

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1808\*

**Технические и эксплуатационные характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи, работающих в распределениях подвижной службе ниже 869 МГц, для применения в исследованиях совместного использования частот**

(Вопросы МСЭ-R 1-3/8 и МСЭ-R 7-5/8)

(2007)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации приводятся технические и эксплуатационные характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи для применения в исследованиях совместного использования частот. С учетом множества таких систем в подвижной службе на частотах ниже 869 МГц представлен ряд параметров и типовых значений для различных аналоговых, а также цифровых систем. Настоящая Рекомендация не предназначена для рассмотрения характеристик цифровых сотовых сухопутных систем подвижной связи.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что полосы ниже 470 МГц распределены подвижной службе и интенсивно используются традиционными и транковыми сухопутными системами подвижной связи;
- b) что существует необходимость в технических и эксплуатационных характеристиках традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи для применения в исследованиях совместного использования частот;
- c) что ряд полос подвижной службы ниже 960 МГц используется для систем общественной безопасности;
- d) что возрастает использование цифровых систем подвижной радиосвязи;
- e) что минимальные значения качественных показателей приемника, содержащиеся в стандартах на оборудование, необязательно являются теми, на основе которых осуществляется планирование систем;
- f) что характеристики качества приемника для цифрового оборудования отличаются от характеристик для аналогового оборудования;
- g) что на предыдущих конференциях радиосвязи МСЭ-R было предложено продолжить свои исследования для всех служб,

*отмечая,*

- a) что в Рекомендации МСЭ-R М.478 содержатся технические характеристики оборудования и принципы, на основе которых осуществляется распределение частотных каналов на частотах 25–3000 МГц для ЧМ сухопутной подвижной службы;

---

\* В случае расхождений между значениями в настоящей Рекомендации и выходными данными Региональной конференции радиосвязи 2006 года (РКР-06) последние будут иметь преимущественную силу для сторон Соглашения РКР-06.

- b) Рекомендацию МСЭ-R M.1073 – Цифровые сотовые сухопутные подвижные системы электросвязи;
- c) Рекомендацию МСЭ-R M.1032 – Технические и эксплуатационные характеристики сухопутных систем подвижной связи, использующих методы многоканального доступа без центрального контроллера;
- d) Рекомендацию МСЭ-R M.1033 – Технические и эксплуатационные характеристики бесшнуровых телефонов и беспроводных систем электросвязи;
- e) что в Отчете МСЭ-R M.2014 содержится описание эффективных путей использования спектра цифровыми сухопутными системами подвижной связи для доставки трафика;
- f) что в Рекомендации МСЭ-R SM.329 содержатся материалы о нежелательных излучениях в побочной области;
- g) что в Рекомендации МСЭ-R SM.1541 содержатся материалы о нежелательных излучениях во внеполосной области;
- h) что в Рекомендации МСЭ-R SM.1539 содержатся изменения границы между областью внеполосных излучений и областью побочных излучений, которые требуется применять в Рекомендациях МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329;
- j) что в Рекомендации МСЭ-R SM.1540 рассматриваются нежелательные излучения во внеполосной области, попадающие в соседние распределенные полосы;
- k) что для определения защитных отношений для цифровых систем подвижной связи можно использовать графики ухудшения подвижного приема из Отчета МСЭ-R M.358;
- l) что некоторые страны развернули системы на частотах ниже 960 МГц, спецификации которых установлены в Рекомендации МСЭ-R M.1457, с характеристиками, аналогичными характеристикам, описанным в Отчете МСЭ-R M.2039;
- m) что в Отчете МСЭ-R BT.2069 содержится информация об использовании спектра и эксплуатационных характеристиках наземных систем электронного сбора новостей (ENG), внестудийного телевизионного радиовещания (TVOB) и электронного внестудийного производства (EFP),

*рекомендует,*

**1** чтобы для исследования совместного использования частот между службами и внутри службы в полосах ниже 960 МГц использовались типовые технические и эксплуатационные характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи, приведенные в Приложении 1.

## Приложение 1

### Типовые технические и эксплуатационные характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи, работающих в распределениях подвижной службе ниже 869 МГц, для применения в исследованиях совместного использования частот

#### 1 Введение

Полосы частот ниже 869 МГц, которые распределены подвижной службе, часто используются для традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи. Эти полосы интенсивно используются учреждениями общественной безопасности, коммунальными службами и транспортными компаниями, потому что характеристики распространения на этих частотах позволяют обеспечивать большие зоны покрытия с помощью небольшой инфраструктуры.

Вследствие широкого разнообразия традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи и оборудования, трудно использовать одно конкретное значение для многих характеристик. В связи с этим приводится диапазон значений наряду с типовыми значениями. В процессе организации исследования совместного использования частот, при выборе характеристик исследуемой сухопутной подвижной станции, необходимо принять во внимание надлежащие соображения, касающиеся изменяющихся условий, с которыми приходится сталкиваться при эксплуатации. Насколько возможно следует использовать фактические характеристики качества рассматриваемой системы, зависящие от ее реализации.

#### 2 Технические характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи

При выполнении исследований совместного использования частот следует применять приведенные ниже технические характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи.

##### 2.1 Критерии помех

Существует много методик, которые используются для обеспечения возможности совместной работы традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи (например, контуры напряженности поля, отношение сигнала несущей к помехе). Для простоты с целью определения воздействия помехи можно было бы использовать отношение  $I/N$ , равное  $-6$  дБ. Для применений с более строгими требованиями по защите, например обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR), для определения воздействия помехи возможно использовать отношение  $I/N$ , равное  $-10$  дБ.

##### 2.2 Критерий качества

Традиционные и транковые сухопутные системы подвижной связи проектируются таким образом, чтобы удовлетворять определенным критериям качества. В аналоговых системах обычно используется отношение сигнала к помехе с учетом шумов и искажений (SINAD) (дБ). В цифровых системах используется коэффициент ошибок по битам (КОБ) (%).

SINAD<sup>1</sup> представляет собой отношение общей принимаемой мощности (сигнал + шум + искажение) к принимаемой мощности нежелательного излучения (шум + искажение). Оно измеряется на звуковом выходе приемника и обеспечивает количественное измерение качества звукового сигнала. В Отчете МСЭ-R М.358-5 предлагается, что для обеспечения защиты от ухудшения для сухопутных систем

---

<sup>1</sup> SINAD также используется для измерения качества оборудования сухопутной подвижной связи. Параметры приемника, например чувствительность и подавление соседнего канала, обычно измеряются по отношению к значению SINAD 12 дБ.

подвижной связи удобным является отношение SINAD, равное 12 дБ, однако при разработке таких систем часто используются значения SINAD в интервале 12–20 дБ.

Для цифровых схем модуляции значение SINAD не подходит, и, таким образом, обычно используется КОБ. Данный параметр является очень важным, поскольку в отличие от аналоговых систем, здесь отсутствует постепенное ухудшение. Существует "точка разрыва", за которой ошибки не могут быть исправлены, что может привести к полной потере разборчивости речи. И наоборот, уменьшение общего КОБ может привести к увеличению разборчивости. Как правило, традиционные и транковые сухопутные системы подвижной связи проектируются для достижения КОБ, равного 2–5%.

### **2.3 Характеристики оборудования традиционной и транковой сухопутной подвижной связи**

Технические характеристики базовых станций традиционной и транковой сухопутной подвижной связи, которые должны применяться в исследованиях совместного использования частот, представлены в таблицах 1 и 2 Дополнения 1 к настоящему Приложению.

## **3 Эксплуатационные характеристики сухопутных систем подвижной связи**

При выполнении исследований совместного использования частот следует учитывать приведенные ниже эксплуатационные характеристики традиционных и транковых сухопутных систем подвижной связи.

### **3.1 Традиционные системы**

Традиционные системы позволяют пользователю использовать только один канал. Если этот присвоенный канал уже занят, то пользователь должен ждать до тех пор, пока канал не станет доступным. Управление каналами, используемыми в традиционной системе, осуществляется пользователями.

### **3.2 Транковые системы**

В транковых системах используются методы контроля доступа для совместного использования канальной емкости многими пользователями. В транковой системе применяется контроль каналов, и решение о том, какой канал используется, принимается скрытно от пользователя. Разработка транковых систем позволяет обслуживать больше пользователей при меньшем числе каналов, чем в традиционной системе.

В системах подвижной связи с высокой пропускной способностью используется автоматическое перераспределение каналов для повышения общей статистической пропускной способности. Помехи могут не только повлиять на ведущуюся передачу, но также привести к тому, что неиспользуемые каналы в группе каналов с автоматическим перераспределением окажутся недоступными для дальнейшего правомерного использования, и тем самым ограничится пропускная способность системы на время продолжительности помехи. Помеха в канале управления может привести к потере доступа ко всем каналам транковой системы.

### **3.3 Развертывание с применением одновременной передачи**

Под одновременной передачей понимается метод, при котором используется много базовых станций или ретрансляторов с перекрывающимся покрытием, которые ведут одновременную передачу и используют ту же частоту на каждой станции. Данный метод используется для того, чтобы сберечь частотные ресурсы.

### **3.4 Развертывание с применением групповой передачи**

Под групповой передачей понимается метод, при котором используется много базовых станций или ретрансляторов с перекрывающимся покрытием, которые ведут одновременную передачу и используют разные частоты на каждой станции. Частоты повторно используются в сотовой структуре, при которой та же частота никогда не используется в соседней ячейке. Данный метод используется при отсутствии проблем с доступными частотами.

### **3.5 Работа в качестве ретранслятора**

Во многих сухопутных системах подвижной связи для увлечения покрытия системы и преодоления препятствий распространению географического характера, мешающих осуществлению связи в пределах прямой видимости, используется станция-ретранслятор с высоким углом места. На практике, источник осуществляет передачу ретранслятору, в котором принимаемый сигнал декодируется и анализируется, чтобы обеспечить его пригодность для системы. Если сигнал пригоден, он кодируется, ретранслируется на отдельной частоте и принимается получателем, например, группой подвижных станций или другим ретранслятором. Помеха, которая ранее присутствовала в данной цепочке событий, может быть ретранслирована через ретрансляционную систему. В исследованиях совместного использования частот с участием ретрансляционных систем должен изучаться вопрос о том, будет ли присутствовать помеха подвижным станциям или ретрансляторам.

### **3.6 Приемная система с отбором сигнала**

Отбор представляет собой метод, используемый для обеспечения приема на обширной территории, для того чтобы обеспечить качество разговорной речи, в частности в системах обеспечения общественной безопасности. По всей зоне разворачивается много приемников, с тем чтобы предоставить портативным устройствам радиосвязи доступ к ретранслятору или базовой станции в любой части зоны обслуживания.

Как правило, сигнал принимается многими приемниками, и выносится решение об использовании лучшего сигнала. Помеха любому из этих приемников может блокировать полезный сигнал.

## **4 Антенная система**

### **4.1 Высота антенны**

Как правило, в традиционных и транковых сухопутных системах подвижной связи покрытие системы увеличивается при увеличении высоты антенны. Эти системы обычно состоят из подвижных и портативных устройств, расположенных на уровне земли или около него, которые связываются с базовыми станциями, расположенными под более высокими углами места. Приемные антенны базовых станций расположены под гораздо большими углами места, чем подвижные станции, в особенности для некоторых территориально-распределенных систем со станциями, расположенными на вершинах холмов или зданий. Предполагается, что базовые станции под высокими углами места будут принимать более сильные сигналы помехи и будут более подвержены совокупной помехе, чем подвижный объект.

### **4.2 Малошумящий усилитель (МШУ), устанавливаемый на башне**

МШУ, устанавливаемые на мачте, используются для повышения напряженности поля принимаемого сигнала в приемниках базовых станций, за счет чего обеспечивается эффективное увеличение покрытия системы. Серийные усилители в основном предназначены для получения большой ширины полосы, которая обычно полностью охватывает полосы частот, и в них фильтрация используется в малой степени или совсем не используется. В исследованиях совместного использования частот следует учесть, что нежелательные сигналы также будут усиливаться без исключения. Эти усиленные нежелательные сигналы также могут привести к увеличению попадания в приемники интермодуляционных помех (третьего порядка) и уменьшению общей чувствительности системы, которое также называется снижением чувствительности.

**Дополнение 1  
(к Приложению 1)**

ТАБЛИЦА 1

**Характеристики базовой станции для совместного использования частот ниже 869 МГц**

Полоса частот (МГц)	138–174		406,1–470			746–806	806–869	
	Аналоговое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое	Цифровое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое
<i>Общесистемные характеристики</i>								
Ширина полосы канала (кГц)	12,5/15/25/30	6,25/7,5/12,5/15	12,5/25	6,25/12,5	1 250	6,25/12,5/25	12,5/25	12,5
Тип модуляции	FM	C4FM	FM	C4FM	BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-QAM	C4FM, F4GFSK	FM	C4FM
Режим работы	Симплексный/ дуплексный	Дуплексный	Симплексный/ дуплексный	Дуплексный	Дуплексный	Симплексный/ дуплексный	Симплексный/ дуплексный	Дуплексный
Типовое значение SINAD (дБ) или КОБ (%)	12 дБ	5%	12 дБ	5%	2–5%	5%	12 дБ	5%
<i>Передатчик</i>								
Выходная мощность (Вт)	5–125 (30) (100)	20–125 (60) (100)	5–125 (25) (100)	1–125 (30) (100)	1–125 (20)	1–125 (100)	5–125 (100)	1–125 (100)
Э.и.м. (дБВт)	7–26 (19) (24)	13–26 (18) (24)	3–27 (20) (26)	3–27 (20) (25)	3–27 (22)	3–27 (24)	3–27 (24)	3–27 (24)
Необходимая ширина полосы (кГц)	11/11/16/16	5,5/5,5/8,1/8,1	11/16	5,5/8,1	1 250	6/8,1/12,5	11/16	8,1
Радиус покрытия (км)	1–75 (50)	1–75 (50)	1–60 (50)	1–60 (50)	1–60 (50)	1–60 (50)	1–60 (50)	1–60 (50)
Усиление антенны (дБд)	0–9 (6)	0–9 (6)	0–11 (9)	0–11 (9)	0–15 (12)	0–13 (9)	0–13 (9)	0–13 (9)
Высота антенны (м) (относительно уровня земли)	10–150 (60)	10–150 (65)	10–150 (60)	10–150 (60)	10–150 (30)	10–150 (60)	10–150 (60)	10–150 (60)

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Полоса частот (МГц)	138–174		406,1–470			746–806	806–869	
	Аналоговое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое	Цифровое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое
Диаграмма направленности	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная/секторная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная
Поляризация антенны	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная
Общие потери (дБ)	0–7 (2)	3–9 (6) (2)	0–9 (3)	0–9 (4)	0–9 (3)	0–9 (5)	0–9 (5)	0–9 (5)
<i>Приемник</i>								
Коэффициент шума (дБ)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (7)	5–12 (5)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (7)
Ширина полосы фильтра ПЧ (кГц)	8/11/12,5/16	5,5/5,5/5,5/5,5	8/12,5	5,5/5,5	1 250	5,5/5,5/12,5	8/12,5	5,5
Чувствительность (дБм)	–116 – –121 (–119)	–116 – –121 (–119)	–115 – –120 (–119)	–115 – –120 (–119)	–115 – –120 (–117)	–115 – –120 (–119)	–115 – –120 (–119)	–115 – –120 (–119)
Усиление антенны (дБд)	0–9 (6)	0–9 (8)	0–11 (9)	0–11 (9)	0–15 (12)	0–13 (9)	0–13 (9)	0–13 (9)
Высота антенны (м) (относительно уровня земли)	10–150 (60)	10–150 (65)	10–150 (60)	10–150 (60)	10–150 (30)	10–150 (60)	10–150 (60)	10–150 (60)
Диаграмма направленности	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная/секторная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная
Поляризация антенны	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная
Общие потери (дБ)	0–6 (3)	0–6 (3)	0–9 (3)	0–9 (4)	0–9 (3)	0–9 (5)	0–9 (5)	0–9 (5)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В симплексных системах используется одна и та же частота передачи как для базовой станции, так и для подвижной станции.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В дуплексных системах с частотным разделением используются разные частоты для базовой станции и для подвижной станции, за счет чего обеспечивается возможность одновременной связи.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В круглых скобках показаны типовые значения. В некоторых случаях приводится несколько типовых значений.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Э.и.м. равна выходной мощности (дБВт) плюс усиление антенны (дБд) минус общие потери (дБ).

ТАБЛИЦА 2

## Характеристики подвижной станции для совместного использования частот ниже 869 МГц

Полоса частот (МГц)	138–174		406,1–470			746–806	806–869	
	Аналоговое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое	Цифровое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое
<i>Общесистемные характеристики</i>								
Ширина полосы канала (кГц)	12,5/15/25/30	6,25/7,5/12,5/15	12,5/25	6,25/12,5	1 250	6,25/12,5/25	12,5/25	12,5
Тип модуляции	FM	C4FM	FM	C4FM	BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-QAM	C4FM, F4GFSK	FM	C4FM
Режим работы	Симплексный/ дуплексный	Дуплексный	Симплексный/ дуплексный	Дуплексный	Дуплексный	Симплексный/ дуплексный	Симплексный/ дуплексный	Дуплексный
Типовое значение SINAD (дБ) или КОБ (%)	12 дБ	5%	12 дБ	5%	2–5%	5%	12 дБ	5%
<i>Передатчик</i>								
Выходная мощность (Вт)	1–100 (Н: 5 V: 30, 50)	1–100 (Н: 5 V: 30, 50)	1–50 (Н: 4 V: 40, 50)	1–50 (Н: 4 V: 40, 50)	0,1–40 (0,2)	1–40 (Н: 3, 5 V: 30)	1–40 (Н: 3, 5 V: 30)	1–40 (Н: 3, 5 V: 30)
Э.и.м. (дБВт)	–3–18 (Н: –3 V: 14, 16)	–3–18 (Н: –3 V: 14, 16)	0–20 (Н: 0 V: 15, 16)	0–20 (Н: 0 V: 15, 16)	–7–20 (–7)	0–20 (Н: 3, 5 V: 14)	0–20 (Н: 3, 5 V: 14)	0–20 (Н: 3, 5 V: 14)
Необходимая ширина полосы (кГц)	11/11/16/16	5,5/5,5/8,1/8,1	11/16	5,5/8,1	1 250	6/8,1/12,5	11/16	8,1
Усиление антенны (дБд)	–10–4 (Н: –10, V: 0)	–10–4 (Н: –10, V: 0)	–6–4 (Н: –6, V: 0)	–6–4 (Н: –6, V: 0)	0–4 (0)	–2–4 (Н: –2, V: 0)	–2–4 (Н: –2, V: 0)	–2–4 (Н: –2, V: 0)
Высота антенны (м) (относительно уровня земли)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1,5)	(2)	(2)	(2)
Диаграмма направленности	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная
Поляризация антенны	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная
Общие потери (дБ)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (0)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)



ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Полоса частот (МГц)	138–174		406,1–470			746–806	806–869	
	Аналоговое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое	Цифровое	Цифровое	Аналоговое	Цифровое
<i>Приемник</i>								
Коэффициент шума (дБ)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (8)	6–12 (7)	6–12 (7)	6–12 (7)
Ширина полосы фильтра ПЧ (кГц)	8/11/12,5/16	5,5/5,5/5,5/5,5	8/12,5	5,5/5,5	1 250	5,5/5,5/12,5	8/12,5	5,5
Чувствительность (дБм)	-116 – -121 (-119)	-116 – -121 (-119)	-115 – -120 (-118)	-115 – -120 (-118)	-115 – -120 (-120)	-115 – -120 (-118)	-115 – -120 (-118)	-115 – -120 (-118)
Усиление антенны (дБд)	-10–4 (Н: -10, V: 0)	-10–4 (Н: -10, V: 0)	-6–4 (Н: -6, V: 0)	-6–4 (Н: -6, V: 0)	0–4 (0)	-2–4 (Н: -2, V: 0)	-2–4 (Н: -2, V: 0)	-2–4 (Н: -2, V: 0)
Высота антенны (м) (относительно уровня земли)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1,5)	(2)	(2)	(2)
Диаграмма направленности	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная	Ненаправлен- ная
Поляризация антенны	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная
Общие потери (дБ)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (0)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)	0–1 (Н: 0, V: 1)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В симплексных системах используется одна и та же частота передачи как для базовой станции, так и для подвижной станции.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В дуплексных системах с частотным разделением (FDD) используются разные частоты для базовой станции и для подвижной станции, за счет чего обеспечивается возможность одновременной связи.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В круглых скобках показаны типовые значения. "Н:" – значение для портативных подвижных станций и "V:" – значение для автомобильных подвижных станций. В некоторых случаях приводится несколько типовых значений.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Э.и.м. равна выходной мощности (дБВт) плюс усиление антенны (дБд) минус общие потери (дБ).