



СОГЛАСОВАНО

Директор Центра сертификации типа
оборудования аэродромов (аэропортов),
воздушных трасс и оборудования центров УВД
Филиала «НИИ Аэронавигации»
ФГУП ГосНИИ ГА

 А.А. Примаков
«20» 11 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления
радиотехнического обеспечения
полётов и авиационной электросвязи
Федерального агентства
воздушного транспорта

 Э.А. Войтовский
«26» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Департаментом цифровой трансформации
Министерства транспорта
Российской Федерации
письмом от «17» ноября 2020 г.
№ Д14/27750-ИС

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ (БАЗИС) К ВСЕНАПРАВЛЕННОМУ УВЧ-РАДИОМАЯКУ ДАЛЬНОМЕРНОМУ (РМД, DME)

Настоящие требования разработаны с целью проведения сертификации всенаправленного ультравысокочастотного (далее – УВЧ) радиомаяка дальномерного (далее – РМД).

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Общие положения

1.1.1 РМД должен обеспечивать прием запросных и излучение ответных сигналов для непрерывного определения на борту ВС наклонной дальности от контрольной точки его установки до ВС.

1.1.2 *Рекомендация.* РМД должен обеспечивать совместную работу с РМА, когда их функции совмещаются. Радиомаяки РМД и РМА работают со стандартным спариванием частот.

1.2 Зона действия и точность

1.2.1 В пределах прямой видимости антенн РМД и ВС, с учетом теоретического максимального радиогоризонта должен обеспечиваться дальность действия не менее 300 км на высоте 10000 м, и 240 км на высоте 6000 м.

1.2.2 **Рекомендация.** Зона действия РМД при взаимодействии с РМА должна быть не менее зоны действия радиомаяка РМА.

1.2.3 Зона действия РМД в вертикальной плоскости должна находиться под углами места от 0° до 40°.

1.2.4. Диаграмма направленности антенны должна быть номинально всенаправленной в горизонтальной плоскости с разницей между максимальным и минимальным усилением, не превышающей 3 дБ.

1.2.5. Направление максимального излучения (главный лепесток) в вертикальной плоскости должно составлять 3 градуса (± 1) от горизонтальной плоскости. Ширина главного лепестка в вертикальной плоскости должна быть не менее 6 градусов.

1.2.6. Ошибка измерения дальности, вносимая РМД в суммарную ошибку измерения дальности на борту ВС, не должна превышать ± 1 мкс (150 м) при вероятности 95%.

1.2.7. Излучаемая мощность должна быть не меньше, чем:

- 1 кВт для передатчика, обеспечивающего полеты по маршрутам;
- 100 Вт для передатчика, обеспечивающего полеты в районе аэродрома.

1.3 Радиочастоты и поляризация

1.3.1 РМД должен обеспечивать работу с вертикальной поляризацией в диапазоне частот 960 – 1215 МГц. Запросная и ответная частоты присваиваются с разносом каналов 1 МГц.

1.4 Формирование каналов

1.4.1 Рабочие каналы РМД образуются путем спаривания запросной и ответной частот с импульсным кодированием на спаренных частотах и выбираются из 252 каналов Приложения 1, в которой приводятся номера присваиваемых каналов, частоты и коды импульсов.

1.4.2. Когда приемоответчик РМД предназначен для работы с отдельным навигационным ОВЧ- средством в диапазоне частот 108–117,95 рабочий канал DME спаривается с ОВЧ-каналом, как показано в Приложения 1.

1.5 Пропускная способность

1.5.1 Пропускная способность РМД должна обеспечивать обслуживание не менее 100 ВС.

1.5.2 **Рекомендация.** Пропускная способность РМД должна обеспечивать обслуживание более 100 ВС.

1.6 Опознавание

1.6.1 РМД должен передавать сигнал «независимого» опознавания, представляющий собой передачу кодированных опознавательных импульсов международным кодом Морзе.

1.6.2 Рекомендация. РМД должен передавать сигнал «взаимодействующего» опознавания, которое должно использоваться при взаимодействии РМД с РМА.

1.6.3 Рекомендация. В случаях, когда взаимодействующий с РМД маяк РМА осуществляет радиотелефонную связь, «взаимодействующий» сигнал РМД не должен подавляться.

1.6.4 Передача сигналов опознавания должна осуществляться серией спаренных импульсов с частотой повторения 1350 пар в секунду, передаваемых в течение определенного периода времени и временно заменяющих все импульсы ответа, которые передавались бы в этом временном интервале.

1.6.5 Импульсы ответа дальности должны передаваться между периодами времени манипуляции (время, за которое передается знак точки или тире кода Морзе).

1.6.6 Рекомендация. Для сохранения постоянного рабочего цикла РМД через 100 ± 10 мкс после передачи каждой пары опознавательных импульсов, следует передавать пару выравнивающих импульсов, имеющих такие же характеристики, как и опознавательные импульсы.

1.6.7 Сигнал «независимого» опознавания должен передаваться со скоростью 6 слов в минуту и с периодичностью, по крайней мере, 40 с. Максимальная длительность включения на передачу группы опознавательного кода не должна превышать 5 с, а весь период его передачи должен быть не более 10 с.

Длительность точки должна составлять от 0,1 до 0,16 с, длительность тире должна быть в три раза больше длительности точки (0,3-0,48 с). Пауза между точками и/или тире должна быть равна длительности точки $\pm 10\%$, а пауза между буквами или цифрами должна быть не менее длительности трех точек.

1.6.8 Рекомендация. Сигнал "взаимодействующего" опознавания должен иметь следующие характеристики:

а) при взаимодействии с ОВЧ-средством опознавание передается в виде точек и тире (международный код Морзе), как это указано в п. 1.6.7 и синхронизируется с опознавательным кодом ОВЧ-средства;

б) каждый 40-секундный интервал разделяется на четыре и более равных периода, причем опознавательный сигнал приемопередатчика передается в течение только одного периода, а опознавательный сигнал взаимодействующего ОВЧ-средства, если это оборудование предусмотрено, – в течение остальных периодов.

1.6.9. *Рекомендация.* Отказ РМА не должен препятствовать опознаванию соответствующего РМД. (В случае отказа РМД РМА должен вернуться к независимой работе).

1.7 Передатчик

1.7.1 Допуск по нестабильности частоты передатчика должен находиться в пределах $\pm 0,002\%$ от значения присвоенной частоты.

1.7.2 Все излучаемые передатчиком РМД импульсы должен иметь следующие характеристики:

- время нарастания импульса не должно превышать 3 мкс;
- длительность импульса равна $3,5 \pm 0,5$ мкс;
- номинальное время спада импульса равно 2,5 мкс, но не должно превышать 3,5 мкс;
- мгновенное значение амплитуды импульса не должно быть ниже 95 % максимальной амплитуды импульса в любой момент длительности импульса между точками, обозначающими 95 % максимального уровня на переднем и заднем фронтах огибающей импульса;

- в пределах длительности импульса эффективная излучаемая мощность в полосе частот 0,5 МГц с центральной частотой этой полосы, смещенной на $\pm 0,8$ МГц от значения присвоенной частоты канала, не превышает 200 мВт, а при смещении центральной частоты полосы на ± 2 МГц от значения присвоенной частоты канала - не превышает 2 мВт.

Эффективная излучаемая мощность в полосе частот 0,5 МГц должна монотонно уменьшаться по мере увеличения величины смещения центральной частоты от значения присвоенной частоты канала;

1.7.3 Интервал между импульсами, составляющими кодовые пары, должен иметь следующие значения:

- $12 \pm 0,25$ мкс для каналов X;
- $30 \pm 0,25$ мкс для каналов Y.

Интервал между импульсами измеряется между точками, определяющими половинное напряжение на передних фронтах импульсов.

1.7.4 *Рекомендация.* Допуск на интервал между импульсами должен составлять $\pm 0,10$ мкс.

1.7.5 Пиковая эквивалентная изотропическая излучаемая мощность передатчика РМД должна быть не менее той, которая требуется для обеспечения пиковой импульсной плотности мощности минус 89 дБВт/м² в любой точке зоны действия.

1.7.6 Максимальные мощности импульсов, образующих любую импульсную пару, не должны отличаться более чем на 1 дБ.

1.7.7 Пропускная способность передатчика по ответу должна обеспечивать непрерывную передачу 2700 ± 90 пар импульсов в секунду.

1.7.8 Передатчик должен работать со скоростью передачи, включая беспорядочно распределенные импульсные пары и импульсные пары ответа дальности, не менее 700 импульсных пар в секунду, исключая время опознавания. Минимальная скорость передачи должна быть как можно ближе к скорости 700 пар импульсов в секунду.

1.7.9 В интервалах между передачей отдельных импульсов уровень паразитной мощности в любом нерабочем канале должен быть более чем на 80 дБ ниже пикового уровня мощности импульсов в рабочем канале.

1.7.10 На всех частотах от 10 до 1800 МГц, исключая полосу частот от 960 до 1215 МГц, паразитные излучения передатчика РМД не должно превышать минус 40 дБВт в любом 1 кГц интервале ширины полосы пропускания приемника.

1.7.11 РМД должен иметь задержку ответа на запрос по времени, номинальная величина которой составляет:

- 50 мкс для каналов режима X;
- 56 мкс для каналов режима Y.

1.7.12 Эквивалентная изотропическая излучаемая мощность гармоники несущей частоты в любом рабочем канале РМД не должна превышать минус 10 дБВт.

1.8 Приемник

1.8.1 Стабильность частоты приемника должна быть в пределах 0,002% от присвоенной частоты канала.

1.8.2 Чувствительность приемника РМД должна быть такой, чтобы при отсутствии всех импульсных пар запроса, кроме тех, которые необходимы для замера чувствительности приемника, обеспечивалось срабатывание приемоответчика с эффективностью не менее 70 % при плотности потока пиковой мощности, по крайней, мере минус 103 дБВт/м².

1.8.3 Характеристики приемника РМД должны сохраняться при изменении плотности мощности сигнала запроса около антенны приемоответчика в пределах от минус 103 до минус 35 дБВт/м².

1.8.4 Чувствительность приемника РМД не должна изменяться более чем на 1 дБ при:

- а) изменении его нагрузки от 0 до 90 % максимальной скорости передачи;
- б) при отличии интервала между импульсами от номинального значения на ± 1 мкс.

1.8.5 Рекомендация. При нагрузке приемоответчика более 90 % максимального значения скорости передачи необходимо предусматривать автоматическое уменьшение

чувствительности приемника для ограничения числа ответов РМД. Диапазон регулируемого снижения чувствительности должен быть, по крайней мере, 50 дБ.

1.8.6 Для обеспечения 90 % максимальной скорости передачи при значении плотности импульсной мощности сигналов запроса минус 103 дБВт/м² импульсные пары, вызывающие шум, не должны приводить к повышению максимальной скорости передачи ответных импульсов более чем на 5 %.

1.8.7 Минимально допустимая ширина полосы частот приемника должна быть такой, чтобы при сложении уходов частот приемника и частоты сигнала запроса дальности на ± 100 кГц уровень чувствительности РМД не понижался более чем на 3 дБ.

Ширина полосы пропускания частот приемника должна быть достаточной для обеспечения требований точности, указанных в п. 1.2.6 при работе со стандартными импульсами запроса.

1.8.8 Дальномерное устройство не должно запускаться сигналами запроса дальности, смещенными более чем на 900 кГц относительно присвоенной частоты канала и с плотностью мощности сигнала запроса около антенны приемопередчика в пределах от минус 103 до минус 35 дБВт/м².

1.8.9 Сигналы, поступающие на промежуточной частоте приемника, должны подавляться не менее чем на 80 дБ. Все другие паразитные ответы или сигналы в диапазоне 960–1215 МГц и зеркальные частоты должны подавляться, по крайней мере, на 75 дБ.

1.8.10 Приемник должен восстанавливать работоспособность через 8 мкс после приема сигнала, амплитуда которого превышает минимальный уровень чувствительности на 60 дБ при условии, что уровень полезного сигнала лежит в пределах 3 дБ от величины, соответствующей отсутствию сигнала.

1.8.11 Паразитное излучение от любой части приемника или связанных с ним схем должно удовлетворять требованиям, изложенным в пунктах 1.7.9 и 1.7.10.

1.8.12 Приемопередчик должен запускаться только такой парой принятых импульсов, длительность импульсов, длительность фронта и спада которых и интервалы между которыми соответствуют требованиям, указанным в п.п. 1.7.2 и 1.7.3.

1.8.13 Дешифратор приемника дальномерного устройства должен подавлять кодовую пару запросчика с интервалом между импульсами пары, отличающимся на ± 2 мкс или более от номинального, и с плотностью мощности сигнала запроса около антенны приемопередчика в пределах от минус 103 до минус 35 дБВт/м². При этом скорость передачи РМД не должна превышать значения, полученного при отсутствии запросных импульсов.

1.8.14 Всякий раз, когда сигнал опроса находится в динамическом диапазоне приемника и на 10 дБ или более выше уровня непрерывных помех, эффективность по ответу должна оставаться выше 70%.

1.8.15 Приемник должен запирается на время не более 60 мкс после декодирования действительного запроса. Должна быть предусмотрена возможность увеличения времени запираения (периода непосредственно после декодирования действительного запроса, в течение которого принимаемые запросы не приведут к выработке ответа) приемника в особых случаях для обеспечения подавления переотраженных сигналов для РМД.

1.9 Контроль

1.9.1 Система автоматического контроля РМД должна за время не более 10с отключать отказавший комплект аппаратуры и включать резервный комплект, а также прекращать радиоизлучение и обеспечивать аварийную сигнализацию в пунктах управления в следующих случаях:

- а) задержка ответных импульсов от номинальной величины более чем на $\pm 1,0$ мкс;
- б) временной интервал между импульсами ответа дальности изменился более чем на ± 1 мкс;
- в) излучаемая РМД мощность уменьшилась на 3 дБВт и более;
- г) произошел отказ аппаратуры контроля.

1.9.2 Рекомендация. Контрольное устройство должно обеспечивать соответствующую индикацию в пункте управления любого из следующих условий:

- а) уменьшение выходной мощности РМД на 3 дБ и более;
- б) уменьшение минимального уровня чувствительности приемника РМД на 6 дБ или более (в том случае, если это не обусловлено действием схемы автоматического снижения усиления приемника);
- в) интервал между первым и вторым импульсом ответной импульсной пары РМД отличается от номинальной величины на 1 мкс или более;
- г) изменение частот приемника и передатчика РМД, приводящее к использованию частот, выходящих за пределы диапазона управления эталонными схемами (если рабочие частоты не задаются непосредственно кварцевой стабилизацией).

1.9.3 Ни для целей контроля, ни для целей автоматической регулировки частоты, ни для того и другого вместе запуск РМД не должен производиться чаще, чем 120 раз в секунду.

1.9.4 Отказ оборудования дистанционного управления или линии дистанционного управления и контроля не должны оказывать влияния на работу оборудования РМД и выдачу информации потребителям.

1.9.5 Рекомендация. Дистанционное управление и контроль работы РМД должны обеспечиваться по протоколу *SNMP*.

2. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Оборудование РМД должно сохранять работоспособность в следующих условиях:

а) оборудование, устанавливаемое на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях:

- температура воздуха от -50° до $+50^{\circ}$ °С;
- повышенная относительная влажность воздуха до 98 % при $+25^{\circ}$ °С;
- атмосферное пониженное давление до 700 гПа (525 мм рт. ст.);
- воздушный поток со скоростью до 50 м/с для антенно-фидерных устройств;
- атмосферные конденсированные осадки (роса, иней) и атмосферные выпадаемые осадки (дождь, снег);

б) оборудование, устанавливаемое в отапливаемых помещениях и сооружениях:

- температура воздуха от $+5^{\circ}$ до $+40^{\circ}$ °С;
- повышенная относительная влажность воздуха до 80 % при $+25^{\circ}$ °С;
- атмосферное пониженное давление до 700 гПа (525 мм рт. ст.).

2.2 Оборудование должно продолжать работать в условиях присутствия мокрого снега, ледяного дождя и обледенения, с ледяным покрытием толщиной до 2,5 см.

2.3. Открытые части должны быть надлежащим образом защищены от коррозии и выдерживать солевую атмосферу, встречающуюся в прибрежных районах, а также быть защищены от солнечной радиации, пыли и переносимых ветром мелких камней диаметром до 3 мм.

2.4. Оборудование РМД должно быть рассчитано на питание от сети переменного тока напряжением 380/220 В ± 10 % или 220 В ± 10 % и частотой $50 \pm 1,0$ Гц. РМД не должен выходить из строя и требовать повторного включения при кратковременных бросках напряжения.

2.5 Оборудование РМД, за исключением антенно-фидерных устройств, должно иметь 100% резерв либо скользящее резервирование, работающее по схеме нагруженного резерва.

Допускается вместо резервирования оборудования применение избыточного количества вышеуказанных устройств (модулей), при этом заданные характеристики РМД должны обеспечиваться наименьшим допустимым количеством исправных устройств (модулей), определенном техническими условиями и эксплуатационной документацией изделия.

2.6 Контрольно-измерительная аппаратура, необходимая для проверки и регулировки оборудования РМД в процессе эксплуатации, должна иметь свидетельство утвержденного типа средств измерений.

2.6.1 Рекомендация. Необходимая для проверки и регулировки оборудования в процессе эксплуатации контрольно-измерительная аппаратура должна входить в комплект оборудования.

2.7 Все составные части оборудования РМД, находящиеся под напряжением более 50 В переменного тока и более 120 В постоянного тока по отношению к корпусу, должны иметь защиту, обеспечивающую безопасность обслуживающего персонала.

Шкафы (стойки, блоки) Системы, имеющие напряжение свыше 1000 В, должны быть оборудованы блокирующими устройствами, обеспечивающими безопасность обслуживающего персонала при их открытии.

2.8 На РМД должны быть установлены и приведены в эксплуатационной документации показатели срока службы или ресурса, средней наработки на отказ, среднего времени восстановления и времени переключения на резерв.

2.9 Применяемое программное обеспечение РМД (при его наличии), в том числе операционные системы, должно быть лицензионным (в случае, если заявитель не является разработчиком или правообладателем данного программного обеспечения).

2.10 Прикладное программное обеспечение РМД (при его наличии) должно быть российского происхождения.

2.11 Оборудование РМД должно быть обеспечено резервным комплектом программного обеспечения (при его наличии).

2.12 Программное обеспечение РМД должно быть защищено от несанкционированного доступа и обеспечивать разграничение доступа к функциям управления РМД.

2.13 Предельно допустимый уровень плотности потока энергии электромагнитного поля на рабочих местах, где предусмотрено постоянное или временное пребывание обслуживающего персонала РМД, не должен превышать 10 мкВт/см^2 .

2.14 Эксплуатационные документы должны быть сброшюрованы и содержать необходимую информацию по использованию, техническому обслуживанию, транспортированию и хранению оборудования. Эксплуатационная документация РМД должна содержать:

- руководство по эксплуатации;
- инструкцию по монтажу, пуску и регулированию;
- формуляр;
- ведомость ЗИП;
- ведомость эксплуатационной документации;

- комплект документации на программное обеспечение (при наличии ПО в составе РМД).

Начальник отдела организации технической
эксплуатации и сертификации средств
радиотехнического обеспечения полетов
и авиационной электросвязи



В.Ю. Муругов