

Приложение № 2
к решению Государственной комиссии
по радиочастотам
от 29.11.2021
№ 21-60-01

Нормы 18-21

«РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ГРАЖДАНСКОГО
НАЗНАЧЕНИЯ. ТРЕБОВАНИЯ НА ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ
ПОБОЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ»

Москва, 2021

Содержание

1. Область применения.....	3
2. Нормативные ссылки.....	3
3. Термины и определения.....	3
4. Обозначения, сокращения и размерности величин.....	4
5. Диапазон частот контроля побочных излучений.....	4
6. Нормы на допустимые уровни побочных излучений.....	6
7. Приложение А.....	11
8. Приложение Б (справочное).....	14
9. Общие требования и рекомендации по методам измерений и контроля уровней побочных излучений радиопередающих устройств гражданского назначения.....	15
Приложение 9А. Рекомендуемые режимы работы радиопередатчиков при измерении побочных излучений.....	30
10 Библиография.....	33

1. Область применения

1.1 Настоящие Нормы устанавливают требования на уровни побочных излучений радиопередающих устройств гражданского назначения в диапазоне рабочих частот от 9 кГц до 300 ГГц.

1.2 Настоящие Нормы распространяются на все действующие закупаемые за рубежом, разрабатываемые (модернизируемые) и производимые радиопередатчики гражданского назначения, за исключением переносных радиопередатчиков спасательных средств, радиопередатчиков, используемых для передачи сигналов тревоги и бедствия, и радиопередатчиков, работающих в полосах частот ниже 30 МГц с пиковой мощностью менее 1 Вт.

1.3 Нормы ГКРЧ являются обязательными для всех граждан Российской Федерации и российских юридических лиц, занимающихся разработкой, производством, эксплуатацией (применением), а также ввозом на территорию Российской Федерации радиопередающих устройств гражданского назначения.

1.4 В случае возникновения помех от побочных излучений (ПИ) РЭС, которое соответствует требованиям настоящих Норм, владельцем РЭС, создающего помехи, должны быть приняты все возможные меры по снижению их уровня.

1.5 Контроль нормируемых параметров побочных излучений радиопередающих устройств гражданского назначения осуществляется:

а) при испытаниях на этапах разработки, производства и подтверждения соответствия установленным требованиям. При этом, порядок контроля в ходе других видов испытаний устанавливается в соответствии с техническими условиями на радиопередающие устройства;

б) органами радиочастотной службы и государственного надзора за деятельностью в области связи, информационных технологий и массовых коммуникаций в случаях возникновения радиопомех на этапах эксплуатации РЭС.

2 Нормативные ссылки

В настоящих Нормах использованы положения документов [1] – [9] и ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 23611-79 Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения.

ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения.

3 Термины и определения

3.1. Побочное излучение: нежелательное излучение на частоте или на частотах, расположенных за пределами необходимой ширины полосы частот, уровень которого может быть снижен без ущерба для соответствующей передачи сообщений. К побочным излучениям относятся гармонические излучения, паразитные излучения, продукты интермодуляции и частотного преобразования, но к ним не относятся внеполосные излучения.

3.2. Необходимая ширина полосы частот: ширина полосы частот, которая достаточна при данном классе излучения для обеспечения передачи сообщений с необходимой скоростью и качеством при определенных условиях.

3.3. Внеполосное излучение: нежелательное излучение на частоте или на частотах, непосредственно примыкающих к необходимой ширине полосы частот, которое является результатом процесса модуляции, но не включает побочных излучений.

3.4. Диапазон частот контроля: область побочных излучений, в которой контроль уровней побочных излучений является обязательным.

3.5. Радиослужба: служба, определенная Регламентом радиосвязи, включающая передачу, излучение и/или прием радиоизлучений для определенных целей электросвязи.

4 Обозначения, сокращения и размерности величин

4.1 Обозначения

$A_{\text{ПИ}}$ – ослабление побочных колебаний относительно уровня мощности на выходе радиопередатчика, дБ;

$B_{\text{н}}$ – необходимая ширина полосы частот, Гц (кГц, МГц, ГГц);

$B_{\text{к}}$ – контрольная ширина полосы частот, Гц (кГц, МГц, ГГц) (ширина полосы частот, за нижним и верхним пределами которой любая спектральная составляющая имеет ослабление на 30 дБ и более относительно уровня излучения, приравненного 0 дБ);

$f_{\text{с}}$ – рабочая частота радиопередатчика, Гц (кГц, МГц, ГГц);

$F_{\text{н}}, F_{\text{в}}$ – нижняя и верхняя границы диапазона частот контроля побочных излучений, Гц (кГц, МГц, ГГц);

ΔF_i – разнос частот, (отстройка) между центральной частотой основного излучения $f_{\text{с}}$ и нижней (верхней) границей $F_{\text{н}}$ ($F_{\text{в}}$) измерений в области побочных излучений, Гц (кГц, МГц, ГГц);

P – средняя мощность на выходе радиопередающего устройства, Вт (дБВт). (В случае применения пакетной передачи средняя мощность P и средняя мощность любых побочных излучений измеряются путем усреднения мощности за время длительности пакета);

$P_{\text{пик}}$ – мощность на выходе радиопередающего устройства, усредненная за время одного радиочастотного периода, соответствующая максимуму огибающей модуляции при нормальных условиях работы, Вт (дБВт);

P_i – максимально допустимая мощность в области побочных излучений при соответствующей ширине полосы и мощности P , Вт (дБВт).

Примечание: Индекс «0» относится к рабочей частоте, индекс «i» – к частоте i-го ПИ

4.2 Сокращения

НШПЧ	–	необходимая ширина полосы частот
ОБП	–	модуляция с одной боковой полосой
ПИ	–	побочные излучения
РЛС	–	радиолокационная станция (станции)
РР	–	Регламент радиосвязи

5 Диапазон частот контроля побочных излучений

5.1 Диапазон частот контроля побочных излучений располагается ниже и выше области внеполосных излучений радиопередатчика и определяется нижней $F_{\text{н}}$ и верхней $F_{\text{в}}$ границами (рисунок 1).

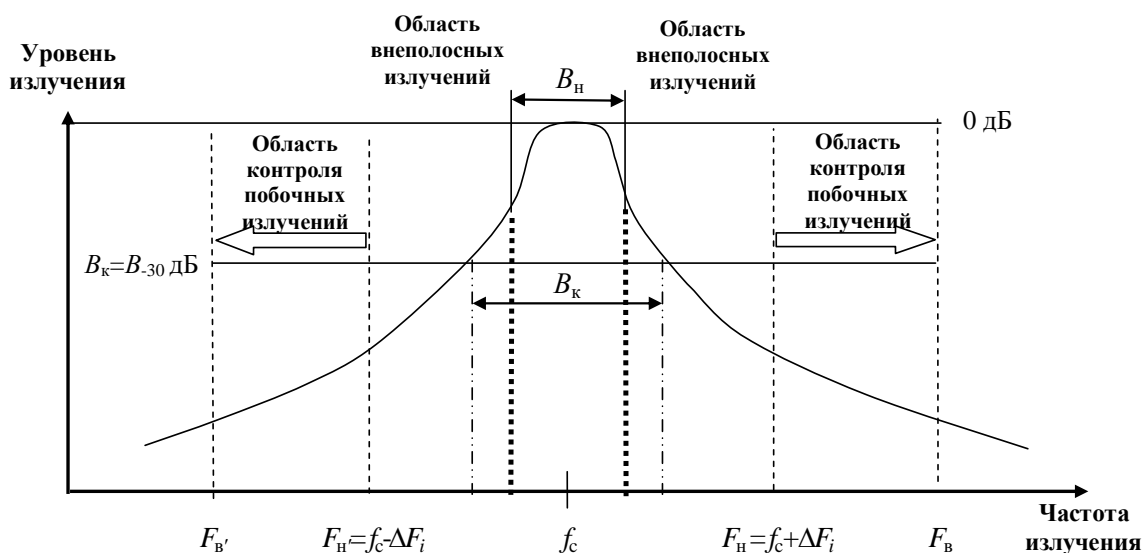


Рисунок 1

– Области контроля побочных излучений

Границы области контроля побочных излучений в общем случае отсчитываются от центральной частоты основного излучения $f_{\text{с}}$.

Примечания:

1 Для большинства классов излучения центральная (присвоенная) частота излучения совпадает с центром НШПЧ (кроме, например, однопольных одноканальных излучений в морской и воздушной подвижных службах).

2 Для многоканальных систем или транспондеров с многими несущими, излучаемыми одновременно через оконечный усилитель и/или активную антенну, центральной частотой излучения должен считаться центр полосы на уровне минус 3 дБ такого радиопередатчика или транспондера, и именно эта ширина полосы служит для определения границ излучения вместо НШПЧ.

5.2 Нижняя граница диапазона частот контроля побочных излучений находится на частотах, которые отстоят от центральной частоты излучения на величины, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Разнос частот (отстройка ΔF_i) между центральной частотой основного излучения f_c и нижней границей F_n измерений в области побочных излучений

Полоса рабочих частот	Узкополосные передачи		Отстройка ΔF_i для промежуточных значений B_n	Широкополосные передачи	
	Для $B_n <$	Отстройка ΔF_i		Для $B_n >$	Отстройка ΔF_i
$9 \text{ кГц} < f_c \leq 150 \text{ кГц}$	250 Гц	625 Гц	$2,5 B_n$	10 кГц	$1,5 B_n + 10 \text{ кГц}$
$150 \text{ кГц} < f_c \leq 30 \text{ МГц}$	4 кГц	10 кГц	$2,5 B_n$	100 кГц	$1,5 B_n + 100 \text{ кГц}$
$30 \text{ МГц} < f_c \leq 1 \text{ ГГц}$	25 кГц	62,5 кГц	$2,5 B_n$	10 МГц	$1,5 B_n + 10 \text{ МГц}$
$1 \text{ ГГц} < f_c \leq 3 \text{ ГГц}$	100 кГц	250 кГц	$2,5 B_n$	50 МГц	$1,5 B_n + 50 \text{ МГц}$
$3 \text{ ГГц} < f_c \leq 10 \text{ ГГц}$	100 кГц	250 кГц	$2,5 B_n$	100 МГц	$1,5 B_n + 100 \text{ МГц}$
$f_c > 10 \text{ ГГц}$	300 кГц	750 кГц	$2,5 B_n$	250 МГц	$1,5 B_n + 250 \text{ МГц}$
	500 кГц	1,25 МГц	$2,5 B_n$	500 МГц	$1,5 B_n + 500 \text{ МГц}$
	1 МГц	2,5 МГц	$2,5 B_n$		

5.3 Верхняя граница диапазона частот контроля побочных излучений F_v определяется по таблице 2.

Таблица 2 – Верхняя граница F_v диапазона частот контроля побочных излучений

Частотный диапазон радиопередатчика	Границы диапазонов измерений побочных излучений	
	Ниже области внеполосных излучений (F_v)	Выше области внеполосных излучений (F_v)
9 кГц – 100 МГц	9 кГц	1 ГГц
100 МГц – 300 МГц	9 кГц	10-я гармоника
300 МГц – 600 МГц	30 МГц	3 ГГц
600 МГц – 5200 МГц	30 МГц	5-я гармоника
5200 МГц – 13 ГГц	30 МГц	26 ГГц
13 ГГц – 150 ГГц	30 МГц	2-я гармоника*
150 ГГц – 300 ГГц	30 МГц	300 ГГц*

* указанные пределы являются рекомендованными

6 Нормы на допустимые уровни побочных излучений

Требования на допустимые уровни ПИ радиопередающих устройств гражданского назначения в диапазоне частот контроля ПИ установлены в таблице 3. Требования предусматривают выполнение необходимого ослабления ($A_{\text{пи}}$) мощности ПИ относительно мощности основного излучения на выходе радиопередатчика (мощности, излучаемой антенной радиопередатчика).

В таблице 3 (третий столбец) приведены также требования к допустимым уровням ПИ в виде максимально допустимой мощности (P_i) любых составляющих ПИ, поступающих от радиопередатчика на антенну или составляющих ПИ, излучаемых радиопередатчиком, которые эквивалентны требованиям $A_{\text{пи}}$.

Таблица 3 – Допустимые уровни побочных излучений радиопередающих устройств

№№ п.п.	Минимально допустимое ослабление ПИ $A_{\text{пи}}$ (дБ) относительно уровня мощности на выходе радиопередатчика (применяются менее жесткие требования)	Максимально допустимая мощность в области побочных излучений P_i (в дБм) при соответствующих ширине полосы и мощности P ($P_{\text{пик}}$) ¹⁾	Примечания
Примечание ко всей таблице – Применяется одно из указанных ниже требований к $A_{\text{пи}}$ в зависимости от того, какой уровень ПИ соответствует менее жестким требованиям. Обязательными являются менее жесткие требования, выполнение более жестких требований – желательно.			
Все радиослужбы, за исключением указанных в пунктах 3 – 18			
На частотах выше 30 МГц			
1	$A_{\text{пи}} = 43 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 500$ Вт $P_i = -13$; при $P > 500$ Вт $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт	1
На частотах ниже 30 МГц (кроме космических, радиоопределения, радиовещательной, а также служб с использованием ОБП на подвижных станциях и любительской)			
2	$A_{\text{пи}} = 43 + X$, где $X = P_{\text{пик}}$ дБВт для ОБП модуляции и $X = P$ дБВт для остальных типов модуляции, или $A_{\text{пи}} = 60$	При $X \leq 50$ Вт $P_i = -13$; при $X > 50$ Вт $P_i = (X - 30)$, где X – мощность, дБВт	1
Маломощные радиоприборы			
3	$A_{\text{пи}} = 56 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 40$	При $P \leq 0,025$ Вт $P_i = -26$; при $0,025$ Вт $< P \leq 0,1$ Вт, $P_i = (P - 10)$, где P – мощность, дБВт	2
Средства радиотелеметрии воздушной подвижной службы			
4	$A_{\text{пи}} = 55 + P$, где P – мощность в дБВт, или $A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 30$ Вт $P_i = -25$; при $P > 30$ Вт $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт	

¹⁾ Кроме случаев, когда нужны измерения $P_{\text{пик}}$, нормы излучения в области ПИ установлены в терминах средней мощности на выходе радиопередатчика (мощности, излучаемой антенной радиопередатчика). Для импульсных радиопередатчиков измеренная мощность побочного колебания пересчитывается в среднюю.

Продолжение таблицы 3

Космические, спутниковые службы			
Фиксированные и подвижные земные станции			
5	$A_{\text{пи}} = 43 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 60$	При $P \leq 50$ Вт $P_i = -13$; при $P > 50$ Вт $P_i = (P - 30)$, где P – мощность, дБВт	3, 4
Космические станции			
6	$A_{\text{пи}} = 43 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 60$	При $P \leq 50$ Вт $P_i = -13$; при $P > 50$ Вт $P_i = (P - 30)$, где P – мощность, дБВт	3, 5
Радиоопределение			
Стационарные станции радиолокационных систем			
7	$A_{\text{пи}} = 60 + P_{\text{пик}}$, где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 100$ ниже пиковой мощности – $P_{\text{пик}}$	При $P_{\text{пик}} \leq 10$ кВт $P_i = -30$; при $P_{\text{пик}} > 10$ кВт $P_i = (P_{\text{пик}} - 70)$ где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт	6, 7
Прочие РЭС службы радиоопределения			
8	$A_{\text{пи}} = 43 + P_{\text{пик}}$, где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 60$ ниже пиковой мощности – $P_{\text{пик}}$	При $P_{\text{пик}} \leq 50$ Вт $P_i = -13$; при $P_{\text{пик}} > 50$ Вт $P_i = (P_{\text{пик}} - 30)$, где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт	6
Телевизионное вещание			
Аналоговое телевидение			
9	$A_{\text{пи}} = 46 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 70$	Радиопередатчики ОВЧ (48,5 ÷ 230 МГц) При $P \leq 250$ Вт $P_i = -16$; при $250 \text{ Вт} < P \leq 10 \text{ кВт}$ $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 10 \text{ кВт}$ $P_i = 0$	8, 9
10		Радиопередатчики УВЧ (470 ÷ 960 МГц) При $P \leq 250$ Вт $P_i = -16$; при $250 \text{ Вт} < P \leq 12 \text{ кВт}$ $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 12 \text{ кВт}$ $P_i = 10,8$	
Цифровое телевидение			
DVB-T, DVB-T2 станции диапазона (174,0 ÷ 230,0 МГц)			
11	$A_{\text{пи}} = 40$	При $P \leq 100$ мВт $P_i = (P - 10)$, где P – мощность, дБВт	13
		при $100 \text{ мВт} \leq P \leq 25 \text{ Вт}$ $P_i = (P - 10)$, где P – мощность, дБВт	14
	$A_{\text{пи}} = 60$	при $P > 25$ Вт $P_i = (P - 30)$, где P – мощность, дБВт	
DVB-T, DVB-T2 станции диапазона (470,0 ÷ 862,0 МГц)			
12	$A_{\text{пи}} = 40$	При $P \leq 25$ Вт $P_i = (P - 10)$, где P – мощность, дБВт	14
	$A_{\text{пи}} = 60$	при $P > 25$ Вт $P_i = (P - 30)$, где P – мощность, дБВт	
Звуковое радиовещание (ниже 30 МГц)			
Звуковое аналоговое радиовещание (ниже 30 МГц)			
13	$A_{\text{пи}} = 50$	При $P \leq 5$ кВт $P_i = (P - 20)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 5$ кВт $P_i = 17$.	11

Продолжение таблицы 3

Звуковое цифровое радиовещание в полосах 0,1485 – 0,2835 МГц; 0,5265 – 1,6065 МГц;
3,95 – 26,1 МГц

14	$A_{\text{пи}} = 60$	$P_i = (P - 30)$, где P – мощность, дБВт	
Звуковое радиовещание ЧМ в полосе 66-74 МГц			
15	$A_{\text{пи}} = 46 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 250$ Вт $P_i = -16$ При $250 \text{ Вт} < P < 10 \text{ кВт}$ $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 10 \text{ кВт}$ $P_i = 0$	12
Звуковое радиовещание ЧМ в полосе 87,5-108 МГц			
16	$A_{\text{пи}} = 46 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 250$ Вт $P_i = -16$; При $250 \text{ Вт} < P < 10 \text{ кВт}$ $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 10 \text{ кВт}$ $P_i = 0$	12
Подвижная служба			
Подвижные станции, однополосные передачи			
17	$A_{\text{пи}} = 43$ ниже $P_{\text{пик}}$	$P_i = (P_{\text{пик}} - 13)$, где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт	1
Сухопутная подвижная служба			
В диапазоне от 9 кГц до 1 ГГц (кроме полос 146-174 МГц и 390-512 МГц)			
18	$A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 100$ Вт $P_i = (P - 20)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 100$ Вт $P_i = 17$	10
В полосах частот 146-174 МГц и 390-512 МГц			
19	При разносе каналов 12,5 кГц		10
	$A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 100$ Вт $P_i = -20$; при $P > 100$ Вт $P_i = (P - 40)$, где P – мощность, дБВт	
	При разносе каналов 6,5 кГц		
	$A_{\text{пи}} = 65$	$P_i = (P - 35)$, где P – мощность, дБВт	
В диапазоне выше 1 ГГц			
20	$A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 100$ Вт $P_i = (P - 20)$, где P – мощность, дБВт; при $P > 100$ Вт $P_i = 17$	10
Радилюбительская служба			
21	частота ниже 30 МГц (включая ОБП)		
	$A_{\text{пи}} = 43 + P_{\text{пик}}$, где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 50$	При $P_{\text{пик}} \leq 5$ Вт $P_i = -13$; при $P_{\text{пик}} > 5$ Вт $P_i = (P_{\text{пик}} - 20)$, где $P_{\text{пик}}$ – пиковая мощность, дБВт	
	частота выше 30 МГц		
	$A_{\text{пи}} = 43 + P$, где P – мощность, дБВт, или $A_{\text{пи}} = 70$	При $P \leq 5$ Вт $P_i = -13$	

Примечания:

1 Все классы излучения с использованием ОБП включены в категорию «ОБП». Космические станции любительской спутниковой службы подпадают под требования Приложения 3 Регламента радиосвязи (РР).

2 Маломощные радиоприборы с максимальной выходной мощностью менее 100 мВт, предназначенные для связи на короткие расстояния.

3 Предельные уровни ПИ для всех космических служб указываются для полосы 4 кГц.

4 Земные станции любительской спутниковой службы, действующие в диапазоне ниже 30 МГц, относятся к категории службы «Любительские службы», действующие в диапазоне ниже 30 МГц (включая использующих ОБП).

5 Нормы на ПИ не относятся к космическим станциям службы космических исследований, предназначенным для работы в дальнем космосе, как это определено пунктом 1.177 РР.

6 За исключением РЛС профилей ветра (метеорологической радиослужбы), многочастотных и с активной антенной решеткой.

7 На основе пограничных соглашений Администрации могут разрешать эксплуатацию оборудования морских подвижных РЛС на закрепленном месте (то есть судовых эксплуатационных РЛС), использующих соответствующие нормы для подвижных РЛС.

8 Для аналоговых телевизионных передач средний уровень мощности определяется с используемой модуляцией видеосигнала. Этот видеосигнал должен выбираться таким образом, чтобы на фидер антенны подавался максимальный средний уровень мощности (например, на уровне гашения видеосигнала для телевизионных систем с негативной модуляцией).

9 Абсолютный уровень средней мощности ПИ не должен превышать 1 мВт для ОВЧ станций, а для УВЧ станций – не должен превышать 12 мВт.

10 В качестве допустимого уровня побочных излучений выбирается значение $A_{\text{пи}}$ или P_i , соответствующее менее жесткому требованию.

11 Абсолютный уровень средней мощности ПИ не должен превышать 50 мВт.

12 Абсолютный уровень средней мощности ПИ не должен превышать 1 мВт.

13 Абсолютный уровень средней мощности ПИ не должен превышать 10 мкВт.

14 Абсолютный уровень средней мощности ПИ не должен превышать 25 мкВт.

15 Измерение характеристик ПИ необходимо выполнять в соответствии с методиками (методами) измерений, аттестованными установленным порядком согласно ГОСТ 8.563.

16 Уровни побочных излучений различных космических служб, таких как фиксированная спутниковая служба (Земля-космос), служба космической эксплуатации (Земля-космос), межспутниковая служба, и/или наземных служб, таких как фиксированная служба, подвижная служба и радиолокационная служба, в полосах частот 1400 – 1427 МГц; 23,6 – 24 ГГц; 31,3 – 31,5 ГГц; 50,2 – 50,4 ГГц; 52,6 – 54,25 ГГц и 86 – 92 ГГц должны удовлетворять требованиям, указанным в Приложении А.

Рекомендуемые полосы пропускания измерительного приемника, используемые при контроле уровней побочных излучений, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Общий порядок измерения уровня ПИ		Используемая ширина полосы B_i (по Рекомендации МСЭ-Р SM.329-10 [5])	
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 $B_{\text{пр}}$ с пересчетом результатов в соответствии с приложением Б.

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 Вн.

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.

7 Приложение А

В связи с тем, что ПИ радиопередающих устройств различных космических служб, таких как фиксированная спутниковая служба (Земля-космос), служба космической эксплуатации (Земля-космос), межспутниковая служба, и/или наземных служб, таких как фиксированная служба, подвижная служба и радиолокационная служба, далее именуемые "активные службы", могут создавать неприемлемые помехи для датчиков спутниковой службы исследования Земли (ССИЗ) (пассивной) и что по техническим или эксплуатационным причинам общие пределы, приведенные в Таблице 3 настоящих Норм, могут оказаться недостаточными для защиты ССИЗ (пассивной) в полосах частот 1400 – 1427 МГц; 23,6 – 24 ГГц; 31,3 – 31,5 ГГц; 50,2 – 50,4 ГГц; 52,6 – 54,25 ГГц и 86 – 92 ГГц, на побочные излучения радиопередающих устройств указанных служб в указанных полосах частот налагаются дополнительные ограничения.

Уровни ПИ радиопередающих устройств, введенных в действие в полосах и службах, перечисленных в Таблице А.1, не должны превышать максимальных допустимых уровней, указанных Таблице А.1.

Уровни ПИ радиопередающих устройств активных служб в полосах и службах, перечисленных в Таблице А.2, не должны превышать максимальных допустимых уровней, указанных Таблице А.2.

Таблица А.1

Полоса ССИЗ (пассивной)	Полоса активной службы	Активная служба	Предельные значения мощности ПИ от радиопередающих устройств активной службы в указанной ширине полосы приемника в полосе частот ССИЗ (пассивной) ¹
23,6–24,0 ГГц	22,55–23,55 ГГц	Межспутниковая	–36 дБВт в любом участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для негеостационарных (НГСО) систем межспутниковой службы (МСС), по которым полная информация для предварительной публикации получена Бюро радиосвязи МСЭ до 1 января 2020 года; –46 дБВт в любом участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для систем НГСО МСС, по которым полная информация для предварительной публикации получена Бюро радиосвязи МСЭ 1 января 2020 года или после этой даты
31,3–31,5 ГГц	31–31,3 ГГц	Фиксированная (за исключением HAPS)	Для радиопередающих устройств, введенных в действие после 1 января 2012 года: –38 дБВт в любом участке шириной 100 МГц полосы ССИЗ (пассивной).
50,2–50,4 ГГц	49,7–50,2 ГГц	Фиксированная спутниковая (Земля-космос) ²	Для станций, введенных в действие после даты вступления в силу Заключительных актов Всемирной конференции радиосвязи (ВКР) – 07: –10 дБВт в участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для земных станций с усилением антенны, большим или равным 57 дБ; –20 дБВт в участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для земных станций с усилением антенны меньше 57 дБ
50,2–50,4 ГГц	50,4–50,9 ГГц	Фиксированная спутниковая (Земля-космос) ²	Для станций, введенных в действие после даты вступления в силу Заключительных актов ВКР–07: –10 дБВт в участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для земных станций с усилением антенны, большим или равным 57 дБ; –20 дБВт в участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для земных станций с усилением антенны меньше 57 дБ

52,6–54,25 ГГц	51,4–52,6 ГГц	Фиксированная	Для станций, введенных в действие после даты вступления в силу Заключительных актов ВКР–07: –33 дБВт в любом участке шириной 100 МГц полосы ССИЗ (пассивной)
-------------------	------------------	---------------	---

1 Под уровнем мощности побочного излучения здесь должен пониматься уровень, измеряемый на входе антенны.

2 Предельные значения применяются в условиях ясного неба. В условиях замирания предельные значения могут превышать земными станциями при использовании регулировки мощности на линии вверх.

Таблица А.2

Полоса ССИЗ (пассивной)	Полоса активной службы	Активная служба	Рекомендуемый максимальный уровень мощности ПИ от радиопередающих устройств активной службы в указанной ширине полосы приемника в полосе частот ССИЗ (пассивной) ¹	
1 400–1 427 МГц	1 350–1 400 МГц	Радиолокационная ²	–29 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной)	
		Фиксированная	–45 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для связи пункта с пунктом	
		Подвижная	–60 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для радиопередающих устройств подвижной службы, кроме транспортируемых радиорелейных станций; –45 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для транспортируемых радиорелейных станций	
		1 427–1 429 МГц	Служба космической эксплуатации (Земля-космос)	–36 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной)
		1 427–1 429 МГц	Подвижная, за исключением воздушной подвижной	–60 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для радиопередающих устройств подвижной службы, кроме транспортируемых радиорелейных станций; –45 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для транспортируемых радиорелейных станций
	Фиксированная		–45 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для связи пункта с пунктом	
		1 429–1 452 МГц	Подвижная	–60 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для радиопередающих устройств подвижной службы, кроме транспортируемых радиорелейных станций; –45 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для транспортируемых радиорелейных станций; –28 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для станций воздушной телеметрии ³
	Фиксированная		–45 дБВт на участке шириной 27 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для связи пункта с пунктом	
31,3–31,5 ГГц	30,0–31,0 ГГц	Фиксированная спутниковая (Земля-космос) ⁴	–9 дБВт на участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для земной станции с усилением антенны, большим или равным 56 дБ; –20 дБВт на участке шириной 200 МГц полосы ССИЗ (пассивной) для земной станции с усилением антенны меньше 56 дБ	
86–92 ГГц ⁶	81–86 ГГц	Фиксированная	–41 – 14(f – 86) дБВт/100 МГц для 86,05 ≤ f ≤ 87 ГГц; –55 дБВт/100 МГц для 87 ≤ f ≤ 91,95 ГГц, где f – центральная частота эталонной ширины полосы 100 МГц, выраженная в ГГц	

	92–94 ГГц	Фиксированная	$-41 - 14(92 - f)$ дБВт/100 МГц для $91 \leq f \leq 91,95$ ГГц; -55 дБВт/100 МГц для $86,05 \leq f \leq 91$ ГГц, где f – центральная частота эталонной ширины полосы 100 МГц, выраженная в ГГц
--	-----------	---------------	---

1 Под уровнем мощности нежелательного излучения здесь должен пониматься уровень, измеряемый на входе антенны.

2 Здесь под средней мощностью понимается общая мощность, измеряемая на входе антенны (или ее эквивалент) в полосе 1400 – 1427 МГц, с усреднением за период порядка 5 с.

3 Полоса 1429 – 1435 МГц распределена воздушной подвижной службе на первичной основе исключительно для целей воздушной телеметрии.

4 Рекомендуются максимальные уровни применяются в условиях ясного неба. В условиях замирания эти уровни могут превышать земными станциями при использовании регулировки мощности на линии вверх.

8 Приложение Б (справочное)

Способ пересчета результатов измерений побочных излучений при импульсной модуляции

Для увеличения точности измерений и чувствительности, полосу пропускания измерительного приемника можно сделать отличной от рекомендуемой полосы. Например, более узкая полоса разрешения иногда необходима для излучений, близких к центральной частоте. В случае, когда полоса разрешения меньше, чем рекомендуемая полоса, результат должен быть объединен по рекомендуемой полосе (объединение должно производиться на основе суммы мощностей, кроме случаев, когда известно, что побочный сигнал является аддитивным по напряжению или другому закону). Если полоса разрешения больше, чем рекомендуемая полоса, результат для широкополосного излучения побочной области должен быть нормализован к отношению полос в соответствии со следующим выражением:

$$P_{\text{э}0(i)} = g P'_{\text{э}0(i)} \frac{\hat{A}_{i\text{э}}}{\hat{A}'_{i\text{э}}}, \quad (\text{Б.11})$$

где $P'_{\text{э}0(i)}$ – измеренное значение мощности на входе измерительного приемника при полосе пропускания $\hat{A}'_{i\text{э}}$, Вт;

$B_{i\text{э}}$ – полоса, для которой пересчитывают значение мощности сигнала, Гц;

g – коэффициент пересчета (для большинства практических случаев $g = 1$). В случае необходимости g определяется с использованием огибающей спектра сигнала, полученного на экране измерительного приемника (рисунок Б.1).

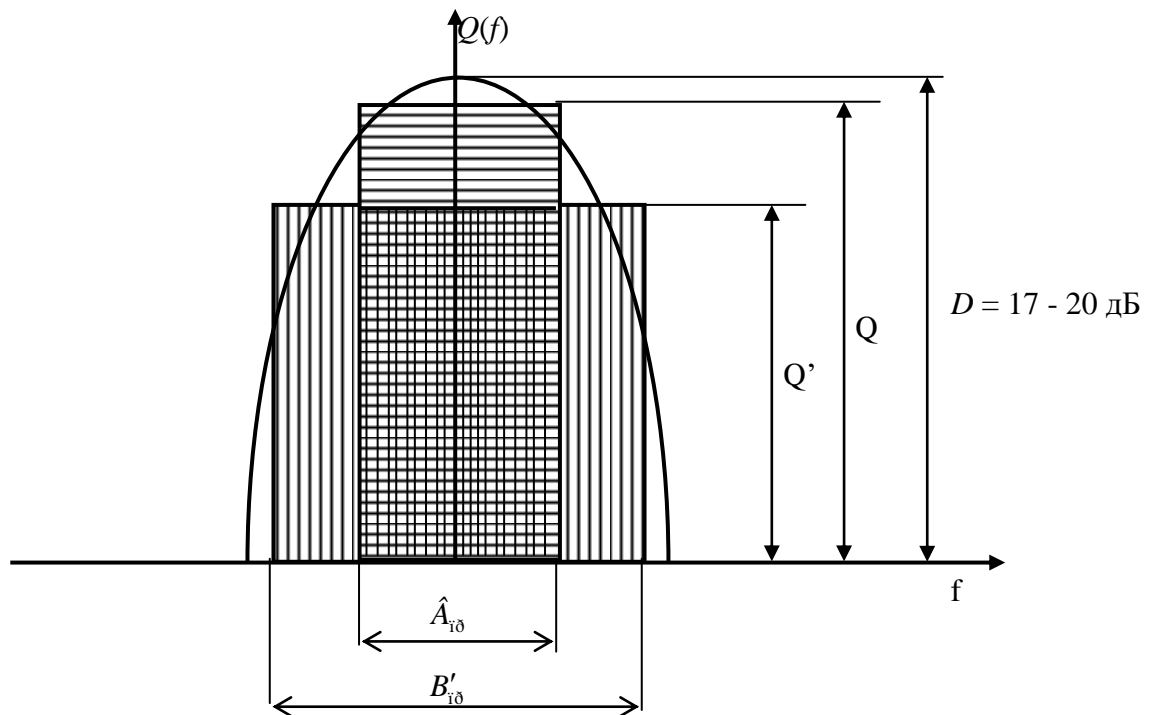


Рисунок Б.1. Изображение огибающей спектра сигнала на экране измерительного приемника

$$g = 10^{M \Delta\alpha}, \quad (\text{Б.22})$$

где

$$\Delta\alpha = 10 \lg \left(\frac{Q}{Q'} \right), \quad (\text{Б.33})$$

$$M = \begin{cases} 0,1 & \text{– в режиме квадратичного детектирования,} \\ 0,2 & \text{– в режиме линейного детектирования,} \end{cases} \quad (\text{Б.44})$$

где Q' , Q – средние значения уровней спектра в полосах пропускания $B'_{i\delta}$, $\hat{A}_{i\delta}$, В.

Динамический диапазон D , одновременно наблюдаемых составляющих спектра, должен составлять 17 – 20 дБ.

Для дискретных (узкополосных) побочных излучений ($\Delta f_0 \ll f_0$, Δf_0 – эффективная ширина спектра излучения, f_0 – центральная частота излучения) измерения побочных излучений с полосой разрешения больше, чем рекомендуемая полоса не допускаются.

9. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТОДАМ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ УРОВНЕЙ ПОБОЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

9.1 Общие требования

9.1.1 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 настоящих Нормах, с учетом погрешности, приписанной используемой методике измерений.

9.1.2 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.

9.1.3 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-Р SM.329-10 [5])	
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 разноса 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 $1/2$ 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.

9.1.4 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.

9.1.5 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.

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

9.2 Условия измерений

9.2.1 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.

9.2.2 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.

9.2.3 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.

9.2.4 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.

9.2.5 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.

9.2.6 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 $r_{\text{Фк}} = 0.288675\sqrt{\lambda_0 r}$, 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 $D_{на}$ должно соответствовать дальней зоне этих антенн и определяется одним из следующих уравнений:

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

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

$$r_{\min} = \frac{5D_a D_{на}}{\lambda_0}, \text{ если } D_a \approx D_{на}. \quad (2)$$

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

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.

9.3 Калибровка измерительной цепи.

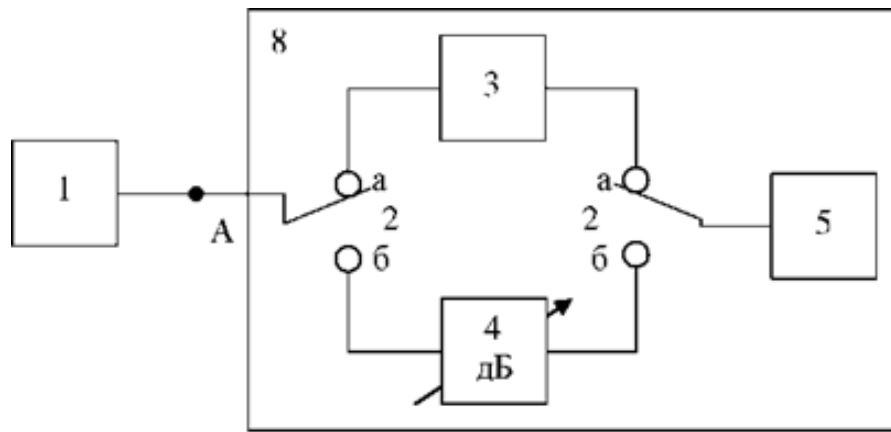
9.3.1 При выполнении измерений ПИ прямым методом требуется калибровка всех измерительных компонентов индивидуально (фильтров, кабелей и т.п.) или калибровка измерительной установки в целом на частотах, указанных в пункте 1.1.4. В случае наличия калибровочных значений затухания (усиления) для каждого 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.

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

9.3.3 Собирают схему, представленную на рисунке 1.

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

9.3.4 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 9.1.3.



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 - Структурная схема калибровки измерительной цепи

9.3.5 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.

9.3.6 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.

9.3.7 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:

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

где α - затухание измерительного аттенюатора, дБ.

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

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

где α_j - затухание измерительного аттенюатора при калибровке j-го элемента, дБ;

N - общее количество элементов.

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

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

9.4 Прямое измерение мощности (уровня) побочных излучений радиопередающего устройства

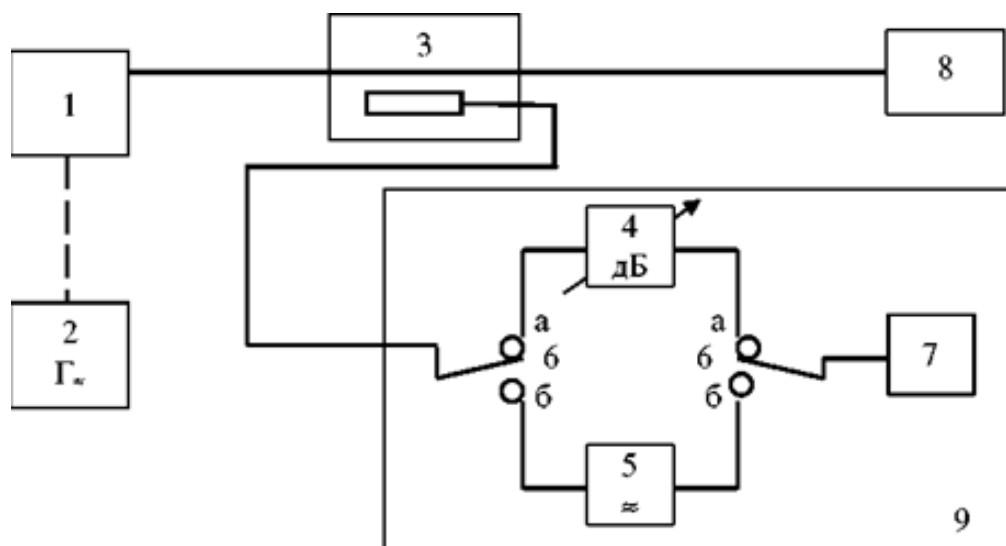
9.4.1 Структурная схема измерений представлена на рисунке 2.

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 2 направленные ответвители встраивают в каждый фидер.



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

Рисунок 2 - Структурная схема измерений ПИ передатчиков

9.4.2 Выполняют калибровку измерительной цепи в соответствии с п. 9.3.

9.4.3 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 9.1.3.

9.4.4 Устанавливают переключатель 6 в положение "α" и измеряют мощность $P_{и0}$ (напряжение $U_{и0}$) на выходе передатчика.

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

9.4.6 Рассчитывают относительный уровень ПИ в фидерном тракте передатчика:

$$P_{отн} = 101g \left(\frac{P_{иi} k_0}{P_{и0} k_i} \right), \quad (5)$$

или

$$P_{отн} = 201g \left(\frac{U_{иi} (k_0)^{0,5}}{U_{и0} (k_i)^{0,5}} \right), \quad (6)$$

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

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

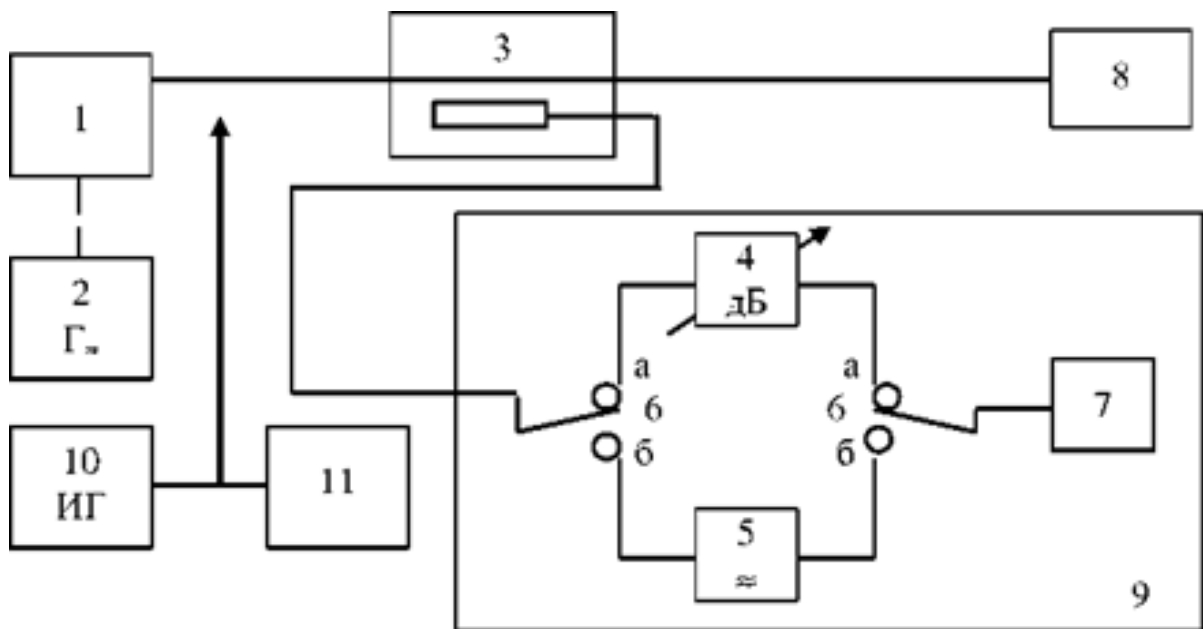
$$|P_{отн}| \geq |A_{пи}| \quad \text{или} \quad \frac{P_{иi}}{k_i} \leq P_i \quad \text{или} \quad \frac{U_{иi}^2}{R_{вх} k_i} \leq P_i \quad \text{на каждой из обнаруженных частот ПИ,}$$

где норма ослабления $A_{пи}$ или абсолютное значение P_i берутся из таблицы 3 настоящих Норм.

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

1.5.1 Структурная схема измерений представлена на рисунке 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 - аттенюатор; 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 3 - Структурная схема измерений ПИ передатчиков методом замещения

9.5.2 Подключают контролируемый передатчик к измерительной цепи.

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

9.5.4 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 $P_{и0}$ (напряжение $U_{и0}$) фиксируют в качестве измеренного. Для повышения точности измерений мощности $P_{и0}$ (напряжение $U_{и0}$) можно выполнять с помощью ваттметра (вольтметра) 11, подключенного непосредственно ко входу измерительного генератора 10.

9.5.5 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. 9.5.3.

9.5.6 Рассчитывают относительный уровень ПИ в фидерном тракте передатчика:

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

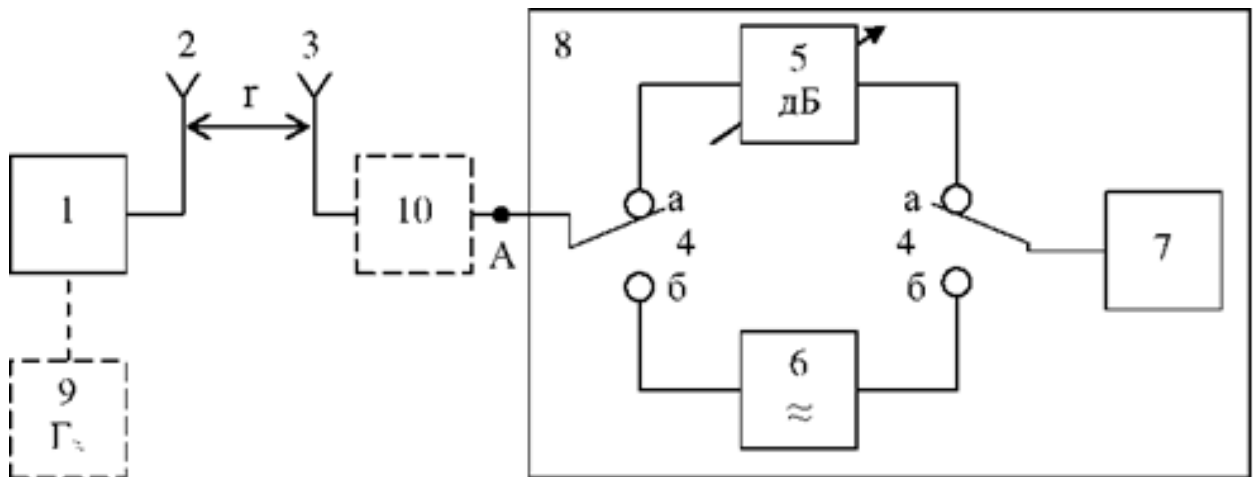
$$P_{\text{отн}} = 201g \left(\frac{U_{\text{и1}}}{U_{\text{и0}}} \right), \quad (8)$$

9.5.7 Повторяют действия по п. п. 9.4.3 и 9.4.6 при настройке передатчика на каждую частоту контроля ПИ.

9.5.8 Проверяют соответствие уровня побочных излучений аналогично п. 9.4.8.

9.6 Дистанционное прямое измерение уровней побочных излучений

9.6.1 Собрать измерительную установку в соответствии со структурной схемой рисунок 4.



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 - малозумящий усилитель (используется при необходимости)

Рисунок 4 - Структурная схема дистанционных прямых измерений ПИ радиопередающих устройств

9.6.2 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.

9.6.3 Выполняют калибровку измерительной цепи (подраздел 9.3).

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

9.6.5 Устанавливают полосу пропускания измерительного приемника в соответствии с подразделом 9.1.3.

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

9.6.7 Устанавливают вертикальную поляризацию измерительной антенны.

9.6.8 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.

9.6.9 Устанавливают горизонтальную поляризацию измерительной антенны.

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

9.6.11 Повторяют действия по п. п. 9.6.7 - 9.6.10 для каждой из зафиксированных по пункту 1.6.6 частот ПИ.

9.6.12 Перемещают измерительную антенну в следующую j-ую точку наблюдения на расстояние $0,8\lambda$ и повторяют действия по п. п. 9.6.7 - 9.6.11. Таких точек измерений должно быть не менее 5 для исключения глубоких замираний.

9.1.13 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;

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

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

$$P_{отни} = 101g \frac{P_{иi} S_0 k_0 k_{мшу0}}{P_{и0} S_i k_i k_{мшуi}} \quad (11)$$

или

$$P_{\text{отн}i} = 101g \frac{U_{\text{и}i}^2 S_0 k_0 k_{\text{мш}y0}}{U_{\text{и}0}^2 S_i k_i k_{\text{мш}yi}}. \quad (12)$$

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

$$101g \frac{G_0}{G_i}, \quad (13)$$

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

9.6.16 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

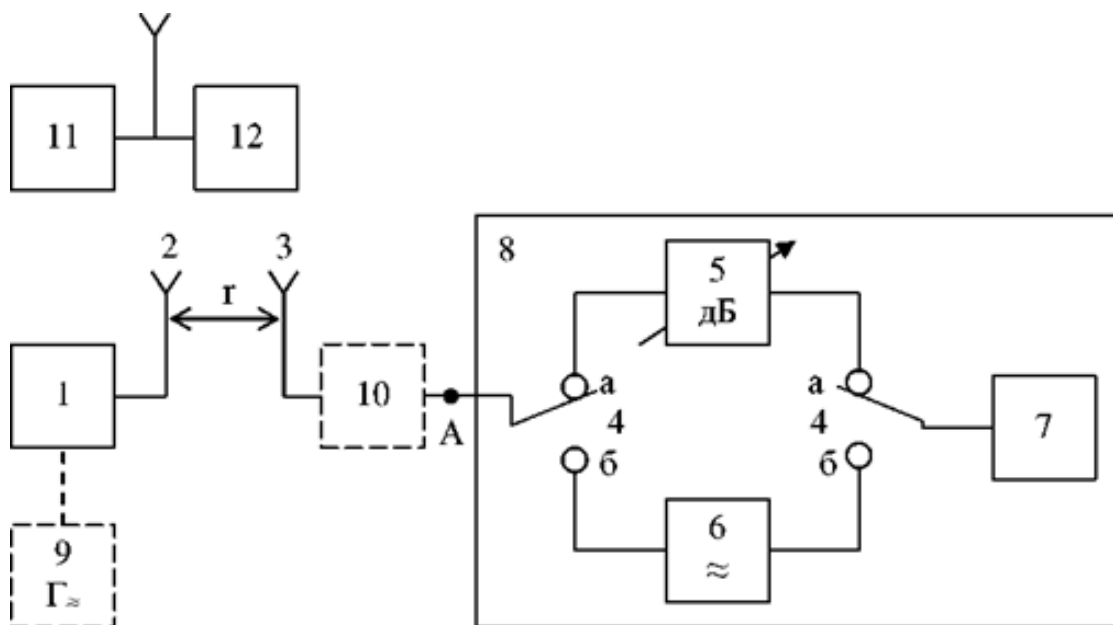
$$\left| P_{\text{отн}i} + 101g \left(\frac{G_0}{G_i} \right) \right| \geq |N|, \quad (14)$$

$$\frac{4\pi r^2 P_{\text{и}i}}{G_i S_i k_i k_{\text{мш}yi}} \leq N_a \quad \text{или} \quad \frac{4\pi r^2 U_{\text{и}i}^2}{R_{\text{вх}} G_i S_i k_i k_{\text{мш}yi}} \leq N_a, \quad (15)$$

на каждой из обнаруженных частот ПИ.

9.7 Дистанционное измерение уровней побочных излучений методом замещения

9.7.1 Собрать измерительную установку в соответствии со структурной схемой рисунка 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 - 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); 11 - калиброванный генератор; 12 - ваттметр (вольтметр)

Рисунок 5 - Структурная схема дистанционных измерений ПИ радиопередающих устройств методом сравнения

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

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

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

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

9.7.6 Устанавливают вертикальную поляризацию измерительной антенны.

9.7.7 Измеряют мощность $P_{и0j}^в$, Вт, (напряжение $U_{и0j}^в$, 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.

9.7.8 Устанавливают горизонтальную поляризацию измерительной антенны.

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

9.7.10 Повторяют действия по п. п. 9.7.6 - 9.7.9 для каждой из зафиксированных по п. 9.7.5 частот ПИ.

9.7.11 Перемещают измерительную антенну в следующую j-ую точку наблюдения на расстояние $0,8\lambda$ и повторяют действия по п. п. 9.7.6 - 9.7.10. Таких точек измерений должно быть не менее 5 для исключения глубоких замираний.

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

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

$$(U_{иi}^{B(r)})^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (U_{иij}^{B(r)})^2, \quad (18)$$

где N - число измерений;

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

$$U_{иi}^2 = \frac{1}{2}((U_{иi}^B)^2 + (U_{иi}^Г)^2). \quad (19)$$

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

$$P_{отнi} = 101g \frac{P_{иi}}{P_{и0}} \quad (20)$$

или

$$P_{отнi} = 101g \frac{U_{иi}^2}{U_{и0}^2}. \quad (21)$$

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

$$101g \frac{G_0}{G_i}. \quad (22)$$

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

$$|P_{отнi} = 101g \frac{G_0}{G_i}| \geq |N| \quad (23)$$

и

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

на каждой из обнаруженных частот ПИ.

Приложение 9.А

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОБОЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

9.А.1 Общие положения

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

9.А.1.2 Если режим максимальной мощности несущей без модуляции невозможен, то измерения ПИ перечисленных в таблице 9.А.1 типов передачи производятся с использованием основного эксплуатационного класса излучения при максимальном значении мощности передатчика.

9.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 9.А.1 даны рекомендуемые режимы модуляции. Кроме того, для систем с цифровой модуляцией в таблице 9.А.2 приведены виды стандартных испытательных сигналов, предусмотренных Рекомендациями МСЭ-R и МСЭ-T O.153 для целей измерения полезных и нежелательных сигналов.

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

Таблица 9.А.1

Тип передачи и ее 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
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-кодовая модуляция)	PON	Излучение последовательности импульсов при максимальной пиковой мощности огибающей (без модуляции)
Телеграфирование посредством амплитудной	K1B	То же

модуляции импульсной несущей без модуляции звуковой частотой		
Телеграфирование посредством амплитудной манипуляции одной или нескольких модулирующих звуковых частот или посредством амплитудной манипуляции модулированной импульсной несущей:		
- модуляция импульсов по амплитуде	K2B	То же
- модуляция импульсов по ширине	L2B	То же
- модуляция импульсов по фазе	M2B	То же
Телефония:		
- модуляция импульсов по амплитуде	K3E	То же
- модуляция импульсов по ширине (или длительности)	L3E	То же
- модуляция импульсов по фазе (или по положению)	M3E	То же
- кодово-импульсная модуляция (после амплитудно-импульсной модуляции и отбора импульсных посылок)	G3E	То же
Случаи, не предусмотренные выше, в которых несущая модулируется импульсами	X3E	То же

Таблица 9.А.2

Тип сигнала	Краткая характеристика	Особенности использования	Исходный документ
D-M0	Серия 0-битовых сигналов <1>	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	Рекомендация МСЭ-Т O.153

		излучения	
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	

<1> Неопределенные серии 0-битовых и 1-битовых посылок.

10 Библиография

[1] Нормы ГКРЧ 18-85 Общесоюзные нормы на побочные излучения радиопередающих устройств гражданского назначения.

[2] Нормы ГКРЧ 18-07 Радиопередающие устройства гражданского назначения. Требования на допустимые уровни побочных излучений. Методы контроля.

[3] Нормы ГКРЧ 19-02 Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского назначения.

[4] Рекомендация МСЭ-Р SM.1541-1 Нежелательные излучения в области внеполосных излучений.

Unwanted emissions in the out of band domain.

[5] Рекомендация МСЭ-Р SM.329-10. Нежелательные излучения в области побочных излучений.

Unwanted emissions in the spurious domain.

[6] Радиорегламент, редакция 2008 г. Международный союз электросвязи. Radio Regulations, Edition of 2008, ITU.

[7] Рекомендация МСЭ-Т O.153 Допустимые значения ошибки при измерении скорости передачи данных ниже первоначальной.

Basic parameters for the measurement of error performance at bit rates below the primary rate.

[8] Рекомендация СЕПТ 74-01 Побочные излучения Spurious emissions.

[9] ГОСТ Р 55696-2013 Телевидение вещательное цифровое. Передающее оборудование для цифрового наземного телевизионного вещания DVB-T/T2. Технические требования. Основные параметры. Методы измерений.