

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1829

Метод определения расстояний требуемого географического разнесения в диапазоне 5 ГГц между станциями микроволновой системы посадки (MLS), использующими международные стандарты и работающими в воздушной радионавигационной службе, и передатчиками, работающими в воздушной подвижной службе (ВПС), для поддержки телеметрии

(2007)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлен метод определения расстояний необходимого географического разнесения между станциями MLS, использующими международные стандарты и работающими в диапазоне 5 ГГц, и передатчиками телеметрии.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что полоса 5030–5150 МГц распределена воздушной радионавигационной службе на первичной основе;
- b) что будущие новые системы могли бы причинять помехи приемникам MLS при заходе и посадке самолетов, если не проведены достаточные исследования в области совместного использования частот;
- c) что MLS могут быть защищены с помощью введения достаточного расстояния разнесения между излучающим передатчиком воздушной подвижной службы (ВПС) для поддержки телеметрии и приемников MLS;
- d) что ВКР-03 приняла Резолюцию 230 (ВКР-03) для проведения технических, эксплуатационных и регламентарных исследований с целью определения необходимых частот для будущих линий воздушной телеметрии,

признавая,

- a) что методы, содержащиеся в настоящей Рекомендации, опираются на имеющиеся в настоящее время технические требования для приемного оборудования MLS, использующего международные стандарты;
- b) что в п. 4.10 Регламента радиосвязи (РР) требуются специальные меры для защиты радионавигационной службы и служб безопасности;
- c) что полоса 5030–5150 МГц должна использоваться для работы микроволновых систем посадки (MLS), использующих международные стандарты, с целью обеспечения точного захода и посадки самолетов; в соответствии с п. 5.444 РР потребности данной системы должны иметь приоритет перед другими видами использования этой полосы,

рекомендует,

1 чтобы для определения расстояний требуемого географического разнесения R_{min} между станциями MLS, использующими международные стандарты и работающими в диапазоне 5 ГГц, и передатчиками телеметрии использовался метод, описанный в Приложении 1.

Приложение 1

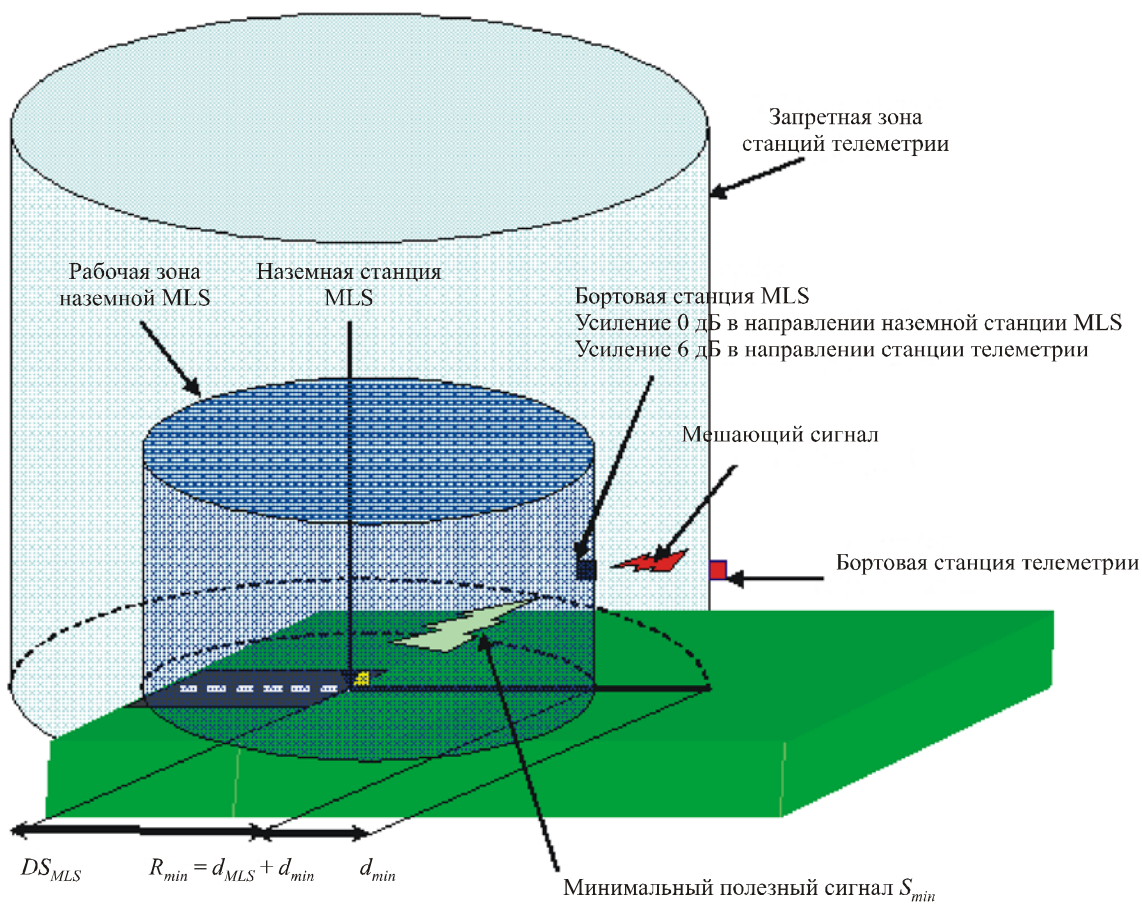
Пример метода определения минимальных расстояний разнесения в диапазоне 5 ГГц между станциями микроволновой системы посадки (MLS), использующими международные стандарты и работающими в воздушной радионавигационной службе, и передатчиками, работающими в воздушной подвижной службе, для использования в воздушной телеметрии

На рисунке 1 показано:

- какой элемент системы MLS рассматривается как требующий защиты;
- каков источник потенциальной помехи от передатчиков телеметрии, используемых для летных испытаний;
- как следует защищать приемник MLS при заходе на посадку;
- какие имеются предположения, принятые для усиления антенны MLS в направлении наземной станции MLS и причиняющей помехи станции телеметрии, соответственно.

РИСУНОК 1

Наихудший сценарий случая



Максимальное проекционное расстояние на поверхности Земли между наземной станцией MLS и приемником MLS составляет $d_{MLS} = 43$ км. Настоящее Приложение предназначено для того, чтобы представить методику расчета проекционного расстояния на поверхности Земли R_{min} между станцией телеметрии и наземными станциями MLS, которое обеспечит, чтобы все станции MLS, расположенные в рабочей зоне наземной станции MLS, были защищены. Эта методика может использоваться администрациями, когда необходима двусторонняя координация.

Как показано на рисунке 1, заходящее на посадку воздушное судно с приемником MLS находится внутри меньшего по размеру цилиндра (расположенного внутри более крупного цилиндра) с радиусом 43 км и максимальной высотой над поверхностью земли 6000 м (определяется ИКАО как 20 000 футов). Внешний, или более крупный, цилиндр, высота которого не ограничивается, представляет собой участок воздушного пространства, определяемый минимальным расстоянием d_{min} . Любые станции телеметрии вне этого участка не будут причинять вредные помехи приемникам MLS, расположенным в рабочей зоне наземной MLS.

В настоящем Приложении излагается метод определения минимальных расстояний разнесения (выводимых из максимальной мощности входящего мешающего сигнала) по отношению к существующим и планируемым станциям MLS.

Разнесение радиуса действия может быть определено в результате технических требований к критериям чувствительности MLS к помехам, которые соответствуют уровню мощности перед антенной MLS, подаваемой в данной ширине полосы приемника MLS. В связи с этим для защиты приемников MLS всегда следует проверять наличие следующего условия:

$$\left(\frac{\lambda}{4\pi d_{min}} \right)^2 \cdot P_t \cdot G_t \cdot FDR \leq P_r, \quad (1)$$

где:

$(\lambda/4 \cdot \pi \cdot d_{min})^2$: означает потери свободного пространства на рассматриваемом проекционном расстоянии на поверхности Земли d_{min} от передатчика. d_{min} – проекционное расстояние на поверхности Земли между воздушным судном, передающим сигнал телеметрии, и воздушным судном с приемником MLS, которое находится в рабочей зоне наземной станции MLS

P_t : мощность (W), передаваемая передатчиком телеметрии

G_t : максимальное усиление антенны передатчика телеметрии в направлении рабочей зоны приемников MLS

P_r : уровень чувствительности MLS к помехам

FDR : частотно зависимое подавление, определяемое соотношением между мощностью, передаваемой в ширине полосы приемника MLS, центрированной на центральную частоту MLS f_c и общую передаваемую мощность. FDR определяется в Рекомендации МСЭ-R SM.337:

$$FDR(\Delta f) = \frac{\int_0^{+\infty} F(f)(H(f + \Delta f))^2 df}{\int_0^{+\infty} F(f) df} \quad (2)$$

$F(f)$: спектральная плотность мощности, относящаяся к передатчику телеметрии потенциального источника помех. В $F(f)$ учитывается ослабление, связанное с выходным фильтром

$H(f)$: частотная характеристика приемника MLS

$$\Delta f = f_t - f_r,$$

где:

f_t : центральная частота телеметрии

f_r : настроенная частота приемника MLS.

На основе уравнения (1) минимальное проекционное расстояние на поверхности Земли между передатчиками телеметрии и приемниками MLS выводится с помощью следующего уравнения (d_{min} выражается в км):

$$d_{min(км)} = \frac{\lambda}{4\pi \cdot 1000} \sqrt{\frac{Pt \cdot Gt \cdot FDR}{Pr}}. \quad (3)$$

Проекционное расстояние (минимальное расстояние горизонтального разнесения между наземным приемником MLS и передатчиком телеметрии) определяется следующим образом:

$$R_{min(км)} = d_{min} + d_{MLS} = \frac{\lambda}{4\pi \cdot 1000} \sqrt{\frac{Pt \cdot Gt \cdot FDR}{Pr}} + d_{MLS}, \quad (4)$$

где d_{MLS} представляет собой зону покрытия станции MLS (см. рисунок 1).

Необходимо отметить на этом уровне, что ослабление в атмосфере не учитывается. В связи с этим работа оборудования, рассматриваемого для расчета на большее расстояние, чем расстояние, для которого были проведены расчеты, гарантирует отсутствие помех, наносящих ущерб.

Это защитное расстояние может корректироваться в каждом отдельном случае в результате соглашения между заинтересованными администрациями.