

1. Общие требования и рекомендации по методам измерений и контроля уровней побочных излучений радиопередающих устройств гражданского назначения

1.1 Общие требования

1.1.1 Контроль допустимого уровня побочного излучения (ПИ) осуществляется по результатам измерений мощности (напряжения) электромагнитных колебаний в высокочастотном тракте или плотности потока энергии (напряженности) электромагнитного поля в свободном пространстве (т.е. дистанционно).

ПИ радиопередающих устройств должны удовлетворять требованиям, приведенным в Нормативах 18-13, с учетом погрешности, приписанной используемой методике измерений.

1.1.2 При измерении уровня побочного излучения 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 Рекомендуемые полосы пропускания измерительного приемника, используемые при измерениях уровней побочных излучений, приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Общий порядок измерения уровня ПИ		Используемая ширина полосы B_i (по Рекомендации МСЭ-R SM.329-10[4])	
Рабочая частота передатчика f_0	Рекомендуемая ширина полосы B_i	для некоторых типов РРЛ	для некоторых систем сухопутной подвижной службы
$9 \text{ кГц} < f_0 \leq 150 \text{ кГц}$	1 кГц	–	–
$150 \text{ кГц} < f_0 \leq 30 \text{ МГц}$	10 кГц	1 кГц	–
$30 \text{ МГц} < f_0 \leq 1 \text{ ГГц}$	100 кГц	10 кГц	100 кГц или $4 \times B_n$; 500 кГц или $10 \times B_n$ с учетом разнеса между каналами
$f_0 > 1 \text{ ГГц}$	1 МГц	100 кГц	500 кГц или $10 \times B_n$; 1 МГц или $12 \times B_n$ с учетом разнеса между каналами

Примечания

1. В качестве исключения ширина полосы измерений побочных излучений для всех космических служб должна составлять 4 кГц.
2. Если диапазон рабочих частот радиопередатчика перекрывает номинал границы (150 кГц, 30 МГц или 1 ГГц) при измерениях уровней побочных излучений должна использоваться ширина полосы, относящаяся к большей части рабочего диапазона РЭС. Например, при диапазоне РЭС фиксированной службы 26,5 МГц – 48,5 МГц должна при измерениях ПИ использоваться полоса 100 кГц.
3. Допускается проведение измерений при других значениях $B_{пр}$ с пересчетом результатов в соответствии с приложением Г.
4. Для РРЛ с аналоговой и цифровой передачей, также для систем сухопутной подвижной службы с узкополосной модуляцией и мощностью выше 1 кВт, для систем с цифровой модуляцией рекомендуется устанавливать ширину полосы с учетом величины разнеса между соседними каналами и используемого диапазона. При этом ширина полосы не должна быть меньше величины $2,5 B_n$.

Ширина полосы, необходимая для надлежащего измерения уровней побочных

излучений от РЛС, должна рассчитываться для каждой конкретной радиолокационной системы.

Для трех основных типов импульсной модуляции, используемой в РЛС для радионавигации, радиолокации, захвата цели на автоматическое сопровождение, слежение и других функций радиоопределения, ширина полосы должна составлять:

– для РЛС с фиксированной частотой без импульсной модуляции (кодирования) – единицу, деленную на длительность импульса (например, если длительность импульса РЛС равна 1 мкс, то ширина полосы составит $1/1 \text{ мкс} = 1 \text{ МГц}$);

– для РЛС с фиксированной частотой с внутриимпульсной модуляцией (включая фазово-импульсное кодирование) – единицу, деленную на длительность элементарной посылки (дискреты, кодового элемента) в микросекундах. (Например, если РЛС передает импульсы длительностью 26 мкс, причем каждый импульс состоит из 13 фазо-кодированных посылок длительностью 2 мкс, то ширина полосы составит $1/2 \text{ мкс} = 500 \text{ кГц}$);

– для РЛС с качанием частоты (ЧМ или ЛЧМ импульс) – корень квадратный из величины, полученной путем деления ширины полосы качания частоты РЛС в мегагерцах на длительность импульса в микросекундах. (Например, если ЧМ охватывает полосу от 1250 до 1280 МГц (т.е. 30 МГц), во время действия импульса длительностью 10 мкс, то ширина полосы составит $(30 \text{ МГц}/10 \text{ мкс})^{1/2} = 1,73 \text{ МГц}$).

Примечания

1. Измерительный приемник должен иметь полосу пропускания не менее расчетной ширины полосы и оснащаться пиковым детектором.
2. Характерный признак импульсной РЛС с селекцией движущихся целей – низкая частота повторения импульсов (до 2 кГц); характерные признаки импульсно-доплеровской РЛС – средняя частота повторения импульсов порядка 10 – 30 кГц и фазово-кодовая модуляция.

1.1.4 Измерения и контроль уровней ПИ проводят при работе радиопередатчика на частотах, установленных в ТУ на радиопередатчик, или не менее чем в трех точках каждого диапазона рабочих частот передатчика – верхней, средней и нижней.

При невозможности управления режимами передатчика (см. пункт 1.1.1), измерение производят на рабочей частоте передатчика.

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

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. пункт 1.1.1), измерения и контроль ПИ проводят при максимальном значении мощности излучения, предусмотренном техническими условиями на радиопередатчик. При измерениях должны быть предприняты меры, чтобы испытываемые радиопередающие устройства не создавали недопустимых помех.

1.2.3 Испытуемый радиопередатчик должен работать в режиме излучения, указанном в приложении А.

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

1.2.4 Во всем диапазоне частот контроля по возможности должен использоваться один вид измерительного приемника, обеспечивающий установление полосы частот пропускания в соответствии с пунктом 1.1.3, которая устанавливается постоянной при измерениях во всем диапазоне частот контроля.

1.2.5 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.

1.2.6 Дополнительные условия при дистанционном измерении уровня побочных 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 $r_{\text{Ф}} = 0,288675\sqrt{\lambda_0 r}$, 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.

1.3 Калибровка измерительной цепи.

1.3.1 При выполнении измерений ПИ прямым методом требуется калибровка всех измерительных компонентов индивидуально (фильтров, кабелей и т.п.) или калибровка

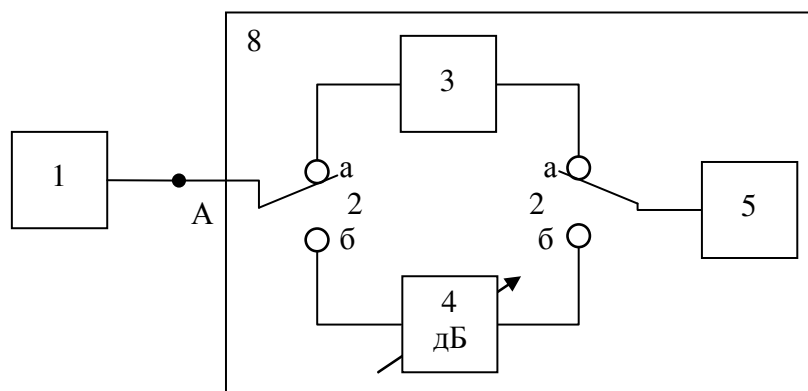
измерительной установки в целом на частотах, указанных в пункте 1.1.4. В случае наличия калибровочных значений затухания (усиления) для каждого измерительного компонента в отдельности калибровку в целом можно не выполнять, а выполнить расчет коэффициента передачи измерительного тракта $k_{0(i)}$, однако калибровка в целом является более предпочтительной.

1.3.2 Определяют частоты контроля. Включают контролируемый передатчик на частоте контроля, производят обнаружение ПИ, перестраивая измерительный приемник в диапазоне частот контроля и фиксируют частоты ПИ.

1.3.3 Собирают схему, представленную на рисунке 1.1.

Наличие высокочастотного переключателя не обязательно. Возможно поочередное подключение измерительной цепи (элемента измерительной цепи) и аттенюатора.

1.3.4 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 1.1.3.



1 – измерительный генератор; 2 – высокочастотный переключатель; 3 – измерительная цепь в целом или элемент измерительной цепи (начиная от выхода контролируемого передатчика); 4 – аттенюатор; 5 – измерительный приемник

Рисунок 1.1– Структурная схема калибровки измерительной цепи

1.3.5 Устанавливают переключатель 2 в положение «а» (рисунок 1.1) и настраивают измерительный генератор 1 и измерительный приемник 5 на одну из частот, зафиксированных при выполнении п. 1.3.2.

1.3.6 Устанавливают уровень мощности генератора таким, чтобы на индикаторе измерительного приемника наблюдался сигнал генератора с мощностью не менее чем на 10 дБ превышающей мощность шумов, и фиксируют показания индикатора.

1.3.7 Устанавливают переключатель 2 в положение «б», а затухание α , измерительного аттенюатора 4 таким, чтобы показание индикатора измерительного приемника было равно показанию, отмеченному в п. 1.3.6. Определяют коэффициент передачи измерительной цепи 3 по формуле:

$$k_{0(i)} = 10^{-0,1\alpha}, \quad (3)$$

где α – затухание измерительного аттенюатора, дБ.

В случае, если калибровку выполняют поэлементно, то коэффициент передачи измерительного тракта 3 по формуле

$$k_{0(i)} = 10^{-0,1 \sum_{j=1}^N \alpha_j}, \quad (4)$$

где α_j – затухание измерительного аттенюатора при калибровке j -го элемента, дБ;
 N – общее количество элементов.

1.3.8 Повторяют действия по пунктам 1.3.5 – 1.3.7 на всех частотах, зафиксированных при выполнении п. 1.3.2.

1.3.9 При необходимости, в целях снижения помех, измерительную цепь можно экранировать в специальной камере.

1.4 Прямое измерение мощности (уровня) побочных излучений радиопередающего устройства

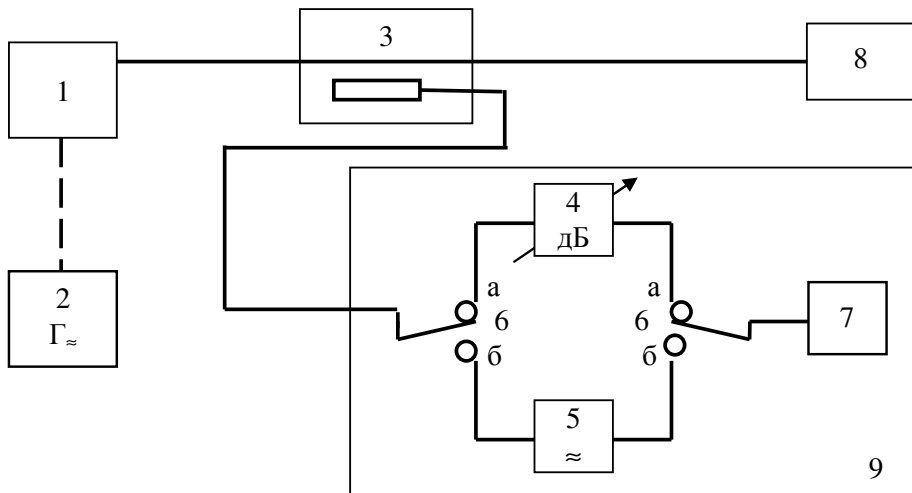
1.4.1 Структурная схема измерений представлена на рисунке 1.2.

Устройство связи представляет собой направленный ответвитель. В случае если измерения проводятся для многомодового режима колебаний передатчика, то после направленного ответвителя устанавливают СВЧ переключатель для подключения измерительного тракта к вторичным каналам направленного ответвителя.

При низкой мощности передатчика, возможно исключение из схемы измерений устройства связи и эквивалентной (штатной) нагрузки передатчика.

Если динамический диапазон измерительного приемника (анализатора спектра) позволяет измерять ПИ без ослабления основного излучения передатчика, то фильтр в измерительную цепь можно не включать.

Для радиопередатчиков с симметричной нагрузкой в схеме рисунка 1.2 направленные ответвители встраивают в каждый фидер.



- 1 – контролируемый передатчик; 2 – генератор модулирующих сигналов (используется при необходимости);
 3 – устройство связи; 4 – аттенюатор; 5 – фильтр; 6 – высокочастотный переключатель; 7 – измерительный приемник; 8 – эквивалентное нагрузочное сопротивление или штатная антенна передатчика;
 9 – экранированная камера (используется при необходимости)

Рисунок 1.2 – Структурная схема измерений ПИ передатчиков

1.4.2 Выполняют калибровку измерительной цепи в соответствии с п. 1.3.

1.4.3 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 1.1.3.

1.4.4 Устанавливают переключатель 6 в положение «а» и измеряют мощность $P_{и0}$ (напряжение $U_{и0}$) на выходе передатчика.

1.4.5 Устанавливают переключатель 6 в положение «б» и, перестраивая измерительный приемник в диапазоне частот контроля, измеряют мощность $P_{иi}$ (напряжение $U_{иi}$) i -го ПИ.

1.4.6 Рассчитывают относительный уровень ПИ в фидерном тракте передатчика:

$$P_{\text{отн}} = 10 \lg \left(\frac{P_{иi} k_0}{P_{и0} k_i} \right) \quad (5)$$

или

$$P_{\text{отн}} = 20 \lg \left(\frac{U_{\text{и0}}(k_0)^{0.5}}{U_{\text{и0}}(k_i)^{0.5}} \right). \quad (6)$$

1.4.7 Повторяют действия по п.п. 1.4.3 и 1.4.6 при настройке передатчика на каждую частоту контроля ПИ.

1.4.8 Испытуемый передатчик удовлетворяет норме, если выполняется хотя бы одно из условий:

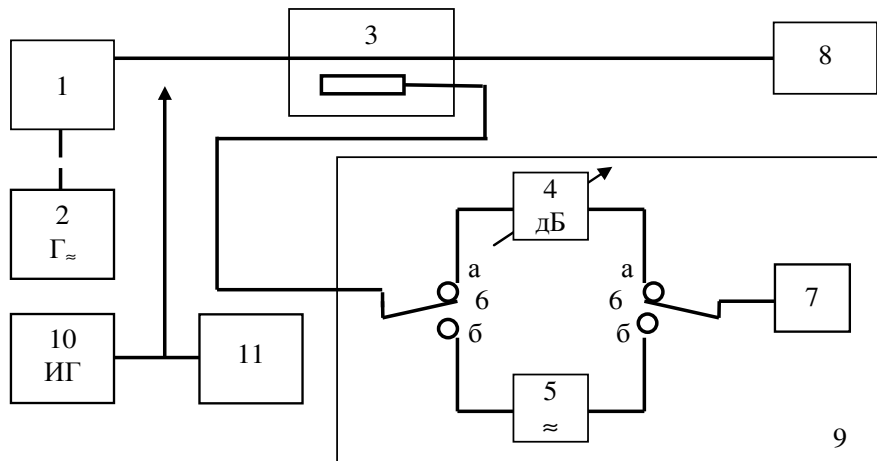
$$|P_{\text{отн}}| \geq |A_{\text{пи}}| \quad \text{или} \quad \frac{P_{\text{и0}}}{k_i} \leq P_i \quad \text{или} \quad \frac{U_{\text{и0}}^2}{R_{\text{вх}} k_i} \leq P_i \quad \text{на каждой из обнаруженных частот ПИ, где}$$

норма ослабления $A_{\text{пи}}$ или абсолютное значение P_i берутся из таблицы 3 Норм 18-13.

1.5 Измерение мощности (уровня) побочных излучений радиопередающего устройства методом замещения

1.5.1 Структурная схема измерений представлена на рисунке 1.3.

Отличием указанной схемы измерений является наличие измерительного генератора, который замещает контролируемый передатчик. При использовании данного метода измерения калибровку можно не выполнять.



- 1 – контролируемый передатчик; 2 – генератор модулирующих сигналов (используется при необходимости);
 3 – устройство связи; 4 – аттенуатор; 5 – фильтр; 6 – высокочастотный переключатель; 7 – измерительный приемник; 8 – эквивалентное нагрузочное сопротивление или штатная антенна передатчика;
 9 – экранированная камера (используется при необходимости) 10 – измерительный генератор;
 11 – ваттметр (вольтметр).

Рисунок 1.3 – Структурная схема измерений ПИ передатчиков методом замещения

1.5.2 Подключают контролируемый передатчик к измерительной цепи.

1.5.3 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 1.1.3.

1.5.4 Подключают контролируемый передатчик к измерительной цепи. Устанавливают переключатель 6 в положение «а» и фиксируют значение мощности (напряжения), получившееся на измерительном приемнике.

Подключают к измерительной цепи вместо контролируемого передатчика измерительный генератор 10 и путем регулировки мощности (напряжения) на его выходе добиваются таких же показаний на измерительном приемнике. Установленное на генераторе значение мощности $P_{\text{и0}}$ (напряжение $U_{\text{и0}}$) фиксируют в качестве измеренного. Для повышения точности измерений мощности $P_{\text{и0}}$ (напряжение $U_{\text{и0}}$) можно выполнять с помощью ваттметра (вольтметра) 11, подключенного непосредственно ко входу

измерительного генератора 10.

1.5.5 Устанавливают переключатель 6 в положение «б» и, перестраивая измерительный приемник в диапазоне частот контроля, измеряют мощность $P_{иi}$ (напряжение $U_{иi}$) i -го ПИ аналогично п. 1.5.3.

1.5.6 Рассчитывают относительный уровень ПИ в фидерном тракте передатчика:

$$P_{отн} = 101g\left(\frac{P_{иi}}{P_{и0}}\right). \quad (7)$$

или

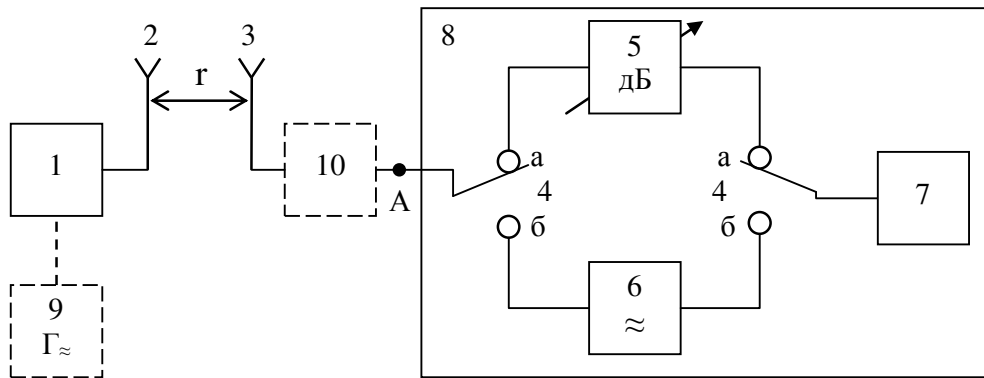
$$P_{отн} = 201g\left(\frac{U_{иi}}{U_{и0}}\right). \quad (8)$$

1.5.7 Повторяют действия по п.п. 1.4.3 и 1.4.6 при настройке передатчика на каждую частоту контроля ПИ.

1.5.8 Проверяют соответствие уровня побочных излучений аналогично п. 1.4.8.

1.6 Дистанционное прямое измерение уровней побочных излучений

1.6.1 Собрать измерительную установку в соответствии со структурной схемой рисунок 1.4.



- 1 – контролируемый передатчик; 2 – антенна испытуемого РЭС; 3 – измерительная антенна;
 4 – высокочастотный переключатель; 5 – аттенуатор; 6 – фильтр; 7 – измерительный приемник;
 8 – экранированная камера; при необходимости используются: 9 – генератор модулирующих сигналов (используется при необходимости); 10 – малозумящий усилитель (используется при необходимости).

Рисунок 1.4 – Структурная схема дистанционных прямых измерений ПИ радиопередающих устройств

1.6.2 Определяют на одной из рабочих частот максимум диаграммы направленности антенны испытуемого передатчика. Для этого измерительную антенну поворачивают в плоскости поляризации в соответствии с поляризацией радиосигнала и помещают в центре измерительной площадки на высоте более 3 м, для исключения влияния подстилающей поверхности (при измерениях на крышах зданий или башнях, высота которых более 3 м и нет влияния подстилающей поверхности, высота антенны над измерительной площадкой может быть 1-2 м). В этих пределах отыскивается высота, при которой мощность сигнала, измеряемая анализатором, принимает наибольшее значение. На этой высоте, плавно поворачивая измерительную антенну в горизонтальной плоскости, вновь последовательно добиваются максимальных показаний анализатора. Процедуры отыскания максимума в вертикальной и горизонтальной плоскостях повторяют до тех пор, пока не отыщется положение, отклонение от которого в любой плоскости приводит только к уменьшению показаний мощности сигнала, измеряемой анализатором.

1.6.3 Выполняют калибровку измерительной цепи (подраздел 1.3).

1.6.4 Включают передатчик на одной из рабочих частот, выбранных для контроля.

1.6.5 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 1.1.3.

1.6.6 Перестраивая измерительный приемник в диапазоне частот контроля, фиксируют частоты ПИ.

1.6.7 Устанавливают вертикальную поляризацию измерительной антенны.

1.6.8 Измеряют мощность $P_{и0j}^B$, Вт, (напряжение $U_{и0j}^B$, В) на входе измерительного приемника и фиксируют результаты измерения.

Примечание:

Верхний индекс «в» у обозначений мощности(напряжения) указывает, что измерения произведены при вертикальной поляризации измерительной антенны, а индекс «г» - горизонтальной поляризации.

1.6.9 Устанавливают горизонтальную поляризацию измерительной антенны.

1.6.10 Измеряют мощность $P_{и0j}^r$, Вт, (напряжение $U_{и0j}^r$, В) на входе измерительного приемника.

1.6.11 Повторяют действия по п.п. 1.6.7 – 1.6.10 для каждой из зафиксированных по пункту 1.6.6 частот ПИ.

1.6.12 Перемещают измерительную антенну в следующую j -ую точку наблюдения на расстояние $0,8\lambda$ и повторяют действия по п.п. 1.6.7 – 1.6.11. Таких точек измерений должно быть не менее 5 для исключения глубоких замираний.

1.6.13 Рассчитывают измеренные значения мощности (напряжения) на входе измерительного приемника по следующим формулам

$$P_{и0}^{B(r)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_{и0j}^B ; P_{иi}^{B(r)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_{иij}^B ; \text{или } (U_{и0}^{B(r)})^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (U_{и0j}^{B(r)})^2 ; (U_{иi}^{B(r)})^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (U_{иij}^{B(r)})^2 , \quad (9)$$

где N – число измерений;

$$P_{и0} = \frac{1}{2} (P_{и0}^B + P_{и0}^r) ; P_{иi} = \frac{1}{2} (P_{иi}^B + P_{иi}^r) ; \text{или } U_{и0}^2 = \frac{1}{2} ((U_{и0}^B)^2 + (U_{и0}^r)^2) ; U_{иi}^2 = \frac{1}{2} ((U_{иi}^B)^2 + (U_{иi}^r)^2) . \quad (10)$$

1.6.14 Рассчитывают значение относительного уровня ПИ $P_{отн i}$, дБ, для каждой i -ой частоты, на которой производились измерения, по одной из формул

$$P_{отн i} = 10 \lg \frac{P_{иi} S_0 k_0 k_{мшу0}}{P_{и0} S_i k_i k_{мшуi}} \quad (11)$$

или

$$P_{отн i} = 10 \lg \frac{U_{иi}^2 S_0 k_0 k_{мшу0}}{U_{и0}^2 S_i k_i k_{мшуi}} . \quad (12)$$

1.6.15 Для сравнения результатов измерения ПИ в поле электромагнитных волн с Нормами 18-13 (таблица 3) измеренные относительные уровни ПИ корректируются на величину

$$10 \lg \frac{G_0}{G_i} , \quad (13)$$

где G_0 , G_i – коэффициент усиления антенны на частоте измерений ПИ, определяемый по результатам измерений либо по документации изготовителя антенны радиопередающего устройства.

1.6.16 Испытуемый передатчик удовлетворяет норме N на относительное значение уровня ПИ, дБ, или норме N_a на абсолютное значение уровня ПИ, Вт (В), мкВ/м, если выполняется хотя бы одно из условий

$$\left| P_{отн i} + 10 \lg \left(\frac{G_0}{G_i} \right) \right| \geq |N| , \quad (14)$$

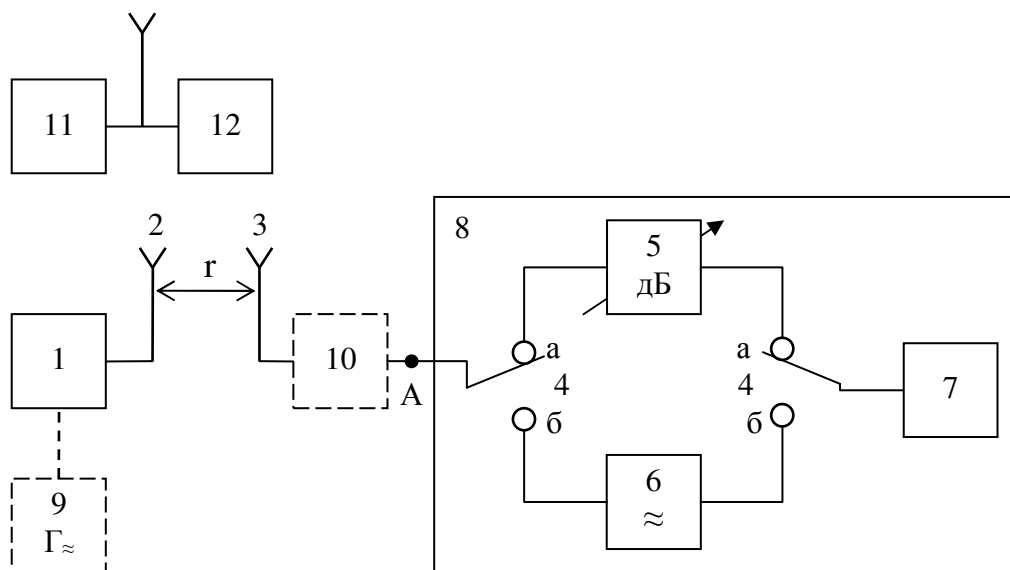
и

$$\frac{4\pi r^2 P_{ni}}{G_i S_i k_i k_{мшyi}} \leq N_a \quad \text{или} \quad \frac{4\pi r^2 U_{ni}^2}{R_{вх} G_i S_i k_i k_{мшyi}} \leq N_a \quad (15)$$

на каждой из обнаруженных частот ПИ.

1.7 Дистанционное измерение уровней побочных излучений методом замещения

1.7.1 Собрать измерительную установку в соответствии со структурной схемой рисунка 1.5. При этом калиброванный генератор располагают в непосредственной близости от испытуемого РЭС таким образом, чтобы сигнал от РЭС и от антенны генератора проходил примерно такой же путь до измерительной антенны.



- 1 – контролируемый передатчик; 2 – антенна испытуемого РЭС; 3 – измерительная антенна;
 4 – высокочастотный переключатель; 5 – аттенюатор; 6 – фильтр; 7 – измерительный приемник;
 8 – экранированная камера; при необходимости используются: 9 – генератор модулирующих сигналов (используется при необходимости); 10 – маломощный усилитель (используется при необходимости);
 11 – калиброванный генератор; 12 – ваттметр (вольтметр).

Рисунок 1.5 – Структурная схема дистанционных измерений ПИ радиопередающих устройств методом сравнения

1.7.2 Определяют на одной из рабочих частот максимум диаграммы направленности антенны испытуемого передатчика либо вращением антенны, либо перемещением измерительной установки вокруг контролируемого передатчика.

1.7.3 Включают передатчик на одной из рабочих частот, выбранных для контроля.

1.7.4 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 1.1.3.

1.7.5 Перестраивая измерительный приемник в диапазоне частот контроля, фиксируют частоты ПИ.

1.7.6 Устанавливают вертикальную поляризацию измерительной антенны.

1.7.7 Измеряют мощность $P_{иоj}^в$, Вт, (напряжение $U_{иоj}^в$, В) на входе измерительного приемника и заносят результаты измерения в протокол.

Примечание:

Верхний индекс «в» у обозначений мощности(напряжения) указывает, что измерения произведены при вертикальной поляризации измерительной антенны, а индекс «г» - горизонтальной поляризации.

Измерение мощности проводят методом сравнения мощности РЭС с мощностью, излучаемой калиброванным генератором, последовательно получая на экране

измерительного приемника спектрограммы обоих сигналов. При этом с помощью измерительного приемника измеряют отношение мощностей сигналов калиброванного генератора и РЭС $A_{и0j}^B$. Мощность $P_{и0j}^B$, Вт, (напряжение $U_{и0j}^B$, В) сигнала РЭС вычисляют как

$$P_{и0j}^B = P_{иг} A_{и0j}^B \quad (16)$$

или

$$U_{и0j}^B = U_{иг} A_{и0j}^B. \quad (17)$$

В процессе наблюдения спектра следует визуально анализировать наличие помех в процессе измерений, степень изменчивости спектра контролируемого излучения. Когда изображение спектра перестанет изменяться, следует зафиксировать спектрограмму.

Примечания:

1. Измеряемое отношение мощностей не должно превышать динамического диапазона измерительного приемника.
2. Если обнаружено, что в процессе проведения измерения характер анализируемого излучения существенно изменился, или огибающая спектра сигнала и мгновенной частоты показали наличие кратковременных помех, повлиявших на результат измерения, то измерение следует повторить.

1.7.8 Устанавливают горизонтальную поляризацию измерительной антенны.

1.7.9 Измеряют мощность $P_{и0j}^r$, Вт, (напряжение $U_{и0j}^r$, В) на входе измерительного приемника.

1.7.10 Повторяют действия по п.п. 1.7.6 – 1.7.9 для каждой из зафиксированных по п. 1.7.5 частот ПИ.

1.7.11 Перемещают измерительную антенну в следующую j -ую точку наблюдения на расстояние $0,8\lambda$ и повторяют действия по п.п. 1.7.6 – 1.7.10. Таких точек измерений должно быть не менее 5 для исключения глубоких замираний.

1.7.12 Рассчитывают измеренные значения мощности (напряжения) на входе измерительного приемника по следующим формулам

$$P_{и0}^{B(r)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_{и0j}^B; P_{иi}^{B(r)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_{иij}^B; \text{ или } (U_{и0}^{B(r)})^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (U_{и0j}^{B(r)})^2; (U_{иi}^{B(r)})^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (U_{иij}^{B(r)})^2, \quad (18)$$

где N – число измерений;

$$P_{и0} = \frac{1}{2} (P_{и0}^B + P_{и0}^r); P_{иi} = \frac{1}{2} (P_{иi}^B + P_{иi}^r); \text{ или } U_{и0}^2 = \frac{1}{2} ((U_{и0}^B)^2 + (U_{и0}^r)^2); U_{иi}^2 = \frac{1}{2} ((U_{иi}^B)^2 + (U_{иi}^r)^2). \quad (19)$$

1.7.13 Рассчитайте значение относительного уровня ПИ для каждой из частот, на которых производились измерения, по одной из формул

$$P_{отн i} = 10 \lg \frac{P_{иi}}{P_{и0}} \quad (20)$$

или

$$P_{отн i} = 10 \lg \frac{U_{иi}^2}{U_{и0}^2}. \quad (21)$$

1.7.14 Для сравнения результатов измерения ПИ в поле электромагнитных волн с нормами (таблица 3) измеренные относительные уровни ПИ корректируются на величину

$$10 \lg \frac{G_0}{G_i}. \quad (22)$$

Испытуемый передатчик удовлетворяет норме N на относительное значение уровня ПИ, дБ, или норме N_a на абсолютное значение уровня ПИ, Вт (В), мкВ/м, если выполняется хотя бы одно из условий

$$\left| P_{отн i} + 10 \lg \frac{G_0}{G_i} \right| \geq |N| \quad (23)$$

и

$$\frac{4\pi r^2 P_{\text{ш}}}{G_i} \leq N_a \text{ или } \frac{4\pi r^2 U_{\text{ш}}^2}{R_{\text{вх}} G_i} \leq N_a \quad (24)$$

на каждой из обнаруженных частот ПИ.

Рекомендуемые режимы работы радиопередатчиков при измерении побочных излучений

А.1 Общие положения

А.1.1 Испытуемый радиопередатчик должен работать в режиме излучения максимальной мощности несущей без модуляции.

А.1.2 Если режим максимальной мощности несущей без модуляции невозможен, то измерения ПИ перечисленных в таблице А.1 типов передачи производятся с использованием основного эксплуатационного класса излучения при максимальном значении мощности передатчика.

А.1.3 Измерения проводят при максимальной скорости передачи для нормальных условий эксплуатации. Во всех случаях, где это возможно, измерения проводят без использования модуляции для того, чтобы выявить специфические виды ПИ. Затем для классов излучения, где это предусмотрено, включают модулирующие частоты, стандартные (максимальные) для данного класса излучения и испытуемой системы, и измерения повторяют в режиме модуляции. При измерениях уровня ПИ должно выполняться условие $B_i \geq B_n$. Таким образом, выявляются все виды ПИ и уточняются их уровни. Для обеспечения однозначности результатов измерений в таблице А.1 даны рекомендуемые режимы модуляции. Кроме того, для систем с цифровой модуляцией в таблице А.2 приведены виды стандартных испытательных сигналов, предусмотренных Рекомендациями МСЭ-R и МСЭ-T O.153 для целей измерения полезных и нежелательных сигналов.

А.1.4 При использовании в радиопередатчике формообразующих фильтров, измерения ПИ, там где это возможно, выполняют при выключенном фильтре.

Таблица А.1

Тип передачи и её характеристика	Обозначение класса излучения	Режим работы радиопередатчика при контроле
Амплитудная модуляция (манипуляция)		
Одна боковая полоса: - несущая подавлена - несущая ослаблена - две независимые боковые полосы	J3E R3E B8E	1. Излучение несущей без модуляции. 2. Излучение одной боковой полосы с модулирующей частотой 3000 Гц
Факсимиле: - одна боковая полоса с ослабленной несущей	R3C	Излучение одной боковой полосы в режиме передачи изображения (черного - при негативной модуляции, белого - при позитивной модуляции) при максимальной $P_{\text{пик}}$
Многоканальная тональная телеграфия: - одна боковая полоса с ослабленной несущей	R7B	Излучение одной боковой полосы, модулированной в одном из каналов одновременно двумя тонами, при уровне каждого тона, равном 50% значения мощности $P_{\text{пик}}$. Рекомендуемые модулирующие частоты 400 Гц и 700 Гц
Телевидение (только изображение), частично подавлена боковая полоса	C3F	Излучение несущей при уровне мощности, соответствующем уровню черного поля.
Случаи, не предусмотренные выше, например, комбинированная передача телефонии и телеграфии; две независимые боковые полосы	A9W, B9W	Излучение двух боковых полос, каждая из которых модулирована одним тоном с уровнем, равным 50% значения, соответствующего $P_{\text{пик}}$. Рекомендуется использовать модулирующие частоты 400 и 700 Гц.
Частотная модуляция (манипуляция)		
Телеграфирование одноканальное (включая цифровую передачу)	F1B, F1D	Излучение с максимальной мощностью и максимально возможной скоростью манипуляции не менее 1024 бит/с
Двойное частотное телеграфирование	F7B	Излучение одной из четырех частот манипуляции
Телеграфирование многоканальное (включая цифровую передачу)	F7D, F7W и подобные	Излучение с максимальной мощностью и максимально возможной скоростью манипуляции не менее 2048 бит/с.
Коммерческая телефония, радиовещание, звуковое сопровождение телевидения	F3E	1. Излучение несущей без модуляции. 2. Излучение с максимальной мощностью и модулирующей частотой 3000 Гц

Тип передачи и её характеристика	Обозначение класса излучения	Режим работы радиопередатчика при контроле
Широкополосный сигнал с частотной манипуляцией поднесущих	F9D, F9W	Излучение всех поднесущих с одинаковым уровнем
Фазовая модуляция (манипуляция)		
Непрерывная фазоманипулированная несущая	G1B G1D G7D G7W	1. Излучение несущей при максимальной мощности (без модуляции). Примечание – учитывается применяемый характер уплотнения каналов для систем многоканальной передачи). 2. Излучение с максимальной мощностью и максимально возможной скоростью манипуляции не менее 1024 бит/с.
Широкополосный сигнал с относительной фазовой манипуляцией поднесущих	G9W	Излучение всех поднесущих с одинаковым уровнем при максимальной $P_{\text{пик}}$ (без модуляции)
Импульсная модуляция (манипуляция)		
Импульсная несущая без модуляции (серия импульсов и импульсно-кодированная модуляция)	PON	Излучение последовательности импульсов при максимальной пиковой мощности огибающей (без модуляции)
Телеграфирование посредством амплитудной модуляции импульсной несущей без модуляции звуковой частотой.	K1B	То же
Телеграфирование посредством амплитудной манипуляции одной или нескольких модулирующих звуковых частот или посредством амплитудной манипуляции модулированной импульсной несущей: - модуляция импульсов по амплитуде - модуляция импульсов по ширине - модуляция импульсов по фазе	K2B L2B M2B	То же То же То же
Телефония: - модуляция импульсов по амплитуде - модуляция импульсов по ширине (или длительности) - модуляция импульсов по фазе (или по положению) - кодово-импульсная модуляция (после амплитудно-импульсной модуляции и отбора импульсных посылок)	K3E L3E M3E G3E	То же То же То же То же

Тип передачи и её характеристика	Обозначение класса излучения	Режим работы радиопередатчика при контроле
Случаи, не предусмотренные выше, в которых несущая модулируется импульсами	ХЗЕ	То же

Таблица А.2

Тип сигнала	Краткая характеристика	Особенности использования	Исходный документ
D-M0	Серия 0-битовых сигналов ^{Б1)}	Неопределенные серии 0/1 битовых сигналов не соответствуют эксплуатационной ШПИ	Пункт 7.3 стандарта ETSI 300-113
D-M1	Серия 1-битовых сигналов		
D-M2	Псевдослучайная последовательность по крайней мере 511 битов	Служит приемлемой аппроксимацией типичной полосы частот излучения	Рекомендация МСЭ-Т O.153
D-M4	Состоит из корректно кодированных сигналов, сообщений, передаваемых последовательно без промежутков между ними	Применяется при измерениях побочных излучений	Пункты 7.3 и 8.6.2. стандарта ETSI 300-113
A-M3	Низкочастотный сигнал, модулируемый звуковой частотой в 1 кГц с девиацией 12% от величины разноса каналов.	Применяется обычно как вид нежелательного сигнала соседнему каналу	

^{Б1)} неопределенные серии 0-битовых и 1-битовых посылок