

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1638

Характеристики и критерии защиты для исследований возможности совместного использования частот радарными радиолокационной, воздушной радионавигационной и метеорологической служб, работающими в полосах частот между 5250 и 5850 МГц

(2003)

Резюме

Данная Рекомендация описывает технические и эксплуатационные характеристики, а также критерии защиты радаров, работающих в полосе частот 5250–5850 МГц. Эти характеристики предназначены для использования их при оценке совместимости этих систем с другими службами.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что характеристики антенны, распространения сигнала, обнаружения цели и большая необходимая ширина полосы частот, требуемые для выполнения радарными своих функций, являются оптимальными в определенных полосах частот;
- b) что технические характеристики радаров в радиолокационной, радионавигационной и метеорологической службах определяются назначением системы и в значительной степени меняются даже внутри одной полосы частот;
- c) что в соответствии с определением п. 4.10 Регламента радиосвязи (РР) радионавигационная служба является службой безопасности и требует специальных мер по обеспечению ограждения их от вредных помех;
- d) что на ВАРК-79 значительная часть спектра, распределенного радиолокационной и радионавигационной службам (около 1 ГГц), была исключена или понижена в статусе;
- e) что в настоящее время ряд технических комиссий МСЭ-R рассматривают возможность внедрения новых типов систем (например, фиксированный беспроводный доступ, а также системы фиксированной и подвижной связи высокой плотности) или служб в полосах частот между 420 МГц и 34 ГГц, используемых радарными радионавигационной, радиолокационной и метеорологической служб;
- f) что типичные технические и эксплуатационные характеристики радаров радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб необходимы для определения возможности внедрения новых типов систем в полосах частот, в которых работают вышеперечисленные службы;
- g) что процедуры и методики анализа совместимости между радарными и системами других служб представлены в Рекомендации МСЭ-R М.1461;
- h) что радары радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб работают в полосах частот между 5250–5850 МГц;
- j) что радарам наземного базирования, используемым в метеорологических целях, разрешена работа в полосе частот 5600–5650 МГц на равной основе со станциями воздушной радионавигационной службы (ВРНС) (см. п. 5.452 РР),

рекомендует,

1 чтобы технические и эксплуатационные характеристики радаров радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб, представленные в Приложении 1, считались типичными характеристиками для таких радаров, работающих в полосах частот между 5250 и 5850 МГц (см. Примечание 1);

2 чтобы Рекомендация МСЭ-R М.1461 использовалась в качестве руководства при анализе совместимости между радаром радиолокационной, радионавигационной и метеорологической служб и системами других служб; чтобы критерий отношения мощности мешающего сигнала к мощности шума приемника радара (I/N) = -6 дБ использовался в качестве необходимого порогового уровня защиты для исследований возможностей совместного использования частот службами радиоопределения с другими службами. При наличии нескольких источников помех данный критерий является суммарным уровнем защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Рекомендация МСЭ-R М.1313 должна использоваться в отношении характеристик радаров морской радионавигационной службы в полосе частот 5470–5650 МГц.

Приложение 1

Характеристики радиолокационных, воздушных радионавигационных и метеорологических радаров

1 Введение

Полосы частот между 5250 и 5850 МГц распределены воздушной радионавигационной и радиолокационной службам на первичной основе, как показано в таблице 1. Радарам наземного базирования, используемым в метеорологических целях, разрешена работа в полосе 5600–5650 МГц на основе равенства прав со станциями морской радионавигационной службы (см. п. 5.452 РР).

ТАБЛИЦА 1

Полоса частот (МГц)	Распределение (служба)
5250–5255	Радиолокационная
5255–5350	Радиолокационная
5350–5460	Воздушная радионавигационная
5460–5470	Радиолокационная
5470–5650	Морская радионавигационная ⁽¹⁾
5650–5725	Радиолокационная
5725–5850	Радиолокационная

⁽¹⁾ В соответствии с п. 5.452 РР работа радаров наземного базирования в метеорологических целях между 5600 и 5650 МГц разрешена на равной основе со станциями морской радионавигационной службы.

Радиолокационные радары выполняют множество функций, таких как:

- слежение за средствами вывода на орбиту и воздушными судами, проходящими доводочные и эксплуатационные испытания;
- морское и воздушное наблюдение;
- измерения окружающей среды (например, исследования океанских отливов и приливов, а также таких природных феноменов, как ураганы);
- получение изображений Земли, а также
- национальная оборона и поддержание мира на международном уровне.

Воздушные радионавигационные радары используются в основном на борту воздушных судов для избежания неблагоприятных погодных условий, а также для определения изменений характера ветра и обеспечения служб безопасности (см. п. 4.10 РР).

Метеорологические радары используются для определения таких неблагоприятных погодных явлений, как торнадо, ураганы и сильные грозы. Эти радары обеспечивают также количественные измерения осадков в той или иной зоне, что очень важно при гидрологическом прогнозировании возможных наводнений. Эта информация используется для предупреждения населения и, следовательно, обеспечивает службу безопасности человеческой жизни.

Рекомендация МСЭ-R М.1313 содержит характеристики морских радионавигационных радаров в полосе частот 5470–5650 МГц.

2 Технические характеристики

Полосы частот между 5250 и 5850 МГц используются множеством различных типов радаров на наземных фиксированных и передвижных платформах, а также на борту морских и воздушных судов. Таблицы 2 и 3 содержат технические характеристики типичных систем, развернутых в данных полосах частот. В основном эта информация является достаточной для проведения основных расчетов с целью оценки совместимости между такими радарными и другими системами.

Однако эти таблицы не содержат характеристик радаров со скачкообразной перестройкой частоты, работающих в этом диапазоне. Скачкообразная перестройка частоты является одним из наиболее распространенных способов защиты от средств радиоэлектронного подавления (ЕССМ). Радарные системы, которые проектируются для работы в среде радиоэлектронной атаки противника, используют скачкообразную перестройку частоты в качестве одного из методов ЕССМ. Радары такого типа обычно разделяют распределенную им полосу частот на каналы. Затем радар случайным образом выбирает один канал из всех имеющихся и использует его для передачи. Такой случайный выбор канала может происходить на основе положения луча, когда в одном и том же канале передается множество импульсов, или на основе отдельного импульса. Необходимо учитывать этот важный аспект радарных систем, и при проведении исследований возможности совместного использования частот должно приниматься во внимание возможное влияние радаров со скачкообразной перестройкой частоты.

ТАБЛИЦА 2

Характеристики воздушных радионавигационных и метеорологических радарных систем

Характеристики	Радар А	Радар В	Радар С	Радар D	Радар Е	Радар F	Радар G	Радар H	Радар I	Радар J
Функция	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Воздушная радионавигация	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический	Метеорологический
Тип платформы (на воздушном судне, судовая, наземная)	Наземная/судовая	На воздушном судне	Наземная	На воздушном судне	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная
Диапазон настройки (МГц)	5 300–5 700	5 370	5 600–5 650	5 440	5 600–5 650	5 300–5 700	5 600–5 650	5 600–5 650	5 600–5 650	5 250–5 725
Модуляция	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Обычная	С возможностью доплеровского эффекта	С возможностью доплеровского эффекта
Мощность передатчика, подводимая к антенне	250 кВт пик. 125 Вт ср.	70 кВт пик.	250 кВт пик. 1 500 Вт ср.	200 Вт пик.	250 кВт пик.	250 кВт пик.	250 кВт пик.	250 кВт пик. 150 Вт ср.	250 кВт пик. 150 Вт ср.	2,25 кВт пик.
Ширина импульса (мкс)	2,0	6,0	0,05–18	1–20	1,1	0,8–2,0	3,0	0,8–5	0,8–5	0,1
Время нарастания/спада импульса (мкс)	0,2	0,6	0,005	0,1	0,11	0,08	0,3	0,2–2	0,2–2	0,005
Частота повторения импульсов (имп/с)	50, 250 и 1 200	200	0–4 000	180–1 440	2 000	250–1 180	259	250–1 200	50–1 200	100 000
Выходное устройство	Коаксиальный магнетрон	Коаксиальный магнетрон	Клистрон	Магнетрон	Клистрон	Настраиваемый магнетрон	Коаксиальный магнетрон	Коаксиальный магнетрон или клистрон	Коаксиальный магнетрон	Коаксиальный магнетрон
Тип диаграммы направленности антенны (узкая, веерная, квадратично-косекансная и т. д.)	Коническая	Веерная	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая
Тип антенны (рефлектор, фазированная антенная решетка, щелевая решетка и т. д.)	Цельно-металлическая парабола	Парабола	Парабола	Щелевая решетка	Парабола	Парабола	Цельно-металлическая парабола	Цельно-металлическая парабола	Цельно-металлическая парабола	Цельно-металлическая парабола
Поляризация антенны	Вертикальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная	Горизонтальная и/или вертикальная	Горизонтальная или вертикальная	Горизонтальная или вертикальная
Усиление основного луча антенны (дБи)	39	37,5	44	34	50	40	40	40–50	40–50	35–45

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Характеристики	Радар А	Радар В	Радар С	Радар D	Радар Е	Радар F	Радар G	Радар H	Радар I	Радар J
Ширина луча антенны по углу места (градусы)	4,8	4,1	0,95	3,5	< 0,55	< 1,0	1,65	0,5–2	0,5–2	2,4–12
Ширина луча антенны по азимуту (градусы)	0,65	1,1	0,95	3,5	< 0,55	< 1,0	1,65	0,5–2	0,5–2	1,5–12
Скорость горизонтального сканирования антенны (градусы/с)	0,65	24	0–36 (0–6 об./мин.)	20	21–24	30–48	30–48	6–18 (1–3 об./мин.)	6–18 (1–3 об./мин.)	1,2
Тип горизонтального сканирования антенны (непрерывно, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	360	180 Секторное	360	Непрерывное	Непрерывное 360 Секторное	360	360	360	360	360
Скорость вертикального сканирования антенны (градусы/с)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	45	15	15	15	1–10	1–14	Нет данных
Тип вертикального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Секторное	Пошаговое, 0,5–60	Пошаговое, от –2 до +60	от –1 до +60	от –1 до +90	от –5 до +90	Нет данных
Уровни боковых лепестков (SL) антенны (1-е SL и удаленные SL) (дБ)	–26	–20	–35	–31	–27	–25	–25	от –25 до –35	от –25 до –35	–20
Высота антенны (м)	30	Высота самолета	10	Высота самолета	30	30	30	6–30	6–30	10
Ширина полосы приемника по ПЧ по уровню 3 дБ (МГц)	0,5	0,6	20	1,0	0,91	0,6	от 0,25 до 0,5	от 0,7 до 4	от 0,1 до 3,0	10
Коэф. шума приемника (дБ)	7	6	4	5	2,3	3	3	3,5–8	1,5–8	3
Минимальный различимый сигнал (дБм)	–110	–106	–97	–109	–109	от –109 до –112	–114	от –113 до –120	от –113 до –120	от –113 до –118

ТАБЛИЦА 3

Характеристики радиолокационных систем

Характеристики	Радар К	Радар L	Радар М	Радар N	Радар O	Радар P	Радар Q	Радар R	Радар S	
Функция	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Контрольно-измерительный	Поиск на поверхности и в воздухе	Поиск на поверхности и в воздухе	Исследования и получение изображений Земли	Поисковый	
Тип платформы (на воздушном судне, судовая, наземная)	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Наземная	Судовая	Судовая	На воздушном судне	На воздушном судне	
Диапазон настройки (МГц)	5 300	5 350–5 850	5 350–5 850	5 400–5 900	5 400–5 900	5 300	5 450–5 825	5 300	5 250–5 725	
Модуляция	Нет данных	Не используется	Не используется	Импульсная/импульсная ЛЧМ	Импульсная ЛЧМ	ЛЧМ	Не используется	Нелинейная/линейная ЧМ	Импульсная с незатухающей волной	
Мощность передатчика, подводимая к антенне	250 кВт	2,8 МВт	1,2 МВт	1,0 МВт	165 кВт	360 кВт	285 кВт	1 или 16 кВт	100–400 Вт	
Ширина импульса (мкс)	1,0	0,25, 1,0, 5,0	0,25, 0,5, 1,0	0,25–1 (простой) 3,1–50 (ЛЧМ)	100	20,0	0,1/0,25/1,0	7 или 8	1,0	
Время нарастания/спада импульса (мкс)	0,1/0,2	0,02–0,5	0,02–0,05	0,02–0,1	0,5	0,5	0,03/0,05/0,1	0,5	0,05	
Частота повторения импульсов (имп./с)	3 000	160, 640	160, 640	20–1 280	320	500	2 400/1 200/ 750	1 000–4 000	200–1 500	
Ширина полосы импульса с ЛЧМ (МГц)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	4,0	8,33	1,5	Нет данных	62, 124	Нет данных	
Ширина полосы РЧ излучения (МГц)	–3 дБ –20 дБ	4,0 10,0	0,5–5 0,9–3,6 6,4–18	0,9–3,6 6,4–18	0,9–3,6 6,4–18	8,33 9,9	1,5 1,8	5,0/4,0/1,2 16,5/12,5/7,0	62, 124 65, 130	4,0 10,0
Тип ДН антенны (узкая, веерная, квадратично-косекансная и т. д.)	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Узкая	Квадратично-косекансная	Веерная	Веерная	Узкая	
Тип антенны (рефлектор, фазированная антенная решетка, щелевая решетка и т. д.)	Параболический рефлектор	Парабола	Парабола	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка	Парабола	Рупорная решетка с питанием бегущей волной	Два рупора с двойной поляризацией на общей платформе	Щелевая решетка	

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Характеристики	Радар К	Радар L	Радар М	Радар N	Радар О	Радар Р	Радар Q	Радар R	Радар S
Поляризация антенны	Вертикальная/ левая круговая	Вертикальная/ левая круговая	Вертикальная/ левая круговая	Вертикальная/ левая круговая	Вертикальная/ левая круговая	Горизонталь- ная	Горизонталь- ная	Горизонтальная и вертикальная	Круговая
Усиление основного луча антенны (дБи)	38,3	54	47	45,9	42	28,0	30,0	26	30–40
Ширина луча антенны по углу места (градусы)	2,5	0,4	0,8	1,0	1,0	24,8	28,0	28,0	2–4
Ширина луча антенны по азимуту (градусы)	2,5	0,4	0,8	1,0	1,0	2,6	1,6	3,0	2–4
Скорость горизонтального сканирования (градусы/с)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	36, 72	90	Нет данных	20
Тип горизонтального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Постоянное 360	30–270 Сектор	Фиксированное налево или направо от трассы полета	Постоянное
Скорость вертикального сканирования антенны (градусы/с)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Тип вертикального сканирования антенны (непрерывное, случайное, 360°, секторное и т. д.) (градусы)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных (слежение)	Нет данных	Фиксированное	Фиксированное по углу места (от –20 до –70)	Нет данных
Уровни боковых лепестков (SL) антенны (1-е SL и удаленные SL) (дБ)	–20	–20	–20	–22	–22	–20	–25	–22	–25
Высота антенны (м)	20	20	8–20	20	20	40	40	до 8 000	9 000
Ширина полосы приемника по ПЧ по уровню 3 дБ (МГц)	1	4,8, 2,4, 0,25	4, 2, 1	2–8	8	1,5	1,2, 10	90, 147	1
Кэф. шума приемника (дБ)	6	5	5	11	5	5	10	4,9	3,5
Минимальный различимый сигнал (дБм)	–105	–107	–100	–107, –117	–100	–107	–94 (короткий/ средний импульс) –102 (широкий импульс)	–90, –87	–110

3 Эксплуатационные характеристики

3.1 Метеорологические радары

В полосе частот 5250–5850 МГц работают метеорологические радары как на борту воздушных судов, так и наземные. Их технические характеристики представлены в таблице 1.

Погодные радарные системы наземного базирования используются для определения опасных метеорологических явлений и планирования полетов, и они, как правило, расположены вблизи аэропортов по всему миру. В связи с этим такие радары также работают непрерывно 24 часа в сутки.

Метеорологические радары обеспечивают количественные измерения осадков и в большинстве случаев принадлежат сетям, координирующим такие измерения на национальном или региональном уровне. Радары с использованием доплеровского эффекта наблюдают также за скоростью выпадения осадков, что показывает наличие и перемещение таких опасных метеорологических явлений, как торнадо, ураганы и сильные грозы, а также за порывами ветра и турбулентностью. Количественные измерения, производимые обоими видами радаров, используются в реальном времени в качестве источника получения важных и уникальных данных, необходимых для гидрологического, метеорологического прогноза, а также прогноза состояния окружающей среды. Посредством обработки цифровых данных, моделирования и прогнозирования погоды, наводнений и загрязнений, особенно в случае стихийных бедствий, эти данные используются для увеличения точности и своевременности прогнозов и предупреждений (оповещений). Эти данные могут использоваться, например, для оценки вероятности возникновения молний. Многие применения радаров могут быть крайне важны для обеспечения безопасности и защиты населения (как человеческой жизни, так и имущества), а также для обеспечения безопасности и секретности военных операций.

Метеорологические радары на борту воздушных судов применяются как для изучения ураганов, так и для рекогносцировочных исследований. Воздушное судно неоднократно проникает в центр ("в глаз") тайфуна на высоте от 1500 (457 м) до 20 000 футов (6096 м). Воздушное судно собирает данные, необходимые для проведения исследования и компьютерного моделирования, целью которого является предсказание интенсивности ураганов и оползней. Другое воздушное судно проходит сквозь ураганы на более высоких, с меньшей турбулентностью, высотах (30 000–45 000 футов, или 9144–13 716 м) для определения положения центра урагана.

3.2 Радары воздушной радионавигационной службы

Радары, работающие в воздушной радионавигационной службе (ВРНС) в полосе частот 5350–5460 МГц в основном представляют собой системы на борту воздушных судов для обеспечения безопасности полетов. В эксплуатации находятся как погодные радары, так и радары для целей избежания неблагоприятных метеорологических условий, непрерывно работающие во время полета. Кроме того, существуют радары для определения порывов ветра, которые включаются автоматически каждый раз, когда воздушное судно опускается ниже 2400 футов (732 м). Оба типа радаров имеют сходные характеристики и являются главным образом бортовыми радарными переднего обзора, сканирующими пространство в секторе курса полета воздушного судна. Эти системы автоматически сканируют в заданных пределах азимутов и углов места и обычно настраиваются по углу места пилотом вручную (механически): для принятия навигационного решения пилоту может потребоваться рассмотреть различные "разрезы" под разными углами места.

3.3 Радиолокационные радары

Существует большое количество типов радаров, выполняющих различные функции и работающих в радиолокационной службе в полосе частот 5250–5850 МГц. В таблице 2 представлены технические характеристики ряда характерных типов радаров, использующих эти частоты. Эти характеристики могут использоваться для оценки совместимости между радарными радиолокационной службы и системами других служб. Ниже приведено краткое описание эксплуатации таких радаров.

Контрольно-измерительные радары в рассматриваемом диапазоне условий используются для получения высокоточных координат запускаемых ракет-носителей и воздушных судов, проходящих доводочные и эксплуатационные испытания. Такие радары характеризуются высокой мощностью передачи и параболическими зеркальными антеннами большой апертуры с весьма узконаправленными лучами. Радары имеют антенны автоматического слежения, которые отслеживают интересующий объект либо по отражению сигнала от его поверхности, либо с помощью маяка (следует обратить внимание на то, что характеристики радиолокационных маяков не представлены в таблицах; как правило, они имеют возможность перестройки в полосе 5400–5900 МГц, пиковая мощность их передачи составляет 50–200 Вт и они предназначены для ретрансляции принятого радиолокационного сигнала). Продолжительность их работы может составлять от нескольких минут до 4–5 часов в зависимости от программы испытаний. Работа проводится 24 часа в сутки и 7 дней в неделю.

Радары морских судов и радары обзора воздушного пространства используются для обеспечения безопасности судов и работают непрерывно по всему ходу следования судна, а также во время его входа и выхода из портовых зон. Как правило, такие обзорные радары используют не очень высокую мощность передачи и антенны с электронным сканированием по углу места и с механическим сканированием по всему азимуту 360°. Работа может осуществляться таким образом, что эти радары будут работать одновременно на нескольких судах в данной географической зоне.

В полосе 5250–5850 МГц работают и другие радары специального назначения. Радар типа Q (таблица 3) – это радар на борту воздушного судна с синтезированной апертурой, используемый для составления карты местности и получения радиолокационных изображений, для исследований окружающей среды и землепользования, а также для другой соответствующей научно-исследовательской деятельности. Радары такого типа работают непрерывно на различных высотах с изменяющимся углом нижнего обзора в различные периоды времени продолжительностью до нескольких часов в зависимости от конкретной цели проводимых измерений.

4 Критерии защиты

Эффект потери чувствительности радаров, работающих в данной полосе частот, из-за влияния других служб, работающих в режиме незатухающих колебаний или с шумоподобной модуляцией, прямо зависит от интенсивности работы таких служб. В любых азимутальных секторах, в которых возникают такие помехи, спектральная плотность мощности помехи может быть в пределах определенного приближения просто добавлена к спектральной плотности мощности теплового шума приемника радара. Если спектральную плотность мощности шума приемника радара при отсутствии помех обозначить как N_0 , а спектральную плотность мощности шумоподобной помехи обозначить как I_0 , то результирующая эффективная спектральная плотность мощности шума принимает вид $I_0 + N_0$. Увеличение спектральной плотности шума приблизительно на 1 дБ будет означать значительное ухудшение для радаров метеорологической и радиолокационной служб. Такое увеличение соответствует отношению $(I + N)/N$, равному 1,26, или отношению I/N , порядка –6 дБ. Для радаров радионавигационной службы и метеорологических радаров, учитывая выполняемые ими функции обеспечения безопасности человеческой жизни, увеличение примерно на 0,5 дБ будет означать существенное ухудшение работы радаров. Такое увеличение соответствует отношению $(I + N)/N$, равному примерно –10 дБ. Однако для подтверждения этой величины требуются дальнейшие исследования. Данные критерии защиты учитывают совокупное воздействие многочисленных источников помех при их наличии; допустимая величина отношения I/N для единичного источника помех зависит от количества источников помех и геометрии их расположения и требует оценки в ходе проведения анализа заданного сценария.

Коэффициент суммирования помех может быть весьма существенным для некоторых систем связи, в которых может быть развернуто большое количество станций.

Влияние импульсной помехи оценить более сложно: оно в значительной степени зависит от конструкции приемника/процессора и режима работы. В частности, дифференциальный выигрыш в отношении сигнал/шум при обработке отраженного от цели полезного сигнала, который обладает синхронностью, при импульсных помехах, которые, как правило, являются асинхронными, часто оказывает значительное влияние на допустимые уровни импульсных помех. Потеря чувствительности может вызывать несколько различных видов ухудшения качества работы радара. Его оценка будет являться целью проведения анализа взаимодействия между конкретными типами радаров. В общем случае можно предположить, что многие особенности радаров службы радиоопределения будут способствовать ослаблению влияния импульсной помехи с малым коэффициентом заполнения, особенно при помехах от нескольких изолированных источников. Методы подавления импульсных помех с малым коэффициентом заполнения представлены в Рекомендации МСЭ-R М.1372 "Эффективное использование радиочастотного спектра радарными станциями службы радиоопределения".

5 Методы ослабления помех

В общем случае взаимная совместимость между радарными радиолокационной, воздушной радионавигационной и метеорологической служб достигается за счет сканирования лепестков диаграммы направленности антенны, которое позволяет ограничить взаимодействие через основные лепестки. Дополнительное ослабление помех обеспечивается за счет различия формы сигналов обоих типов радаров и соответствующего ослабления нежелательных импульсов за счет фильтрации в приемнике и методов обработки сигналов, таких как установление ограничителей, регулирование периодов чувствительности и интегрирования сигналов. Кроме того, помехи могут быть ослаблены за счет разноса сигнала по несущей частоте или избирательности по времени с помощью использования методов ослабления/подавления асинхронных импульсов. При взаимодействии одного радара с другим разнос по частоте не всегда является необходимым условием для совместимой работы, поскольку высокая степень развязки при наличии связи по мощности или по времени достигается либо сама по себе, либо за счет правильного проектирования. Дополнительные сведения относительно методов ослабления помех, применяемых радиолокационными системами, представлены в Рекомендации МСЭ-R М.1372.
