 Гц при использовании фильтра, формирующего речевой сигнал, 1000 Гц при использовании фильтра, имеющего полосу пропускания телефонного канала, или 300 Гц при использовании фильтра, формирующего вещательный сигнал (Приложение А).

Уровень входного синусоидального сигнала устанавливается таким образом, чтобы обеспечивалась 100 % модуляция радиопередатчика, работающего классом излучения A3EJN или A3EGN, номинальная пиковая мощность радиопередатчиков, работающих классами излучений R3EGN, R3EJN, B8EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX, или номинальная девиация частоты радиопередатчика, работающего классом излучения F3EJN.

Замечается среднеквадратическое напряжение этого сигнала U_{sin} . Затем на вход радиопередатчиков, работающих классами излучений A3EJN, A3EGN, R3EGN, R3EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B8EJN, B9WWX, через тот же формирующий фильтр подается шумовой сигнал, уровень которого устанавливается таким образом, чтобы эффективное напряжение шума, измеряемое тем же вольтметром, было равно $U_{\phi} = K_s U_{\text{sin}}$.

Если невозможно обеспечить коэффициент модуляции, равный 100% (при излучении класса A3EJN или A3EGN), допускается устанавливать среднеквадратическое значение напряжения шумового сигнала по соотношению $U_{\text{ш}} = 2K_s U'_{\text{sin}}$, где U'_{sin} – эффективное значение уровня сигнала, обеспечивающее коэффициент модуляции, равный 50 %.

Значение коэффициента K_s для различных случаев указано в таблице 2.

Таблица 2

Класс излучения	Дополнительная характеристика	K_s
A3EGN, A3EJN	Радиовещание и телефония	0,35
	Радиопередатчики воздушных судов воздушной подвижной службы	0,47
H3EJN, R3EJN, R3EGN, J3EJN, J7BGF, F3EJN, R7BCF	Радиовещание и телефония, включая радиопередатчики подвижной службы, многоканальная тональная телеграфия	0,47
B8EJN	Телефония 2-го канала	0,33
	Телефония 4-го канала	0,23

Необходимый уровень шумового сигнала при измерениях классов излучений R3EJN, R3EGN, J3EJN, B8EJN, J7BCF может устанавливаться с помощью выходной мощности радиопередатчика таким образом, чтобы при подаче шумового сигнала средняя выходная мощность радиопередатчика составляла 0,25 от его номинальной пиковой мощности.

При контроле радиопередатчиков, которые работают только с определенными типами электроакустических преобразователей (микрофон, ларингофон и т.д.) и имеют ограничители динамического диапазона входного сигнала, уровень шумового сигнала на входе радиопередатчика устанавливается равным $U_{ш} = K_s U_{\sin \text{ ном}}$, где $U_{\sin \text{ ном}}$ – среднеквадратическое значение номинального напряжения, создаваемого электроакустическим преобразователем, указанное в ТУ на этот преобразователь, K_s – коэффициент из таблицы 2.

При контроле радиопередатчиков, у которых нормируется среднеквадратическое значение входного напряжения модулятора, среднеквадратическое напряжение шумового сигнала должно устанавливаться равным этому значению.

1.4.3 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F8EJF, уровень шумового испытательного сигнала, подаваемого на вход оконечного оборудования телефонного ствола, рассчитывается по формуле $P_{\text{ш.исп.}} = P_{\text{к.вх.}} + P_{\text{загр.}}$, где $P_{\text{к.вх.}}$ – номинальный уровень одного канала ТЧ на входе оконечного оборудования телефонного ствола РРЛ; $P_{\text{загр.}}$ – средний уровень многоканального сообщения, определяемый разделом 1.1 таблицы 4.1 Норм 19-13.

1.4.4 При контроле радиопередатчиков, работающих классом излучения F8WWN, уровень испытательного сигнала (размах сигнала яркости, подаваемого на вход оконечного оборудования телевизионного ствола РРЛ) должен быть равен 1 В.

1.4.5 При контроле радиопередатчиков, работающих классами излучения D7D, D7W, параметры испытательного сигнала устанавливаются в соответствии с ГОСТ 26886-86.

1.5 Измерения контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений

1.5.1 Измерения контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений радиопередатчиков при непосредственном подключении к высокочастотному тракту производятся по структурной схеме, представленной на рисунке 2а (в обобщенном виде), а при дистанционном измерении – по структурной схеме, представленной на рисунке 2б (в обобщенном виде).

При измерениях используется та часть схемы, которая соответствует методу измерений данного класса излучения, указанной в данном разделе.

При необходимости измерительная аппаратура помещается в экранированную камеру.

Примечание:

При контроле РЭС, подпадающего под действие международного или национального стандарта с уровнями измерения, отличными от установленных для бланка формы № 1 "ТТД РЭС", должен производиться пересчет к контрольной ширине полосы частот на уровнях -30 дБ или -40 (60) дБ соответственно (см. таблицу 1).

Для радиопередатчиков, использующих классы излучений F9B, F9E, F9D, контроль производится в каждом канале, отличающемся по типу передаваемой информации по методу, который применим к типу передаваемой информации.

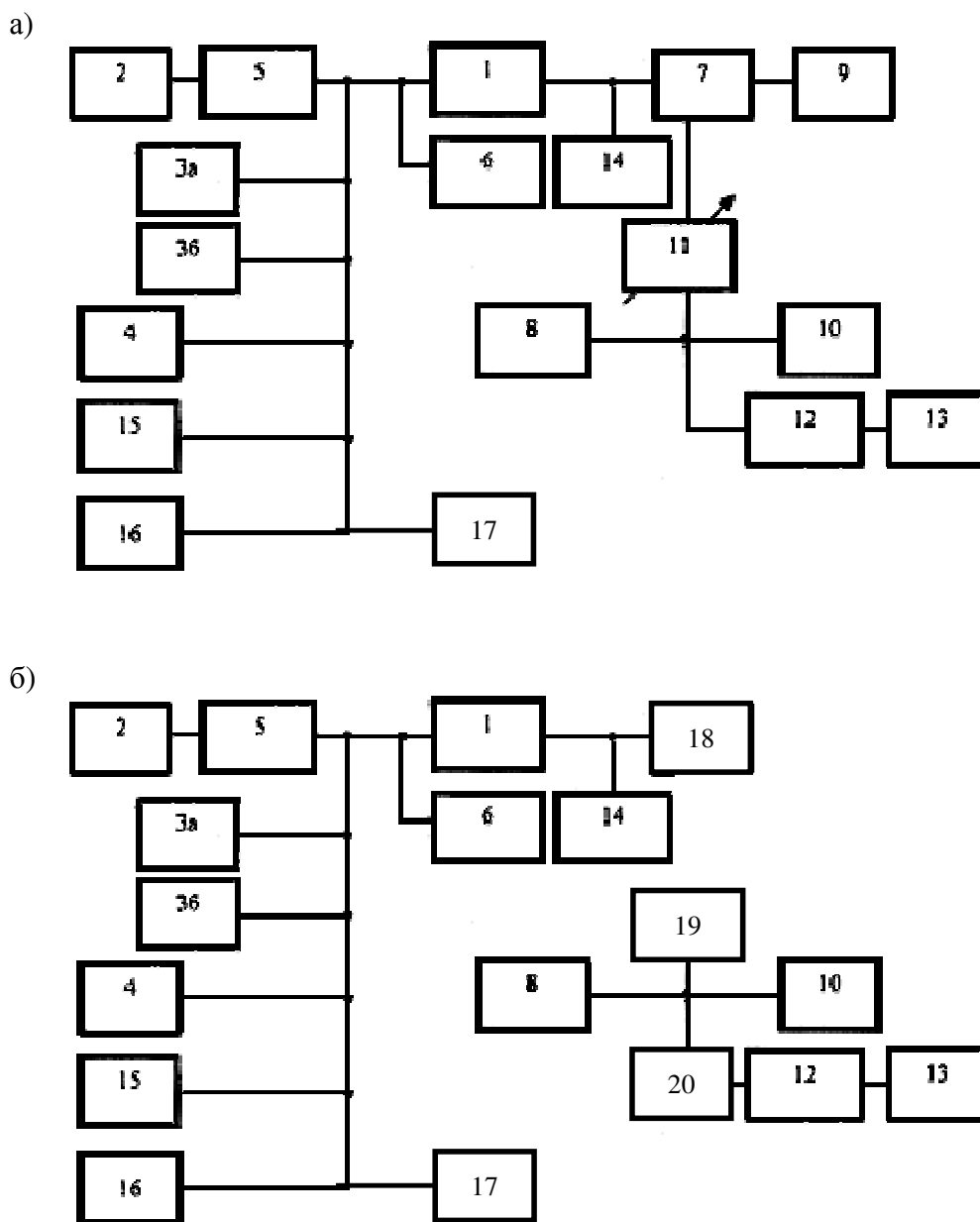
1.5.2 Структурная схема измерений ширины полосы радиочастот и внеполосных излучений радиопередатчиков приведена на рисунке 2.

1.5.3 Для измерения контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений рекомендуется использовать цифровые анализаторы спектра или измерительные приемники, построенные на основе быстрого преобразования Фурье.

Для расширения динамического диапазона анализатора спектра и снижения собственных шумов, особенно при дистанционных измерениях, рекомендуется использовать внутренние или внешние малощумящие усилители (МШУ).

1.5.4 Параметры анализатора спектра устанавливаются исходя из следующих критериев.

Полоса пропускания узкополосного тракта анализатора спектра на уровне минус 3 дБ (Δf) при использовании периодических испытательных сигналов выбирается в 3 раза меньше частоты манипуляции, а для импульсных классов излучений – близкой к $0,1/\tau$. При контроле импульсных классов излучений форма частотной характеристики узкополосного тракта анализатора спектра должна быть близкой к колоколообразной.



1 - радиопередатчик; 2 - генератор шума; 3а, 3б - звуковые генераторы; 4 - имитатор телеграфных сигналов; 5 - формирующий фильтр; 6 - вольтметр с квадратичным детектором; 7 - элемент связи (направленный ответвитель); 8 - измеритель коэффициента АМ; 9 - эквивалент антенны; 10 - измеритель девиации частоты ЧМ; 11 - аттенюатор; 12 - анализатор спектра; 13 - частотомер; 14 - измеритель мощности; 15 - передающее устройство измерителя переходных помех; 16 - генератор испытательных телевизионных сигналов, 17 - генератор цифровых сигналов, 18 - антенна передатчика, 19 - измерительная антенна, 20 - МШУ.

Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема измерений ширины полосы радиочастот и внеполосных излучений радиопередатчиков:

- а) при непосредственном подключении к высокочастотному тракту;
 б) при дистанционном измерении.

При использовании шумовых испытательных сигналов Δf должна быть не более $0,05B_k$.

Полоса обзора анализатора спектра Π (а при использовании анализатора спектра, подключаемого к тракту УПЧ приемника, и ширина полосы пропускания приемника) устанавливается в 1,5 – 2 раза шире значений ширины полосы частот, рассчитанных по данным таблицы 4.1 Норм 19-13.

Постоянная времени последетекторного фильтра и время анализа анализатора спектра выбираются в зависимости от класса излучения радиопередатчика следующим образом:

– при измерении излучений классов A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, F3EGN, F1C--, F3C--, F7BDX, F1E, F1D, F7D, F7E, F8B, F9B, G1D, G1E, G1F, G1W, G7D, G7E, G7F, G2B, G2D, постоянная времени должна быть минимальной из устанавливаемых в анализаторе спектра; время анализа (T) должно удовлетворять условию

$$T \geq \frac{\Pi}{\Delta f^2}, \quad (3)$$

при этом могут использоваться анализаторы спектра с линейным или логарифмическим детектором;

– при измерении излучений классов A3EJN, A3EGN, R3EJN, R3EGN, B8EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX, F3EJN, F8EJF и D7W могут использоваться анализаторы спектра с линейным, квадратичным и логарифмическим детекторами, при этом постоянная времени (τ') должна удовлетворять условию

$$\tau' \geq 16/\Delta f. \quad (4)$$

Время анализа прибора, имеющего или линейный, или квадратичный, или логарифмический детектор выбирают исходя из наклона огибающей спектра Q :

$$\left. \begin{aligned} T_{\text{лин}} &\geq \frac{132,8 \Pi}{\Delta f B_k [3,4(1 + 3/Q)]^2} \\ T_{\text{кв}} &\geq \frac{188,8 \Pi}{\Delta f B_k [3,4(1 + 3/Q)]^2} \\ T_{\text{лог}} &\geq \frac{18880}{\Delta f B_k Q^2} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Анализатор спектра должен обеспечивать указанное время анализа.

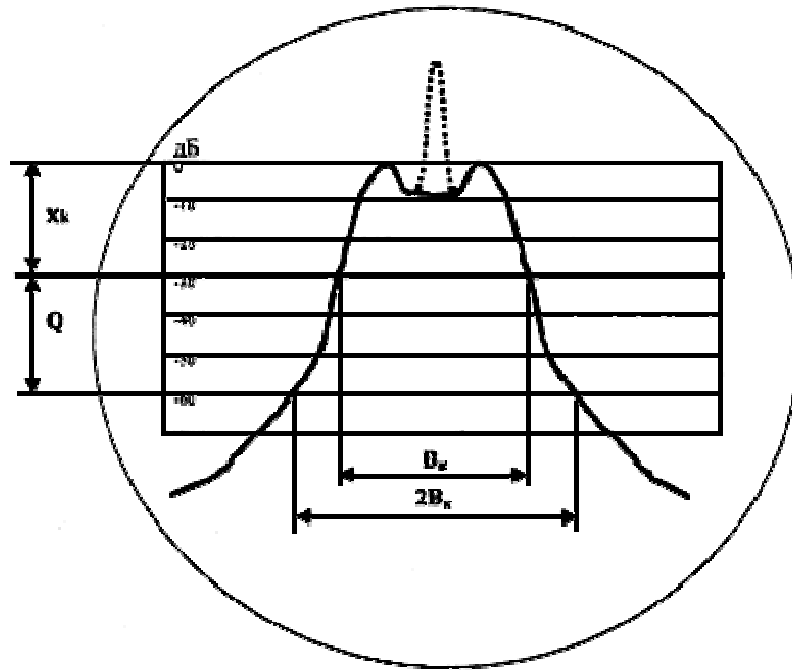


Рисунок 3 – Оценка величины наклона огибающей спектра

Оценка величины Q производится перед точными измерениями ширины контрольной полосы частот излучения следующим образом.

Полоса обзора анализатора спектра выбирается в 3 – 4 раза шире B_k , после чего величина Q оценивается непосредственно по экрану анализатора спектра с логарифмическим детектором в соответствии с рисунком 3 или по разности показаний аттенуаторов анализатора спектра при отсчете на отметке шкалы "0 дБ" последовательно значений B_k и $2 \times B_k$.

Примечание.

Допускается производить оценку величины Q по разности уровней Q' между полосами B_k и $1,5 \times B_k$. Тогда величина Q рассчитывается по формуле $Q = 1,7 \times Q'$.

При измерениях уровней внеполосного излучения цифровых передатчиков звукового вещания стандарта T-DAB с классом излучения X7EWX и телевизионных передатчиков стандарта DVB-T с классом излучения X7FWX или цифровой передачи данных с классом излучения X7WWX в диапазоне частот, соответствующих спектральной маске, проводится анализатором спектра с шириной статической полосы пропускания на уровне -3 дБ (Δf) 4 кГц в соответствии с инструкцией по его эксплуатации; для передатчиков звукового вещания стандарта DRM с классом излучения X7EWX величина параметра $\Delta f = 1 \div 10$ Гц

При измерениях излучений классов PONAN, K1B--, Q1B-- – постоянная времени последетекторного фильтра должна быть минимальной из устанавливаемых на анализаторе спектра.

Время анализа выбирается из условия $T \geq 50/F_c$, где F_c – частота следования импульсов.

При измерении параметров излучений, носящих импульсный характер, для более точных измерений рекомендуется синхронизировать анализатор спектра с источником излучений.

1.5.5 Нулевой уровень (Уровень 0 дБ) на анализаторе спектра, относительно которого отсчитываются измерительные уровни X дБ, устанавливается следующим образом (Приложение Н Норм 19-13):

– при измерениях излучений классов A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, H2BFN, J2A, J2BBN, J2BCN, F1B, F1BCN, G1BCN, F3EGN, F1C--, F3C--, F7BDX, FID, FIE, F2B,

F7E, F7B, F7D, F8B, F8D, GIB, GIE, GIF, GIW, G2B, G2D, G7D, G7E, G7F, G7W – по уровню немодулированной (неманипулированной) несущей;

– при измерениях излучений классов A3C--, R3C-- – по уровню немодулированной поднесущей;

– при измерениях излучений классов PONAN, K1B--, Q1B-- – по уровню максимальной составляющей спектра выходного каскада радиопередатчика при его модуляции испытательным сигналом;

– при измерениях излучений классов A3EJN, A3EGN, R3EJN, R3EGN, B8EJN, B8EGN, D7W, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX, F3EJN, F3EHN, F3F, F8EJF, F8WWN, F9D, F9E – по максимальному уровню огибающей спектра (установка нулевого уровня) в пределах боковой полосы частот, т.е. уровень отклика анализатора спектра, соответствующего несущей частоте, не учитывается (см. рисунок 3);

– при измерениях излучений технологии открытых систем стандартов 802.16, 802.11a, 802.11n классы излучений - G7W, D7W; стандарта 802.11b, GSM класс излучений - G7D; стандарта 802.15 класс излучений - F7D; стандартов IMT-2000/UMTS (IMT-DS) и IMT-2000/UMTS (IMT-TC) классы излучений - G7W, G7D, G7E; цифровых радиорелейных систем связи псевдохронной цифровой иерархии классы излучений - G7W, G7D, G7E, F7W, F7D, F7E; цифровых радиорелейных систем связи псевдохронной цифровой иерархии классы излучений – G7W, G7D, G7E, F7W, F7D, F7E - по величине максимальной спектральной плотности мощности излучения;

– при измерениях излучений классов X7EWX, X7FWX, X7WWX – устанавливается соответствующим полной мощности COFDM сигнала, измеренного калориметрическим измерителем мощности (измерителем средней мощности).

Примечание.

Если при измерениях излучения класса A3EGN максимальный уровень спектральной плотности мощности в пределах боковой полосы частот маскируется откликом от несущей, спектр на экране анализатора устанавливается таким образом, чтобы на уровне минус 10 дБ ширина полосы частот излучения была равна 4 кГц.

Амплитуда соответствующей спектральной составляющей на экране анализатора спектра устанавливается на отметку "0 дБ", или, если это не может быть обеспечено, в качестве отметки нулевого уровня принимают максимальную величину спектральной плотности мощности излучения. Далее от этого исходного уровня отсчитываются другие стандартизированные уровни: минус 30, 40, 50 и 60 дБ.

Установка нулевого уровня и собственно измерения контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений должны производиться при одних и тех же параметрах анализатора спектра: полосы пропускания узкополосного тракта, времени развертки и постоянной времени последетекторного фильтра.

1.5.6 После установки нулевого уровня осуществляют измерения контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений.

Отсчет контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений производят непосредственно по шкале анализатора спектра на соответствующих уровнях по частотному интервалу между крайними спектральными составляющими, превышающими этот уровень (рисунок 4).

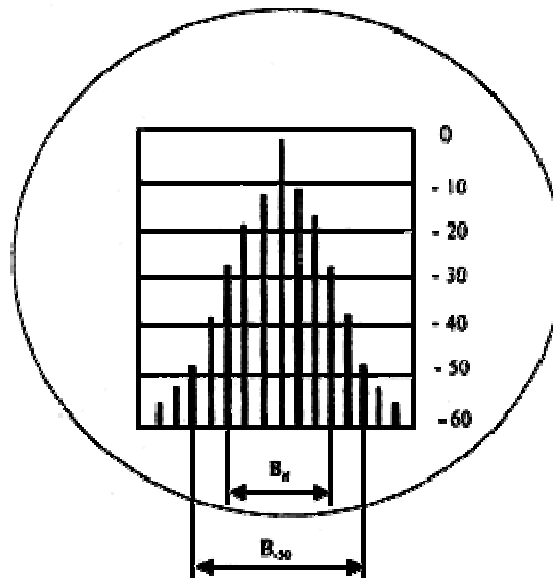


Рисунок 4 – Отсчет контрольной ширины полосы частот и внеполосных излучений на анализаторе спектра с логарифмическим детектором

Если при этом измеряемая ширина полосы частот излучения выйдет за пределы полосы обзора анализатора спектра, что приведет к необходимости ее увеличения, то после изменения полосы обзора необходимо повторно произвести калибровку анализатора спектра (установку нулевого уровня в соответствии с п. 1.5.5). После этого следует повторить описанные выше операции.

1.5.7 При дистанционном измерении КШП и внеполосных излучений для снижения погрешностей измерений, вызванных замираниями, выполняют не менее 5 наблюдений, при этом устанавливают измерительную антенну в нескольких точках отстоящих друг от друга на расстояние $0,8\lambda$.

Результат измерений вычисляют, находя среднее арифметическое по выполненным наблюдениям.

1.6 Метод измерений и контроля внеполосных излучений радиопередатчиков морской подвижной службы, работающих классами излучений R3EJN, H3EJN, H2BBN, J3EJN

1.6.1 Уровень любой дискретной спектральной составляющей выходного сигнала радиопередатчика в пределах внеполосного спектра при модуляции радиопередатчика двухтоновым испытательным сигналом, обеспечивающим его модуляцию до номинальной пиковой мощности огибающей, не должен превышать величин, указанных в таблице 4.15 Норм 19-13.

1.6.2 Измерения и контроль внеполосных спектров излучений радиопередатчиков, работающих в режиме J3EJN производятся по схеме, приведенной на рисунке 2.

1.6.3 На вход радиопередатчика подается сигнал от одного из генераторов с частотой 470 Гц и уровнем, при котором на выходе радиопередатчика обеспечивается мощность

$$P'_{\text{cp}} = P'_{\text{пик}} = 0,25P_{\text{пик.ном.}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{пик.ном.}}$ – номинальная пиковая мощность огибающей. Затем, не отключая сигнал от первого низкочастотного генератора, на радиопередатчик подается сигнал от второго низкочастотного генератора с частотой 2550 Гц, уровень которого устанавливается таким образом, чтобы на выходе радиопередатчика обеспечивалась мощность:

$$P''_{\text{cp}} = 0,5P_{\text{пик.ном.}}$$

$$P''_{\text{пик}} = 0,25P_{\text{пик.ном.}} \quad (7)$$

1.6.4 Полоса обзора анализатора спектра устанавливается не менее 20 кГц, полоса пропускания анализирующего фильтра – 50–150 Гц. Скорость (время) анализа определяется согласно п. 1.5.4.

1.6.5 Спектральные составляющие модулирующего сигнала устанавливаются по горизонтали в центре шкалы анализатора спектра.

В случае равенства уровней спектральных составляющих, соответствующих модулирующему сигналу, они путем регулировки коэффициента передачи анализатора спектра устанавливаются на отметку "0 дБ" или на другую заменяющую ее отметку, расположенную в верхней трети шкалы анализатора спектра. Если уровни спектральных составляющих модулирующего сигнала не равны, путем небольшого изменения уровней модулирующих сигналов добиваются их равенства, следя, чтобы не нарушались соотношения формулы (7). Затем выравненные уровни спектральных составляющих модулирующего сигнала устанавливаются на отметку "0 дБ" или заменяющую ее отметку шкалы анализатора спектра.

1.6.6 Измерения уровней комбинационных составляющих 3 – 9-го порядков или любых других составляющих, попадающих в полосы частот, указанные в таблице 4.15 Норм 19-13, при использовании анализатора спектра с логарифмической шкалой производятся непосредственно по шкале анализатора спектра, а при использовании анализатора спектра с линейной шкалой – с помощью аттенуаторов спектра согласно его описанию. Измеренные уровни должны быть ослаблены по отношению к уровню спектральных составляющих модулирующего сигнала не менее, чем это указано в таблице 4.15 Норм 19-13. По измеренным величинам ослабления спектральных составляющих, лежащих в полосах частот $f_{\text{пр}} \pm 7,5$ кГц, рассчитывают их мощности. Мощность каждой из этих составляющих в соответствии с таблицей 4.15 Норм 19-13 не должна превышать 50 мВт.

1.6.7 Измерения и контроль внеполосных спектров излучений радиопередатчиков, работающих в режиме H3EJN, производятся по схеме рисунка 2.

Уровень несущей радиопередатчика устанавливается таким образом, чтобы на его выходе обеспечивалась мощность в соответствии с формулой (6). Затем на радиопередатчик подается сигнал от низкочастотного генератора с частотой 2000 Гц, уровень которого устанавливается таким образом, чтобы на выходе радиопередатчика обеспечивалась мощность в соответствии с формулой (7).

После этого производятся измерения уровней составляющих аналогично пп. 1.6.4 – 1.6.6.

1.6.8 Измерения и контроль внеполосных спектров излучений радиопередатчиков, работающих в режиме H2BВN, производятся при установке радиопередатчика в режим постоянного "нажатия" по методу, изложенному в п. 1.6.7.

1.6.9 Измерения и контроль внеполосных спектров излучений радиопередатчиков, работающих в режиме R3EJN, производятся при установке данного радиопередатчика в один из режимов J3EJN или H3EJN. Измерения производятся по методу, изложенному в пп. 1.6.2 – 1.6.4 или 1.6.7 соответственно.

1.7 Метод измерений и контроля внеполосных излучений радиопередатчиков воздушных судов воздушной подвижной службы

1.7.1 Уровень любой компоненты спектральной плотности мощности внеполосного излучения, подводимого к антенне или ее эквиваленту, при модуляции радиопередатчика шумовым испытательным сигналом, обеспечивающим номинальную пиковую мощность, не должен превышать величин, указанных в таблице 4.14 Норм 19-13.

1.7.2 Измерение и контроль внеполосных излучений радиопередатчиков проводится только в классе излучений J3EJN по структурной схеме, приведенной на рисунке 2.

1.7.3 На вход радиопередатчика 1 от генераторов низкочастотных сигналов 3а и 3б подаются два синусоидальных сигнала с частотами 1100 Гц и 1500 Гц одинакового уровня U_s , обеспечивающего номинальную пиковую мощность, подводимую к эквиваленту антенны 9.

На анализаторе спектра 12 обе компоненты модуляции точной регулировкой их низкочастотного уровня поддерживают равными и устанавливают на уровне минус 6 дБ с помощью аттенуаторов ВЧ или ПЧ анализатора спектра или внешним аттенуатором 11. В этом случае уровень 0 дБ соответствует пиковой мощности излучения радиопередатчика в классе излучения J3E1N.

1.7.4 Отключают генератор низкочастотных сигналов 3 и на вход радиопередатчика подключают генератор шума 2 через формирующий фильтр речевого сигнала 5. Уровень сигнала от генератора шума 2 на входе радиопередатчика 1 устанавливают равным $0,47 \times U_s$ по вольтметру с квадратичным детектором 6. Ширину полосы частот, занимаемую внеполосными излучениями, измеряют на уровнях минус 30; 38 и 43 дБ относительно выставленного в п. 1.7.3 нулевого уровня. Ширина полосы частот не должна превышать величин, указанных в таблице 4.14 Норм 19-13.

1.7.5 При контроле радиопередатчиков, работающих с COFDM модуляцией в классе X7FWX (X7WWX) и стандарте DVB-T (DVB-T2), для измерения внеполосных излучений на низких относительных уровнях (например, минус 85 дБ, минус 110 дБ, минус 120 дБ и т.д.), при недостаточном динамическом диапазоне анализатора спектра, возможно использование либо полосового, либо узкополосного режекторного фильтра, требования к которым приведены в Приложении А.

При выполнении измерений фильтр настраивается на такую частоту, чтобы обеспечивалось ослабление основного излучения сигнала и отсутствие искажений внеполосных излучений. На рисунке 5 показана настройка фильтра для измерения внеполосных излучений на частотах выше ($650 \text{ МГц} + 3,8 \text{ МГц}$).

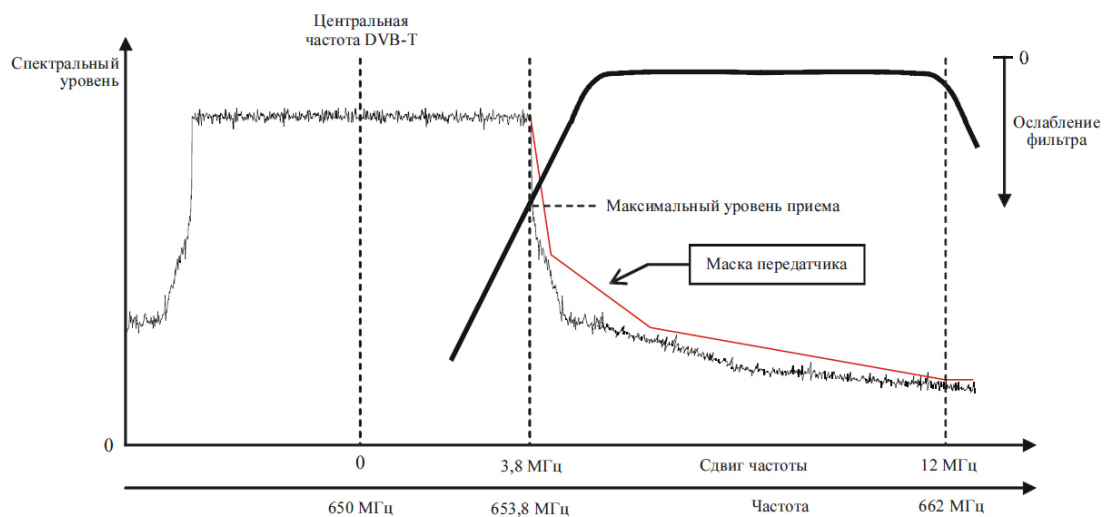


Рисунок 5 – Пример настройки фильтра для измерения внеполосных излучений на частотах выше ($650 \text{ МГц} + 3,8 \text{ МГц}$)

В случае если в соседних радиоканалах работают аналоговые телевизионные передатчики, расположенные на одной мачте, при одинаковой поляризации излучения аналогового и цифрового сигналов, то к значениям подавления внеполосных излучений ограничительной маски следует прибавить корректирующую величину ΔP , дБ, вычисляемую по формуле

$$\Delta P = 10 \lg \left(\frac{P_a}{P_u} \right), \quad (8)$$

где P_a – пиковая мощность синхроимпульса аналогового передатчика;
 P_u – эффективная мощность цифрового передатчика.

Требования к формирующим фильтрам

А.1.1 Схема фильтра, формирующего спектр речевого сигнала, приведена на рис. А.1, а его частотная характеристика – на рис. А.2.

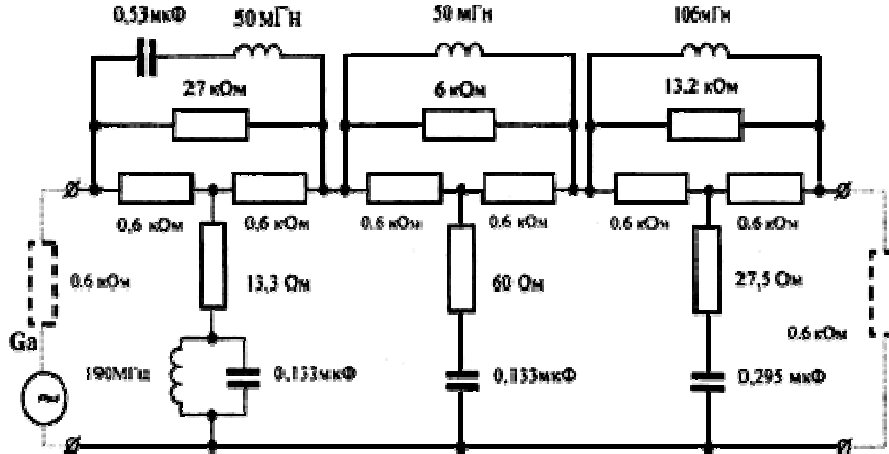


Рисунок А.1 – Схема фильтра, формирующего спектр речевого сигнала

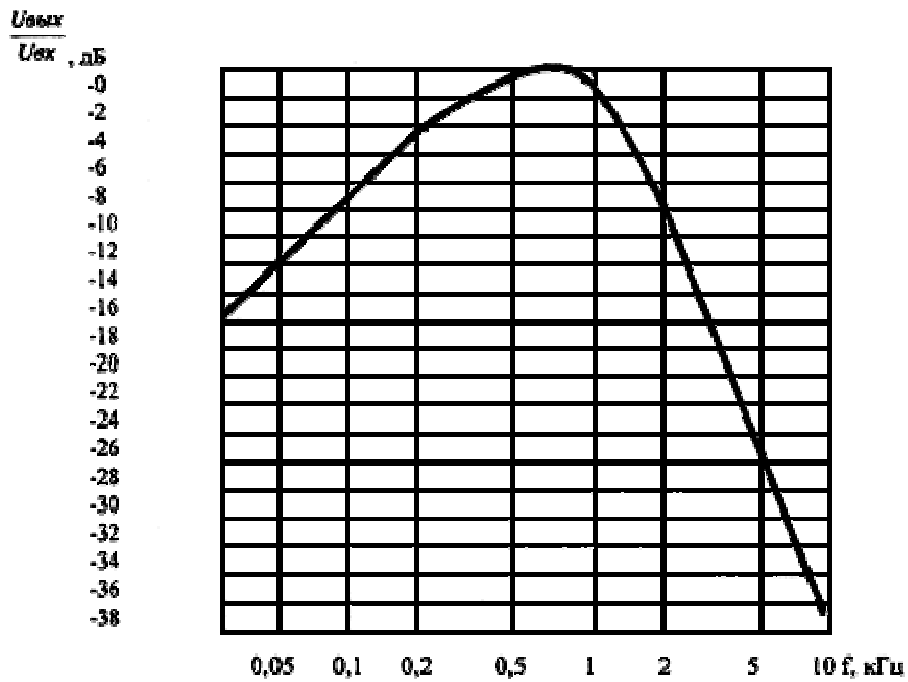


Рисунок А.2 – Частотная характеристика фильтра, формирующего спектр речевого сигнала

А.1.2 Схема фильтра, формирующего спектр вещательного сигнала, приведена на рис. А.3, а его частотная характеристика – на рис. А.4.

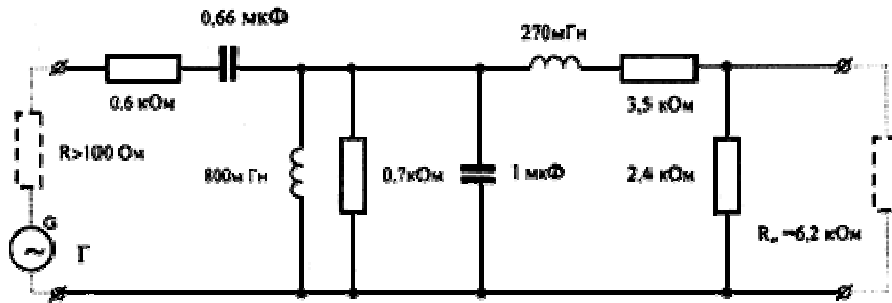


Рисунок А.3 – Схема фильтра, формирующего спектр вещательного сигнала

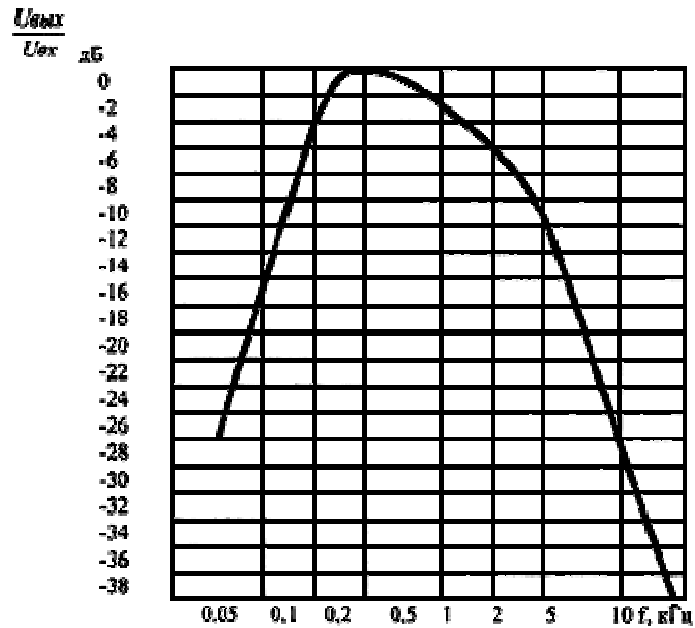


Рисунок А.4 – Частотная характеристика фильтра, формирующего спектр вещательного сигнала

А.1.3 Допускаются отклонения частотных характеристик фильтров от кривых, приведенных на рис. А.2 и А.4, в отдельных участках на величину до 2 дБ.

А.1.4 Формирующие фильтры должны быть откалиброваны.

А.1.5 Фильтр, использующийся для подавления сигнала передатчика T-DAB/DVB-T (DVB-T2) в основной полосе частот, должен быть перестраиваемым полосовым фильтром, либо перестраиваемым режекторным фильтром.

Диапазон частот, внутри которого может перестраиваться фильтр, должен быть не уже полосы частот, в которой контролируются внеполосные излучения.

Фильтр должен обеспечить достаточное ослабление сигнала, позволяющее выполнять измерение внеполосных излучений на соответствующих уровнях с помощью выбранного анализатора спектра.

Если используется режекторный фильтр, то его полоса заграждения на уровне минус 3 дБ должна быть не менее 8 МГц для измерений внеполосных излучений передатчика стандарта DVB-T (DVB-T2) и не менее 2 МГц для измерений внеполосных излучений передатчика стандарта T-DAB.