

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1739

Критерии защиты для систем беспроводного доступа, включая локальные радиосети, функционирующих в подвижной службе, в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03), в полосах частот 5150–5250 МГц, 5250–5350 МГц и 5470–5725 МГц

(2006)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации устанавливаются защитные критерии для систем беспроводного доступа, включая локальные вычислительные радиосети (WAS/RLAN), функционирующих в подвижной службе, в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03), в целях проведения исследований совместимости со службами или применениями, от которых требуется защищать системы WAS/RLAN.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что системы беспроводного доступа (WAS), включая локальные радиосети (RLAN), предоставляют эффективные решения, основанные на широкополосных технологиях;
- b) что в то время как одни администрации не предусматривают защиту станций WAS/RLAN в своих внутренних правилах, другие администрации такую защиту станций WAS/RLAN в своих внутренних правилах обеспечивают;
- c) что в целях проведения исследований совместимости в отношении служб и приложений, от которых системы WAS/RLAN должны быть защищены, желательно разработать рекомендацию, устанавливающую критерии защиты для станций WAS/RLAN, функционирующих в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03),

признавая,

- a) что существуют первичные распределения подвижной службе в полосах частот 5150–5350 МГц и 5470–5725 МГц для внедрения WAS, включая RLANs (WAS/RLAN);
- b) что скорость и/или дальность передачи данных, обеспечиваемые системами WAS/RLAN, функционирующими в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03), не должны значительно ухудшаться под воздействием помех, создаваемых службами или приложениями, от которых системы WAS/RLAN должны быть защищены, но эти системы не могут требовать защиты от некоторых других первичных служб, определенных в Регламенте радиосвязи, и не должны создавать им помех;
- c) что станции WAS/RLAN должны в определенной ограниченной степени выдерживать помехи или потенциал помех, создаваемых службами или приложениями, от которых системы WAS/RLAN должны быть защищены,

отмечая,

- a) что анализ влияния помех на системы WAS/RLAN содержится в Приложении 1,

рекомендует,

1 что в целях проведения исследований совместимости в отношении служб и приложений, от которых системы WAS/RLAN должны быть защищены, согласно своему статусу, критерии защиты систем WAS/RLAN, функционирующих в подвижной службе, в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03), должны быть следующими:

- отношение I/N в приемнике WAS/RLAN не должно превышать -6 dB, обеспечивая, чтобы чувствительность приемника WAS/RLAN ухудшалась не более чем, приблизительно, на $1,0$ дБ, как это изложено в Приложении 1.

Приложение 1

Разработка защитных критериев для систем WAS/RLAN, функционирующих в подвижной службе, в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03), в полосах частот 5150–5250 МГц, 5250–5350 МГц и 5470–5725 МГц

1 Анализ типичных характеристик дальности/скорости передачи данных в WAS/RLAN при отсутствии помех

Для развертывания типичной системы WAS/RLAN надлежащей моделью потери на трассе является свободное пространство (r^2) до точки прерывания 5 м, а после нее – r^4 . Эта модель обеспечивает простое, но довольно реальное приближенное значение распространения в данных частотах в типичных условиях современного помещения, состоящих, прежде всего, из открытого "кубического" пространства с множеством умеренных препятствий и отражающих поверхностей.

Для систем WAS/RLAN, функционирующих в соответствии с Резолюцией 229 (ВКР-03), рабочей частотой является диапазон 5 ГГц.

В качестве показательной системы для проведения анализа смоделирована система с мощностью передачи 20 дБм, шириной полосы 20 МГц, коэффициентом шума 5 дБ и с антеннами 0 дБ и на обоих концах линии между передатчиком WAS/RLAN и предполагаемым приемником.

С учетом этих основных параметров системы и необходимого отношения S/N для достижения различных стандартных скоростей передачи данных в таблице 1 приводятся достижимые диапазоны при этих различных скоростях передачи стандартных данных при отсутствии помех.

ТАБЛИЦА 1

Достижимый диапазон в зависимости от скорости передачи данных при отсутствии помех

Скорость передачи данных (Мбит/с)	Требуемое отношение S/N (дБ)	Диапазон (м)
54	25	29,1
48	22	34,6
36	19	41,1
24	16	48,8
18	13	58,0
12	10	68,9
9	8	77,4
6	5	91,9

2 Анализ ухудшения типичного диапазона WAS/RLAN и/или скорости передачи данных при наличии помех

Приемлемым уровнем ухудшения для систем WAS/RLAN под воздействием служб или приложений, от которых системы WAS/RLAN должны быть защищены, является 5-процентное сужение диапазона, в котором может поддерживаться данная скорость передачи данных, по сравнению с достижимым диапазоном при той же скорости передачи данных при отсутствии помех. Однако более значительное ухудшение диапазона или сокращение скорости передачи в данном диапазоне считалось бы неприемлемым, поскольку оказывало бы слишком сильное негативное воздействие на показатели функционирования системы WAS/RLAN (в техническом и/или экономическом отношении).

Для того чтобы определить, какой уровень помехи приведет к 5-процентному сужению диапазона при стандартных скоростях передачи данных, мы можем рассчитать, какое снижение мощности сигнала (это эквивалентно повышению уровня шума, ибо и в том, и в другом случае это ведет к сокращению энергетического баланса линии) могло бы обеспечить необходимое отношение S/N в данном суженном диапазоне.

ТАБЛИЦА 2

Сужение диапазона в зависимости от сокращения энергетического баланса линии

Скорость передачи данных (Мбит/с)	Сужение диапазона на 5% (м)	Сокращение энергетического баланса линии (дБ)
54	27,6	0,90
48	32,8	0,90
36	39,0	0,90
24	46,4	0,88
18	55,1	0,89
12	65,5	0,89
9	73,5	0,89
6	87,3	0,90

Такое сокращение энергетического баланса линии может быть связано с мощностью помехи следующим образом. Рассмотрим приемник с уровнем шума (на основе ширины полосы шума и теплового шума) N дБ. Допустим также, что при данной ширине полосы на этот приемник воздействует уровень шума в I дБ. Эта помеха в I дБ приведет к превышению уровня шума в R дБ над уровнем теплового шума в N дБ.

$$R = 10 \log(10^{N/10} + 10^{I/10}) - 10 \log(10^{N/10})$$

$$R = 10 (\log(10^{N/10} + 10^{I/10}) - \log(10^{N/10}))$$

$$R = 10 \left(\log \frac{(10^{N/10} + 10^{I/10})}{10^{N/10}} \right)$$

$$R = 10 (\log(1 + 10^{(I-N)/10}))$$

или

$$I - N = 10 (\log(10^{R/10} - 1)) .$$

Используя это выражение, можно увязать повышение уровня шума, ведущее к 5-процентному сужению диапазона, с эквивалентной величиной помехи в приемнике, соответствующей уровню шума. Эти уровни составляют:

ТАБЛИЦА 3

Сокращение энергетического баланса линии в зависимости от отношения I/N

Скорость передачи данных (Мбит/с)	Сокращение энергетического баланса линии (дБ)	I/N (дБ)
54	0,90	-6,4
48	0,90	-6,4
36	0,90	-6,4
24	0,88	-6,5
18	0,89	-6,4
12	0,89	-6,4
9	0,89	-6,4
6	0,90	-6,4

Таким образом, 5-процентное сужение диапазона при стандартной скорости передачи данных WAS/RLAN станет результатом воздействия сигнала помехи мощностью примерно на 6,5 дБ ниже минимального уровня шума приемника WAS/RLAN.

3 Анализ воздействия различных моделей распространения на результаты

Те же расчеты можно использовать для различных моделей распространения. Например, вместо распространения r^4 последствия распространения $r^{3,2}$ можно оценить следующим образом:

ТАБЛИЦА 4

5-процентное ухудшение диапазона/скорости передачи данных для экспоненты потерь на трассе $= r^{3,2}$

Скорость передачи данных (Мбит/с)	Требуемое S/N (дБ)	Диапазон (м)	Сужение диапазона на 5% (м)	Сокращение энергетического баланса линии (дБ)	I/N (дБ)
54	25	45,1	42,9	0,71	-7,5
48	22	56,0	53,2	0,72	-7,4
36	19	69,5	66,0	0,72	-7,4
24	16	86,3	82,0	0,71	-7,5
18	13	107,1	101,7	0,71	-7,5
12	10	132,8	126,2	0,71	-7,5
9	8	153,4	145,7	0,71	-7,5
6	5	190,4	180,9	0,71	-7,5

Следует отметить, что при более оптимистичной модели распространения требование, касающееся отношения I/N , ужесточается приблизительно на 1 дБ.

Последствия использования распространения в свободном пространстве (r^2) можно оценить следующим образом:

ТАБЛИЦА 5

5-процентное ухудшение диапазона/скорости передачи данных для экспоненты потерь на трассе = r^2

Скорость передачи данных (Мбит/с)	Требуемое S/N (дБ)	Диапазон (м)	Сужение диапазона на 5% (м)	Сокращение энергетического баланса линии (дБ)	I/N (дБ)
54	25	169,0	160,6	0,45	–9,6
48	22	238,8	226,8	0,45	–9,6
36	19	337,3	320,4	0,45	–9,6
24	16	476,4	452,6	0,45	–9,6
18	13	673,0	639,3	0,45	–9,6
12	10	950,6	903,1	0,45	–9,6
9	8	1 196,8	1 136,9	0,45	–9,6
6	5	1 690,5	1 606,0	0,45	–9,6

В случае наиболее оптимистической модели распространения (распространение в свободном пространстве) требуемое отношение I/N становится еще более строгим.

4 Резюме результатов анализа помех

На примере этих результатов можно заметить, что если допустить более оптимистические модели распространения (от закрытого до свободного пространства), то возрастает влияние источников помех на рабочие характеристики WAS/RLAN и требуется более негативное отношение I/N, для того чтобы сохранить отрицательное воздействие на систему WAS/RLAN в допустимых пределах.

Поскольку модель, использованная в первоначальном примере (свободное пространство (r^2) до точки прерывания 5 м, а после этой точки – r^4), является типичной для областей, в которых развертывается и будет развертываться большое число устройств WAS/RLAN, и предлагается менее строгое отношение I/N, по сравнению с более оптимистическими моделями распространения (приближающимися к распространению в свободном пространстве), целесообразно установить критерии защиты для устройств WAS/RLAN на основе влияния помех в этой среде распространения. Таким образом, для проведения исследований совместимости между системами WAS/RLAN, функционирующими в рамках подвижной службы, и другими службами и приложениями в диапазоне 5 ГГц, от которых системы WAS/RLAN должны быть защищены, надлежащим отношением I/N является –6 дБ.