|  |
| --- |
| **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-Т/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-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой 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 A Телеграфия 8 бод | 3 000 | 1 500 | Прием на слух (6) | – 4 | 31 | 38 |  |
| A1 B Телеграфия  50 бод, принтер | 250 | 250 | Коммерческий класс (7) | 16 | 40 |  | 58 |
| A1 B Телеграфия  120 бод, ондулятор | 600 | 600 |  | 10 | 38 |  | 49 |
| A2 A Телеграфия  8 бод | 3 000 | 1 500 | Прием на слух (6) (19) | – 4 | 35 | 38 |  |
| A2 B Телеграфия  24 бод | 3 000 | 1 500 | Коммерческий класс (7) (19) | 11 | 50 | 56 |  |
| F1 B Телеграфия 50 бод, принтер 2*D*  200 Гц – 400 Гц | 1 500 | 100 |  |  |  |  |  |
| F1 B Телеграфия 100 бод, принтер 2*D*  170 Гц, ARQ | 300 | 300 | (10) |  | 43 | 52 |  |
| F1 B Телеграфия 200 бод, принтер 2*D*  400 Гц, ARQ |  |  | (10) |  |  |  |  |
| F1B Телеграфия МУЧМН 33-тоновый ITA2 10 знаков/с | 400 | 400 |  |  | 23 24 26 |  | 29 34 39 |
| F1B Телеграфия МУЧМН 12-тоновый ITA5 10 знаков/с | 300 | 300 |  |  | 26 27 29 |  | 32 36 42 |
| F1B Телеграфия МУЧМН 6-тоновый ITA2 10 знаков/с | 180 | 180 |  |  | 25 26 28 |  | 31 35 41 |
| F7B Телеграфия |  |  |  |  |  |  |  |
| R3C Фототелеграфия 60 об./мин. | 3 000 | 3 000 |  |  | 50 | 59 |  |
| R3C Фототелеграфия 60 об./мин. | 1 100 | 3 000 | Предельный коммерческий (22) Хороший коммерческий (22) | 15 20 | 50 55 | 58 65 |  |
| A3E Телефония  две боковые полосы | 6 000 | 3 000 | Приемлемый (11) Предельный коммерческий (12) Хороший коммерческий (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |
| H3E Телефония  одна боковая полоса, полная несущая | 3 000 | 3 000 | Приемлемый (11) Предельный коммерческий (12) Хороший коммерческий (13) |  |  |  |  |
| R3E Телефония  одна боковая полоса, частично подавленная несущая | 3 000 | 3 000 | Приемлемый (11) Предельный коммерческий (12) Хороший коммерческий (13) |  |  |  |  |
| J3E Телефония  одна боковая полоса,  подавленная несущая | 3 000 | 3 000 | Приемлемый (11) Предельный коммерческий (12) Хороший коммерческий (13) |  | 47 56 64(14) |  |  |
| B8E Телефония независимые боковые полосы, 2 канала | 6 000 | 3 000 на канал | Приемлемый (11) Предельный коммерческий (12) Хороший коммерческий (13) |  | 49 58 66(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**  **(4) (5)** | |
| **Без разнесения** | **Двойное разнесение** |
| B8E Телефония независимые боковые полосы, 4 канала | 12 000 | 3 000 на канал | Приемлемый (11) Предельный коммерческий (12) Хороший коммерческий (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |
| J7B Многоканальная ТЧ телеграфия  16 каналов по 75 бод каждый | 3 000 | 110 на канал |  |  |  |  |  |
| J7B Многоканальная ТЧ телеграфия 15 каналов по 100 бод каждый с ARQ | 3 000 | 110 на канал | (10) |  |  |  |  |
| R7B 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 |  |  |  |  |  |
| (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 A3E, 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:  .  (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 A1B телеграфии, 50 бод, принтер: для защиты в течение 99,99% времени. Для A2B телеграфии, 24 бод: для защиты в течение 98% времени.  (8) *PC* обозначает вероятность ошибки в символе.  (9) Предполагается наличие атмосферного шума (*Vd*  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-Т T.22 – Использование стандартных испытательных таблиц для факсимильных передач.  (23) Для излучения класса H3E 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 R3E 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)

a)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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  10–2 |  | 6,4  10–2 |
| 44 |  | 3,5  10–2 |  | 4,4 10–3 |
| 49 |  | 1,0  10–2 |  | 3,4  10–4 |
| 54 |  | 1,0  10–3 |  | 9,0  10–6 |
| 64 |  | 1,8  10–4 |  | 2,7  10–6 |

b)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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  10–2 |  | 4,4  10–4 |
| 36 |  | 6,4  10–3 |  | 5,0  10–5 |
| 38 |  | 1,0  10–3 |  | 1,0  10–6 |
| 40 |  | 5,0  10–5 |  | 1,0  10–6 |
| 42 |  | 1,5  10–6 |  | 1,0  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)

a)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость передачи данных пользователя (бит/с) | Модуляция | Среднее ОСШ (дБ/Гц) | | | |
| КОБ 1,0  10–4 | | КОБ 1,0  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 10–2 | | КОБ < 1,0  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 4a

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 4b

Требуемое ОСШ (дБ/Гц) в полосах шириной 3−24 кГц для масштабируемой системы с цифровой модуляцией при КОБ ≤ 1,0 × 10–5(e)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ширина полосы | 3 (кГц)(a) | | 6 (кГц)(a) | | 9 (кГц)(a) | | 12 (кГц)(a) | |
| Номер сигнала | Канал  AWGN(b) | Канал с  замира‑ нием(c) (d) | Канал  AWGN(b) | Канал с  замира‑ нием(c) (d) | Канал  AWGN(b) | Канал с  замира‑ нием(c) (d) | Канал  AWGN(b) | Канал с  замира‑ нием(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 4b (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ширина полосы | 15 (кГц)(a) | | 18 (кГц)(a) | | 21 (кГц)(a) | | 24 (кГц)(a) | |
| Номер сигнала | Канал  AWGN(b) | Канал с  замира‑ нием(c) (d) | Канал  AWGN(b) | Канал с замира‑ нием(c) (d) | Канал  AWGN(b) | Канал с замира‑ нием(c) (d) | Канал  AWGN(b) | Канал с  замира‑ нием(c) (d) |
| 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 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| (a) Цифры в столбцах таблицы 4b представляют отношение средней мощности сигнала к средней мощности шума (дБ) в полосе шириной 1 Гц.  (b) "Канал AWGN": Канал без замирания с аддитивным белым гауссовским шумом.  (c) "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).  (d) Величины в столбцах "Канал с замиранием" таблицы 4b представляют собой средние значения мощности замирающего сигнала, необходимые для достижения эквивалентного класса услуги.  (e) 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 4a и 4b должны использоваться вместе: вначале определяем номер сигнала для ширины полосы и скорости передачи данных, соответствующих какой-либо конкретной системе из таблицы 4a, и затем используем таблицу 4b 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 4a 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 4b 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 4b, равны 57 и 63 дБ/Гц в каналах без замирания и с замиранием, соответственно.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_