

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.339-8
(02/2013)

**Ширина полосы частот, отношения
сигнал-шум и допуски на замирания
в ВЧ системах фиксированной
и сухопутной подвижной радиосвязи**

Серия F
Фиксированная служба



Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2014 г.

© ITU 2014

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.339-8

**Ширина полосы частот, отношения сигнал-шум и допуски на замирания
в ВЧ системах фиксированной и сухопутной подвижной радиосвязи**

(1951-1953-1956-1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986-2006-2013)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приведены выборочные примеры различных ВЧ (3–30 МГц) систем фиксированной службы и сухопутной подвижной службы, которые используются в настоящее время, и для этих систем дается описание ключевых параметров системы (ширина полосы частот, отношения сигнала к плотности шума и допуски на замирания). Эти системные параметры должны использоваться при развертывании ВЧ систем и могут применяться в исследованиях совместного использования частот.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что желательно классифицировать технические аспекты, по которым должны проводиться будущие исследования;
- b)* что имеется потребность в цифровых значениях, учитывающих замирания и флуктуации интенсивности поля;
- c)* что, однако, информация, содержащаяся в Приложении 1 к Рекомендации МСЭ-R P.313, позволяет получить некоторые результаты, из которых можно вычислить предварительные данные по условиям замирания;
- d)* что имеется много разнообразных ВЧ систем фиксированной и сухопутной подвижной связи, которые действуют или разрабатываются для удовлетворения будущих требований, вследствие чего отсутствует единственная "типовая" система как модель общего назначения,

рекомендует,

- 1** чтобы для отношения сигнала к плотности шума (ОСШ), требуемого для соответствующего класса излучения, использовались приведенные в таблицах 1–4 Приложения 1 значения;
- 2** чтобы значения, приведенные в столбцах "Условия замирания" в таблице 1 Приложения 1 совместно с оценкой коэффициента интенсивности флуктуаций, приведенной в Примечании 4 к таблице 1, могли использоваться как вспомогательная информация для оценки среднемесячных величин усредненной за час интенсивности поля, требуемой для различных типов и классов услуг;
- 3** чтобы приведенное ниже примечание считалось частью настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Использование рекомендуемых величин позволяет получить только оценку, которая может корректироваться для радиолиний с различной протяженностью тракта в зависимости от требуемого класса услуг.

Приложение 1

ТАБЛИЦА 1

Требуемые отношения сигнал-шум

Класс излучения	Предвар. определен. полоса приемника (Гц)	Окончат. определен. полоса приемника (Гц)	Класс услуг	Звуковое ОСШ ⁽¹⁾ (дБ)	Среднее ОСШ по РЧ ⁽²⁾⁽³⁾ (дБ/Гц)		
					Стабильные условия	Условия замирания ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	
						Без разнесения	Двойное разнесение
A1 А Телеграфия 8 бод	3 000	1 500	Прием на слух ⁽⁶⁾	-4	31	38	
A1 В Телеграфия 50 бод, принтер	250	250	Коммерческий класс ⁽⁷⁾	16	40		58
A1 В Телеграфия 120 бод, ондулятор	600	600		10	38		49
A2 А Телеграфия 8 бод	3 000	1 500	Прием на слух ⁽⁶⁾ ⁽¹⁹⁾	-4	35	38	
A2 В Телеграфия 24 бод	3 000	1 500	Коммерческий класс ⁽⁷⁾ ⁽¹⁹⁾	11	50	56	
F1 В Телеграфия 50 бод, принтер 2D = 200 Гц – 400 Гц	1 500	100	$P_C = 0,01$ $P_C = 0,001$ $P_C = 0,0001$ } ⁽⁸⁾		45 } ⁽⁹⁾ 51 } 56 }	53 } ⁽⁹⁾ 63 } 74 }	45 } ⁽⁹⁾ 52 } 59 }
F1 В Телеграфия 100 бод, принтер 2D = 170 Гц, ARQ	300	300			43	52	
F1 В Телеграфия 200 бод, принтер 2D = 400 Гц, ARQ							
F1В Телеграфия МУЧМН 33-тоновый ITA2 10 знаков/с	400	400	$P_C = 0,01$ $P_C = 0,001$ $P_C = 0,0001$ } ⁽⁸⁾		23 24 26	37 45 } ⁽²⁵⁾ 52 }	29 34 39
F1В Телеграфия МУЧМН 12-тоновый ITA5 10 знаков/с	300	300	$P_C = 0,01$ $P_C = 0,001$ $P_C = 0,0001$ } ⁽⁸⁾		26 27 29	42 49 } ⁽²⁵⁾ 56 }	32 36 42
F1В Телеграфия МУЧМН 6-тоновый ITA2 10 знаков/с	180	180	$P_C = 0,01$ $P_C = 0,001$ $P_C = 0,0001$ } ⁽⁸⁾		25 26 28	41 48 } ⁽²⁵⁾ 55 }	31 35 41
F7В Телеграфия							
R3С Фототелеграфия 60 об./мин.	3 000	3 000			50	59	
R3С Фототелеграфия 60 об./мин.	1 100	3 000	Предельный коммерческий ⁽²²⁾ Хороший коммерческий ⁽²²⁾	15 20	50 55	58 65	
A3Е Телефония две боковые полосы	6 000	3 000	Приемлемый ⁽¹¹⁾ Предельный коммерческий ⁽¹²⁾ Хороший коммерческий ⁽¹³⁾	6 } ⁽¹⁸⁾ 15 } 33 }	50 59 67 ⁽¹⁴⁾	51 } ⁽²⁰⁾ 64 } 75 ⁽¹⁴⁾	48 } ⁽¹⁵⁾ 60 } 70 ⁽¹⁴⁾
H3Е Телефония одна боковая полоса, полная несущая	3 000	3 000	Приемлемый ⁽¹¹⁾ Предельный коммерческий ⁽¹²⁾ Хороший коммерческий ⁽¹³⁾	6 } ⁽¹⁸⁾ 15 } 33 }	53 } ⁽²³⁾ 62 } 70 ⁽¹⁴⁾	54 } ⁽²⁰⁾ 67 } 78 ⁽¹⁴⁾	51 } ⁽¹⁵⁾ 63 } 73 ⁽¹⁴⁾
R3Е Телефония одна боковая полоса, частично подавленная несущая	3 000	3 000	Приемлемый ⁽¹¹⁾ Предельный коммерческий ⁽¹²⁾ Хороший коммерческий ⁽¹³⁾	6 } ⁽¹⁸⁾ 15 } 33 }	48 } ⁽²⁴⁾ 57 } 65 ⁽¹⁴⁾	49 } ⁽²⁰⁾ 62 } 73 ⁽¹⁴⁾	46 } ⁽¹⁵⁾ 58 } 68 ⁽¹⁴⁾
J3Е Телефония одна боковая полоса, подавленная несущая	3 000	3 000	Приемлемый ⁽¹¹⁾ Предельный коммерческий ⁽¹²⁾ Хороший коммерческий ⁽¹³⁾	6 } ⁽¹⁸⁾ 15 } 33 }	47 56 64 ⁽¹⁴⁾	48 } ⁽²⁰⁾ 61 } 72 ⁽¹⁴⁾	45 } ⁽¹⁵⁾ 57 } 67 ⁽¹⁴⁾
B8Е Телефония независимые боковые полосы, 2 канала	6 000	3 000 на канал	Приемлемый ⁽¹¹⁾ Предельный коммерческий ⁽¹²⁾ Хороший коммерческий ⁽¹³⁾	6 } ⁽¹⁸⁾ 15 } 33 }	49 58 66 ⁽¹⁴⁾	50 } ⁽²⁰⁾ 63 } 74 ⁽¹⁴⁾	47 } ⁽¹⁵⁾ 59 } 69 ⁽¹⁴⁾

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Класс излучения	Предвар. определен. полоса приемника (Гц)	Окончат. определен. полоса приемника (Гц)	Класс услуг	Звуковое ОСШ ⁽¹⁾ (дБ)	Average ВЧ ОСШ ⁽²⁾⁽³⁾ (дБ/Гц)				
					Стабильные условия	Условия замирания			
						Без разнесения	Двойное разнесение		
В8Е Телефония независимые боковые полосы, 4 канала	12 000	3 000 на канал	Приемлемый ⁽¹¹⁾ Предельный коммерческий ⁽¹²⁾ Хороший коммерческий ⁽¹³⁾	6 } 15 } 33 } ⁽¹⁸⁾	50 } 59 } 67 ⁽¹⁴⁾	51 } 64 } 75 ⁽¹⁴⁾	48 } 60 } 70 ⁽¹⁴⁾	⁽¹⁵⁾ ⁽²⁰⁾	
J7В Многоканальная ТЧ телеграфия 16 каналов по 75 бод каждый	3 000	110 на канал	$P_C = 0,01$ } $P_C = 0,001$ } $P_C = 0,0001$ } ⁽⁸⁾		59 } 65 } 69 } ⁽²¹⁾	67 } 77 } 87 } ⁽²¹⁾	59 } 66 } 72 } ⁽²¹⁾		
J7В Многоканальная ТЧ телеграфия 15 каналов по 100 бод каждый с ARQ	3 000	110 на канал		⁽¹⁰⁾					
R7В Многоканальная ТЧ телеграфия частично подавленная несущая									
B7W Композитный 16 каналов по 75 бод каждый 1 телефонный канал ⁽¹⁶⁾	6 000	110 на телеграфный канал 3 000 на телефонный канал	$P_C = 0,01$ } $P_C = 0,001$ } $P_C = 0,0001$ } ⁽⁸⁾		60 } 66 } 70 } ⁽¹⁷⁾	68 } 78 } 88 } ⁽¹⁷⁾	60 } 67 } 73 } ⁽¹⁷⁾		

⁽¹⁾ Полоса шума равна последетекторной полосе пропускания приемника. Для телефонии с независимыми боковыми полосами полоса шума равна последетекторной полосе пропускания одного канала.

⁽²⁾ Цифры в этом столбце таблицы 1 представляют отношение пиковой мощности огибающей сигнала к средней мощности шума в полосе шириной 1 Гц, за исключением передачи с двумя боковыми полосами класса АЗЕ, для которой эти цифры представляют отношение мощности несущей к средней мощности шума в полосе шириной 1 Гц.

⁽³⁾ Значения отношения радиочастотного сигнала к плотности шума для телефонии, приведенные в этом столбце, применимы только при использовании обычных терминалов. Они могут быть значительно уменьшены (на величины, которые еще не определены) при применении типов терминалов, использующих соединенные компрессоры и экспандеры (Lincompex) (см. Рекомендацию МСЭ-R F.1111). Было обнаружено, что отношение речь-шум (по среднеквадратичному напряжению), равное 7 дБ, измеренное в диапазоне звуковых частот 3 кГц, точно соответствует предельному коммерческому качеству на выходе системы с учетом улучшений, полученных за счет использования компандеров.

⁽⁴⁾ Величины в этих столбцах представляют собой средние значения мощности замирающего сигнала, необходимые для достижения эквивалентного класса услуги, и не включают в себя коэффициент, учитывающий интенсивность флуктуаций (допуск на ежедневные колебания). В целом в качестве коэффициента интенсивности флуктуаций к величинам, приведенным в этих столбцах, может быть добавлено значение 11,5 дБ с целью получения предварительных значений всех требуемых отношений сигнал-шум, которые могут использоваться как руководство для оценки среднемесячных значений напряженности поля, усредненной за час. Эта величина 11,5 дБ получена следующим образом:

Коэффициент интенсивности флуктуаций для сигнала, при постоянном шуме, равен 10 дБ, эта оценка получена для обеспечения защиты в течение 90% дней. Флуктуации интенсивности атмосферного шума также принимаются равными 10 дБ для 90% дней. Предполагая, что флуктуации интенсивности шума и сигнала не коррелированы, достоверная оценка комбинированного коэффициента интенсивности флуктуаций сигнала и шума имеет вид:

$$10 \log \left(\sqrt{10^2 + 10^2} \right) = 11,5 \text{ дБ.}$$

⁽⁵⁾ При вычислении отношений радиочастотного сигнала к плотности шума для быстрых кратковременных замираний использовалось логарифмически нормальное распределение амплитуды принимаемого замирающего сигнала (с использованием значения 7 дБ для отношения среднего уровня к уровню, превышаемому в 10% или 90% времени), за исключением высокоскоростных автоматических телеграфных служб, где защитное отношение вычислено при предположении рэлеевского распределения. Примечания с ⁽⁶⁾ по ⁽²⁵⁾ относятся к защите от быстрых или кратковременных замираний.

⁽⁶⁾ Для защиты в течение 90% времени.

⁽⁷⁾ Для А1В телеграфии, 50 бод, принтер: для защиты в течение 99,99% времени. Для А2В телеграфии, 24 бод: для защиты в течение 98% времени.

⁽⁸⁾ P_C обозначает вероятность ошибки в символе.

⁽⁹⁾ Предполагается наличие атмосферного шума ($V_d = 6$ дБ).

⁽¹⁰⁾ На основе 90% эффективности трафика.

⁽¹¹⁾ Для распознавания 90% предложений.

⁽¹²⁾ При соединении с сетью общего пользования: на основе 80% защиты.

Примечания, относящиеся к таблице 1 (окончание):

- (13) При соединении с сетью общего пользования: на основе 90% защиты.
- (14) Предполагая улучшение на 10 дБ в связи с использованием шумоподавителей.
- (15) Улучшение за счет разнесения основано на большем территориальном (несколько километров) разнесении.
- (16) Предполагается загрузка передатчика многоканальной передачей телеграфных сигналов на 80% от номинальной пиковой мощности огибающей передатчика.
- (17) Требуемое отношение сигнала к плотности шума основано на качестве телеграфных каналов.
- (18) Для телефонии цифры в этом столбце представляют отношение сигнала в диапазоне звуковых частот, измеренного стандартным вольтметром, к среднеквадратичному шуму в полосе 3 кГц. (Предполагается, что соответствующая пиковая мощность сигнала, т. е. при 100% тональной модуляции в передатчике, на 6 дБ выше.)
- (19) Предполагается, что общая мощность в боковой полосе вместе с манипулированной несущей, дает частичный (два элемента) эффект разнесения. Допуск, равный 4 дБ, принимается для 90%-й защиты (8 бод) и 6 дБ для 98%-й защиты (24 бод).
- (20) При использовании терминалов с устройствами Lincompex эти значения будут уменьшены на величины, которые пока не определены.
- (21) Для меньшего числа каналов эти цифры будут другими. Взаимосвязь между числом каналов и требуемым отношением сигнал-шум пока еще не определена.
- (22) Качество оценивается в соответствии с Рекомендацией МСЭ-T T.22 – Использование стандартных испытательных таблиц для факсимильных передач.
- (23) Для излучения класса НЗЕ уровни сигналов в боковых полосах и несущей контрольного сигнала, соответствующие 100% модуляции, составляют каждый – 6 дБ по отношению к пиковой мощности огибающей (п.м.о.). Для приема использован ОБП приемник.
- (24) Для излучения класса RЗЕ применяется уровень несущей контрольного сигнала – 20 дБ по отношению к п.м.о. и уровень сигнала в боковой полосе, соответствующий 100% модуляции, на 1 дБ ниже чем п.м.о.
- (25) Показаны типичные значения, зависящие от скорости замирания.

ТАБЛИЦА 2

Требуемые средние ОСШ для 39-тонового QDPSK ВЧ модема (излучение класса J2D)

а)

Среднее ОСШ (дБ/Гц)	КОБ			
	Скорость передачи данных 2 400 бит/с		Скорость передачи данных 1 200 бит/с	
	Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}	Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}
39		$8,6 \times 10^{-2}$		$6,4 \times 10^{-2}$
44		$3,5 \times 10^{-2}$		$4,4 \times 10^{-3}$
49		$1,0 \times 10^{-2}$		$3,4 \times 10^{-4}$
54		$1,0 \times 10^{-3}$		$9,0 \times 10^{-6}$
64		$1,8 \times 10^{-4}$		$2,7 \times 10^{-6}$

б)

Среднее ОСШ (дБ/Гц)	КОБ			
	Скорость передачи данных 300 бит/с		Скорость передачи данных 75 бит/с	
	Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}	Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}
34		$1,8 \times 10^{-2}$		$4,4 \times 10^{-4}$
36		$6,4 \times 10^{-3}$		$5,0 \times 10^{-5}$
38		$1,0 \times 10^{-3}$		$1,0 \times 10^{-6}$
40		$5,0 \times 10^{-5}$		$1,0 \times 10^{-6}$
42		$1,5 \times 10^{-6}$		$1,0 \times 10^{-6}$

Примечания, относящиеся к таблице 2 (окончание):

- (a) Два независимых тракта рэлеевского замирания равной средней мощности с фиксированной задержкой между трактами в 2 мс с замиранием в 1 Гц.
- (b) 72-кадровый "сверхдлинный" перемежитель.
- (c) Величины в этих столбцах представляют собой среднеквадратичные значения мощности замирающего сигнала, необходимые для достижения эквивалентного класса услуги.
- (d) "Канал AWGN": Канал без замирания с аддитивным белым гауссовским шумом.

ТАБЛИЦА 3

Требуемые средние ОСШ для приведенных скоростей передачи данных и модуляции
(излучение класса J2D)

а)

Скорость передачи данных пользователя (бит/с)	Модуляция	Среднее ОСШ (дБ/Гц)			
		КОБ $1,0 \times 10^{-4}$		КОБ $1,0 \times 10^{-5}$	
		Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}	Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}
12 800	64-QAM	61	–	62	–
9 600	64-QAM	55	64	56	66
8 000	32-QAM	53	60	53	62
6 400	16-QAM	50	57	50	58
4 800	8-PSK	47	54	48	55
3 200	QPSK	43	48	43	49

b)

Скорость передачи данных пользователя (бит/с)	Модуляция	Среднее ОСШ (дБ/Гц)			
		КОБ $< 1,0 \times 10^{-2}$		КОБ $< 1,0 \times 10^{-3}$	
		Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}	Канал AWGN ^(d)	Условия замирания ^{(a) (b) (c)}
1 200	8-PSK	43		44	54
2 400	8-PSK	44	49	49	59
3 600	8-PSK	51	54	53	74

- (a) Два независимых тракта рэлеевского замирания равной средней мощности с фиксированной задержкой между трактами в 2 мс с замиранием в 1 Гц.
- (b) 72-кадровый "сверхдлинный" перемежитель.
- (c) Величины в этих столбцах представляют собой среднеквадратичные значения мощности замирающего сигнала, необходимые для достижения эквивалентного класса услуги.
- (d) "Канал AWGN": Канал без замирания с аддитивным белым гауссовским шумом.

ТАБЛИЦА 4а

Скорости передачи данных и модуляция (излучение класса J2D) в полосах шириной 3–24 кГц для масштабируемой системы с цифровой модуляцией

Номер сигнала	Модуляция	Скорость передачи данных (бит/с)							
		3 (кГц)	6 (кГц)	9 (кГц)	12 (кГц)	15 (кГц)	18 (кГц)	21 (кГц)	24 (кГц)
0	Уолша	75	150	300	300	300	600	300	600
1	BPSK	150	300	600	600	600	1 200	600	1 200
2	BPSK	300	600	1 200	1 200	1 200	2 400	1 200	2 400
3	BPSK	600	1 200	2 400	2 400	2 400	4 800	2 400	4 800
4	BPSK	1 200	2 400	–	4 800	4 800	–	4 800	9 600
5	BPSK	1 600	3 200	4 800	6 400	8 000	9 600	9 600	12 800
6	QPSK	3 200	6 400	9 600	12 800	16 000	19 200	19 200	25 600
7	8-PSK	4 800	9 600	14 400	19 200	24 000	28 800	28 800	38 400
8	16-QAM	6 400	12 800	19 200	25 600	32 000	38 400	38 400	51 200
9	32-QAM	8 000	16 000	24 000	32 000	40 000	48 000	48 000	64 000
10	64-QAM	9 600	19 200	28 800	38 400	48 000	57 600	57 600	76 800
11	64-QAM	12 000	24 000	36 000	48 000	57 600	72 000	76 800	96 000
12	256-QAM	16 000	32 000	48 000	64 000	76 800	90 000	115 200	120 000
13	QPSK	2 400							

ТАБЛИЦА 4б

Требуемое ОСШ (дБ/Гц) в полосах шириной 3–24 кГц для масштабируемой системы с цифровой модуляцией при КОБ $\leq 1,0 \times 10^{-5(e)}$

Ширина полосы	3 (кГц) ^(a)		6 (кГц) ^(a)		9 (кГц) ^(a)		12 (кГц) ^(a)	
	Канал AWGN ^(b)	Канал с замиранием ^{(c)(d)}	Канал AWGN ^(b)	Канал с замиранием ^{(c)(d)}	Канал AWGN ^(b)	Канал с замиранием ^{(c)(d)}	Канал AWGN ^(b)	Канал с замиранием ^{(c)(d)}
0	29	34	32	37	34	40	35	40
1	32	38	35	41	37	43	38	44
2	35	40	38	43	40	45	41	46
3	38	42	41	45	44	48	44	48
4	40	45	43	48	–	–	46	51
5	41	46	44	49	46	51	47	52
6	44	49	47	52	49	54	50	55
7	48	54	51	57	53	59	54	60
8	51	58	54	61	56	63	57	64
9	54	62	57	65	59	67	60	68
10	56	66	59	69	61	71	62	72
11	59	–	62	–	64	–	65	–
12	65	–	68	–	70	–	71	–
13	41	46	–	–	–	–	–	–

ТАБЛИЦА 4б (окончание)

Ширина полосы	15 (кГц) ^(а)		18 (кГц) ^(а)		21 (кГц) ^(а)		24 (кГц) ^(а)	
	Канал AWGN ^(б)	Канал с замиранием ^{(с) (д)}	Канал AWGN ^(б)	Канал с замиранием ^{(с) (д)}	Канал AWGN ^(б)	Канал с замиранием ^{(с) (д)}	Канал AWGN ^(б)	Канал с замиранием ^{(с) (д)}
0	36	41	37	42	37	42	38	43
1	39	45	40	46	40	46	41	47
2	42	47	43	48	43	48	44	49
3	45	49	46	50	46	50	47	51
4	47	52	–	–	48	53	49	54
5	48	53	49	54	49	54	50	55
6	51	56	52	57	52	57	53	58
7	55	61	56	62	56	62	57	63
8	58	65	59	66	59	66	60	67
9	61	69	62	70	62	70	63	71
10	63	73	64	74	64	74	65	78
11	66	–	67	–	67	–	68	–
12	72	–	73	–	73	–	74	–
13	–	–	–	–	–	–	–	–

(а) Цифры в столбцах таблицы 4б представляют отношение средней мощности сигнала к средней мощности шума (дБ) в полосе шириной 1 Гц.

(б) "Канал AWGN": Канал без замирания с аддитивным белым гауссовским шумом.

(с) "Канал с замиранием": два независимых тракта рэлеевского замирания равной средней мощности с фиксированной задержкой между трактами в 2 мс с замиранием в 1 Гц (соответствует "возмущенным условиям" в средних широтах, указанным в Рекомендации МСЭ-R F.1487).

(д) Величины в столбцах "Канал с замиранием" таблицы 4б представляют собой средние значения мощности замирающего сигнала, необходимые для достижения эквивалентного класса услуги.

(е) Сигнал с номерами 11 и 12 подходит для каналов земной волны, а значения для замирания ионосферных сигналов отсутствуют. Значения для сигнала с номером 4 отсутствуют в каналах шириной 9 или 18 кГц, а значения для сигнала с номером 13 имеются только для системы с шириной полосы в 3 кГц.

В таблице 4 представлена цифровая модуляция для ВЧ систем с более широкой полосой. Таблицы 4а и 4б должны использоваться вместе: вначале определяем номер сигнала для ширины полосы и скорости передачи данных, соответствующих какой-либо конкретной системе из таблицы 4а, и затем используем таблицу 4б для определения требуемого отношения сигнал-шум.

Ниже приведен пример использования таблиц 4 для скорости передачи данных в 38 400 бит/с при полосе шириной 24 кГц:

- 1) В таблице 4а находим столбец для полосы шириной 24 кГц и определяем номер сигнала для скорости в 38 400 бит/с; в данном случае это сигнал с номером 7.
- 2) В таблице 4б находим сигнал с номером 7 и определяем пересечение его строки со столбцом для полосы шириной 24 кГц.
- 3) Для класса услуги с КОБ = 1×10^{-5} требуемые значения ОСШ, которые представлены в таблице 4б, равны 57 и 63 дБ/Гц в каналах без замирания и с замиранием, соответственно.