Рекомендация МСЭ-R M.1041-3

(02/2025)

Серия M: Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы

Будущие любительские радиосистемы

**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 Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <https://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: <https://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.) |
| **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** | **Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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, 2025 г.

© ITU 2025

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 M.1041-3

Будущие любительские радиосистемы

(Вопрос МСЭ-R 48-7/5)

(1994-1998-2003-2025)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации изложены цели проектирования и характеристики, которые следует учитывать при разработке будущих систем в любительской и любительской спутниковой службах. В ней рассматриваются общие, технические и эксплуатационные вопросы.

Ключевые слова

Любительская, любительская спутниковая, образование, открытый доступ.

Соответствующие Рекомендации МСЭ

Рекомендация [МСЭ-R M.625](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.625) – Буквопечатающее телеграфное оборудование с автоматическим опознаванием в морской подвижной службе

Рекомендация [МСЭ-R M.1042-3](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1042/en) – Связь в случае бедствий в любительской и любительской спутниковой службах

Recommendation [ITU-R M.1043-2](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1043/en) – Use of the amateur and amateur-satellite services in developing countries

Recommendation [ITU-R M.1044-2](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1044/en) – Frequency sharing criteria in the amateur and amateur-satellite services

Рекомендация [МСЭ-R M.1544-1](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1544/en) – Минимальная квалификация радиолюбителей

Рекомендация [МСЭ-R M.1677-1](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1677/en) – Международный код Морзе

Recommendation [ITU-R M.1732-3](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1732/en) – Characteristics of systems operating in the amateur and amateur-satellite services for use in sharing studies

Рекомендация [МСЭ-R M.2034-0](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.2034/en) – Телеграфный алфавит для передачи данных с использованием фазовой манипуляции со скоростью 31 бод в любительской и любительской спутниковой службах

Рекомендация [МСЭ-R M.2164-0](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2164/en) – Руководство по техническим и эксплуатационным мерам по использованию полосы частот 1240−1300 МГц любительской и любительской спутниковой службами, предназначенным для защиты радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля)

Recommendation [ITU-T S.1](https://www.itu.int/rec/recommendation.asp?lang=en&parent=T-REC-S.1-199303-I) – International Telegraph Alphabet No. 2

ПРИМЕЧАНИЕ. – Указанные выше версии представляют собой версию каждого документа на момент утверждения настоящей Рекомендации.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

*a)* Вопрос [МСЭ-R 48-7/5](https://www.itu.int/pub/R-QUE-SG05.48);

*b)* что различные будущие системы находятся в стадии изучения;

*c)* что для международной эксплуатации системы должны быть совместимыми;

*d)* что ощущается потребность в гибких системах, способных адаптироваться к новым событиям и стихийным бедствиям;

*e)* что интенсивно используются любительские и любительские спутниковые диапазоны частот ниже 5 ГГц и ощущается потребность в уменьшении помех в этих службах;

*f)* что все более широкое применение находят диапазоны частот выше 5 ГГц;

*g)* что в силу характеристик распространения радиоволн в диапазонах частот выше 144 МГц для связи за пределами прямой видимости обычно требуются наземные или спутниковые радиорелейные системы;

*h)* что потребность в услугах высокоскоростной цифровой связи растет;

*i)* что для достижения экономии за счет масштаба, снижения стоимости систем и упрощения взаимодействия с другими любительскими станциями желательна унификация аппаратных средств, программного обеспечения и протоколов,

признавая,

что пункт **25.2A** Регламента радиосвязи гласит: 1A) Передачи между любительскими станциями разных стран не должны кодироваться в целях утаивания их смысла, за исключением сигналов управления, которыми обмениваются земные станции управления и космические станции в любительской спутниковой службе (ВКР-03),

рекомендует,

чтобы будущие системы в любительской и любительской спутниковой службах учитывали введение нижеследующих целей и характеристик, а также принимали во внимание следующие соображения относительно полосы частот.

# 1 Цели

Цели проектирования будущих систем любительской и любительской спутниковой служб должны учитывать следующие положения.

## 1.1 Общие

**1.1.1** Содействовать проектированию надежных систем, способных обеспечить связь во время стихийных бедствий.

**1.1.2** Удовлетворять потребности радиолюбителей в городских, сельских и отдаленных районах, в том числе в развивающихся странах.

**1.1.3** Сделать оборудование и системы широко доступными для радиолюбителей по приемлемой цене, признавая, что радиолюбители самостоятельно финансируют свои радиостанции.

**1.1.4** Разрабатывать совместимые и обеспечивающие взаимодействие наземные и спутниковые системы.

**1.1.5** Обеспечивать гибкую архитектуру, которая облегчит внедрение новых технологий.

**1.1.6** Минимизировать излучаемую мощность, обеспечивая и поддерживая удовлетворительное качество связи.

**1.1.7** Поощрять эксперименты и обучение использованию различных режимов передачи и характеристик распространения радиоволн в разных диапазонах частот.

## 1.2 Технические

**1.2.1** Содействовать повышению эффективности использования спектра, например за счет использования автоматического управления мощностью, предыскажения передаваемого сигнала, адаптивных антенн, разнесенного приема, цифровой обработки сигналов, радиосвязи с программируемыми параметрами, кодирования каналов и технологии открытых кодеков.

**1.2.2** Обеспечить целостность информации с помощью методов контроля ошибок.

**1.2.3** Поощрять разработку и использование общих интерфейсов для взаимодействия радио- и вычислительного оборудования, особенно таких, которые основаны на использовании недорогого вычислительного оборудования и открытого программного обеспечения.

## 1.3 Эксплуатационные

**1.3.1** Обеспечить гибкость и самоорганизацию в процессе эксплуатации.

**1.3.2** Поддерживать международный роуминг для любительских служб.

**1.3.3** Разрешить любительским станциям получать доступ к определенным возможностям, появившимся благодаря технологическим достижениям, таким как автоматическое преобразование протоколов, базы данных активности, удаленные передающие и приемные станции и т. д.

## 1.4 Методы радиосвязи

Поддерживать, среди прочего, следующие методы:

### 1.4.1 Азбука Морзе

Азбука Морзе в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R M.1677-1 по-прежнему широко используется в любительской и любительской спутниковой службах ввиду своей технической простоты и хороших характеристик в ситуациях с низким отношением сигнал/шум.

### 1.4.2 Узкополосная буквопечатающая телеграфия

Международный телеграфный алфавит № 2, определенный в Рекомендации [МСЭ-T S.1](https://www.itu.int/rec/recommendation.asp?lang=en&parent=T-REC-S.1-199303-I) и Рекомендации [МСЭ-R M.625](https://www.itu.int/rec/R-REC-M.625), за исключением измененной идентификации станций. Все чаще используются новые системы на основе телеграфного алфавита Varicode, см. Рекомендацию [МСЭ‑R M.2034](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.2034/en).

### 1.4.3 Телефония

Телефония коммерческого качества с использованием как аналоговых, так и цифровых технологий. Все шире используется открытое аппаратное и программное обеспечение, что способствует внедрению новых цифровых голосовых технологий.

### 1.4.4 Передача данных

Синхронная и асинхронная в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т и МСЭ-R, согласующаяся с ограничениями полосы частот и характеристиками распространения радиоволн СЧ/ВЧ и более высоких частот.

### 1.4.5 Передача изображения

Статическое изображение, телевидение с медленной и быстрой разверткой с использованием при необходимости соответствующих региональных стандартов. Расширение использования цифровых технологий для оптимизации необходимой ширины полосы для передачи сигнала и обеспечения повышенного качества принимаемого сигнала в используемом диапазоне.

### 1.4.6 Режимы структурированных данных

В режимах структурированных данных передается минимальный объем информации, необходимый для установления радиосвязи между любительскими станциями. Информация передается в определенном формате, а строгая прямая коррекция ошибок позволяет надежно обмениваться информацией при низкой излучаемой мощности или малом отношении сигнал/шум.

### 1.4.7 Новые режимы передачи

Эксперименты и разработка новых способов передачи и приложений связи с целью совершенствования современного уровня техники.

# 2 Технические характеристики

Любительские и любительские спутниковые системы должны обладать техническими характеристиками, обеспечивающими всемирную функциональную совместимость и позволяющими устанавливать, ретранслировать и завершать соединения независимо от других радиослужб. При проектировании особое внимание следует уделять надежности, устойчивости и гибкости реконфигурации для обеспечения эффективной связи в чрезвычайных ситуациях. Для оптимальной эффективности использования спектра и повторного использования частот следует выбирать методы множественного доступа (FDMA, TDMA и CDMA). При выборе методов модуляции следует учитывать устойчивость к помехам и невосприимчивость к неблагоприятным условиям распространения. Использование методов прямой коррекции ошибок и структурированных данных (где содержание информации соответствует точному формату) на основе цифровой обработки сигналов с использованием технологии открытого доступа позволяет осуществлять связь по каналам распространения с низким отношением сигнал/шум и/или низкой излучаемой мощностью.

# 3 Эксплуатационные характеристики

Системы должны быть способны работать в городских, жилых и сельских районах, а также должны быть пригодны для использования в стационарных, переносных и мобильных применениях. Системы также могут допускать использование удаленных передающих и приемных станций, которые будут помогать радиолюбителям в городских и жилых районах, где могут иметь место запреты или технические ограничения, особенно в отношении антенн. Подвижные системы должны включать персональные карманные терминалы и системы, пригодные для эксплуатации в транспортных средствах. Начинающим пользователям и пользователям в развивающихся странах должны быть доступны небольшие, недорогие системы, допускающие модернизацию. Спутниковые системы должны проектироваться таким образом, чтобы обслуживать как промышленно развитые, так и развивающиеся страны. Системы должны способствовать обучению операторов и техников.

# 4 Вопросы диапазонов частот

## 4.1Требования к спектру

Общие для всего мира диапазоны частот облегчают международную работу, международный роуминг и унификацию оборудования. Диапазоны частот, выделенные для любительской и любительской спутниковой служб, должны охватывать широкий спектр с различными характеристиками распространения для поощрения экспериментов.

## 4.2Использование спектра

Диапазоны частот, используемые будущими любительскими радиосистемами, должны выбираться для обеспечения желаемой связи при a) минимальной мощности, b) максимальном повторном использовании частот и оптимальном разделении частот, c) эффективном использовании спектра и d) минимальных помехах для других служб в соответствии с Регламентом радиосвязи. В любительской службе все шире используются диапазоны частот выше 5 ГГц для различных применений широкополосной передачи данных.

# 5 Обучение и профессиональная подготовка

Отмечая, что любительские и любительские спутниковые службы предоставляют механизм для подготовки будущих техников и инженеров, что способствует установке, эксплуатации и техническому обслуживанию национальных технических систем, желательно, чтобы устанавливались связи между учебными заведениями и национальными обществами радиолюбителей. Разработка любительского оборудования и приложений с открытым исходным кодом предоставляет идеальные возможности для обучения будущих специалистов в области связи. Применение технологий и методов любительского радио также служит идеальным способом популяризации научно-технического, инженерного и математического образования среди школьников.