

# Руководство по беспроводной передаче данных

Ниже представлен перевод статьи компании Pacific Crest, выполненный учебным центром АО «ПРИН»

## Введение

Данное руководство описывает основные вопросы и особенности при передаче радиочастотных данных. Основная цель данного руководства – познакомить пользователя с основными требованиями для передачи данных, особенностями настройки беспроводного соединения, а также с вопросами диагностики и решения проблем при настройке систем передачи данных. Для более подробного изучения данного вопроса обратитесь к Приложению В, в котором перечислен список необходимой технической литературы.

Вам не потребуются глубокие теоретические знания для изучения данного руководства, достаточно только понимать базовые принципы создания и настройки беспроводной передачи данных.

Естественно, некоторые физические законы ограничивают возможности для передачи данных по радиоканалу. С этими ограничениями мы Вас познакомим в данном руководстве. Эти правила необходимо знать для получения наилучшего результата при использовании подобных систем.

## Основы максимальной эффективности системы

Многие из нас, прибывая на объект производства работ, вспоминали про то, что забыли какой-нибудь кабель, аккумулятор или другое необходимое в работе оборудование. Впоследствии мы тратим время на доставку этого оборудования для того, чтобы начать работу. Размещайте оборудование, необходимое для работы, в компактном кейсе, чтобы Вам не пришлось впустую тратить своё время.

### Техническое обслуживание

При постоянном использовании оборудования, такие детали как: кабели, разъемы и антенны могут быть повреждены. В таком случае, оборудование может работать неправильно. Рекомендуется своевременно проверять оборудование и, по возможности, дополнить свой комплект запасными частями.

### Аккумуляторы

При использовании оборудования высокой мощности, одно из решающих значений имеет состояние аккумуляторной батареи, степень её износа и уровень заряда. Мы рекомендуем использовать аккумуляторы, которые могут выдержать глубокий разряд и частую подзарядку. Имейте в виду, что с течением времени характеристики аккумуляторов ухудшаются. В зависимости от интенсивности использования, необходимо менять аккумулятор с интервалом от одного до трёх лет.

### Выбор местоположения

Дальность радиосвязи напрямую зависит от «согласованности антенны» и чистоты передаваемого сигнала, а так же от высоты антенны. Лучшее, что можно сделать для увеличения дальности, это поднять антенну передатчика и приёмника как можно выше. По возможности, старайтесь устанавливать базовую станцию на возвышенности и используйте различные приспособления для установки передающей антенны как можно выше.

### Используемые антенны

Помимо увеличения высоты, использование высококачественной антенны является наиболее эффективным и недорогим способом улучшения производительности системы. Так называемые «Rubber duck» антенны подходят для съёмки при небольшом удалении от базы, но если Вы хотите получить максимально возможную производительность, то необходимо использовать высококачественную антенну. Специалисты службы технической поддержки АО «ПРИН» помогут выбрать оборудование в зависимости от Ваших потребностей.

### Выбор канала передачи

Радиомодемы, зачастую, используют в широком частотном диапазоне в зависимости от области применения. Перед началом работ рекомендуется получить официальное разрешение на использование конкретной радиочастоты. При работе на новом месте важно выбрать канал, который сводит к минимуму помехи от других пользователей (и

последующие жалобы), а также тот канал, который обеспечивает лучшую работу. Радиочастотные сканеры помогут Вам в выборе оптимального канала для работы с учётом окружающих условий.

#### **Рекомендации:**

1. Используйте кейс для хранения и перевозки необходимого оборудования.
2. Осмотрите и замените в случае необходимости кабели и аккумуляторы перед выездом в поле.
3. Кабели и другие комплектующие могут выйти из строя по причине нормального износа.
4. Для установки антенны, по возможности, выберите возвышенность.
5. Размещайте антенны выше, особенно в сложных местах установки базовой станции.
6. Используйте антенны высокого качества. Применяйте антенны «Rubber duck» только для работы на малых расстояниях.
7. Выберите соответствующий канал для минимизации помех от других пользователей.

#### **Получение лицензии**

Узкополосные радиопередатчики необходимо лицензировать в соответствии с законодательством. (см. Приложение В). При работе без разрешения, Вы можете подвергнуться штрафам и конфискации оборудования.

#### **Выключение неиспользуемого устройства**

Не оставляйте включённым передатчик базовой станции, если Вы не используете сигнал. Непрерывная работа, особенно подвижных передатчиков, может привести к жалобам пользователей, работающих на той же частоте. Помните, передача данных имеет более низкий приоритет по сравнению с передачей голоса. Это означает, что если есть конфликт, то Вы должны освободить частоты.

#### **Ограничение выходной мощности**

Если Вы выполняете съёмку на строительной площадке или другом локальном объекте, то желательно ограничить выходную мощность передатчика.

#### **Выбор канала с наименьшей активностью**

Определите доступные частоты до начала работы и выберите канал с наименьшей активностью.

#### **Работа с пользователями на совместных каналах**

При поступлении жалобы от пользователя, работающего на такой же частоте, переключитесь на другую частоту. Если Вы выполняете работу не на постоянном участке, то необходимо получать разрешение на использование частот для каждого района работ.

## Основы системы радиочастотной связи

Понимание основ системы радиочастотной связи (RFDC) обеспечивает основу для успешной работы с использованием радиомодемов. В данном разделе рассматриваются основы радиосвязи с точки зрения непрофессионала, начиная с понятий распространения радиосигнала. Изучив этот раздел, Вы ознакомитесь с некоторыми общими терминами и получите базовое понимание теории передачи данных по радио.

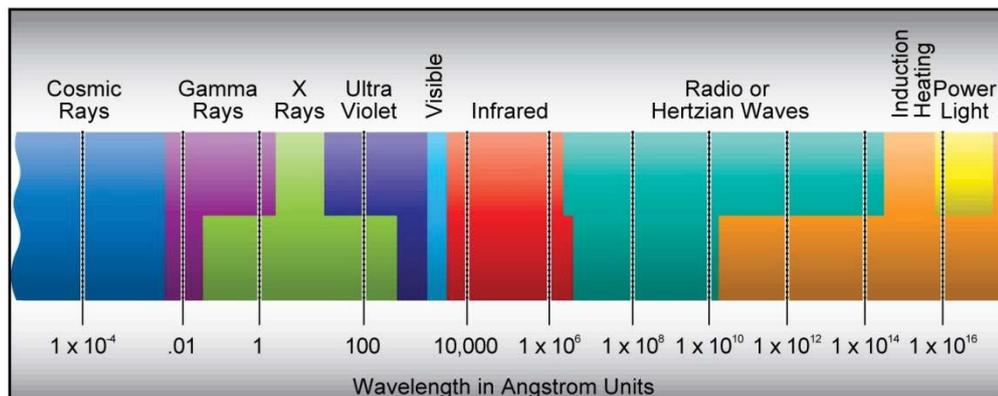


Рисунок 1. Электромагнитный спектр

### Распространение радиоволн

Радиоволны являются частью электромагнитного спектра, который охватывает видимый свет, рентгеновские лучи, ультрафиолетовое излучение и микроволны (рисунок 1). Электромагнитные волны распространяются приблизительно со скоростью света и имеют длины волн, которые связаны с частотой колебания. В таблице ниже показана классификация радиочастот:

Частота	Длина волны	Классификация
10 - 30 кГц	30 км - 10 км	Очень низкие частоты (ОНЧ)
30 - 300 кГц	10 км - 1 км	Низкие частоты (НЧ)
300 - 3000 кГц	1 км – 100 м	Средние частоты (СЧ)
3 - 30 МГц	100 м – 10 м	Высокие частоты (ВЧ)
30 - 300 МГц	10 м – 1 м	Очень высокие частоты (ОВЧ)
300 - 3000 МГц	1 м – 10 см	Ультравысокие частоты (УВЧ)
3 - 30 ГГц	10 см – 1 см	Сверхвысокие частоты (СВЧ)
30 - 300 ГГц	1 см - 1 мм	Крайне высокие частоты (КВЧ)

Таблица 1. Классификация радиочастот

Мы постоянно сталкиваемся с радиоволнами в повседневной жизни. Например: FM радио работает на частотах ОВЧ между 88 и 108 МГц, AM радиостанции работают при значительно более низкой частоте в полосе от 530 до 1700 кГц. Телевизионные станции работают на разных частотах в диапазонах ОВЧ и УВЧ. Сотовые телефоны работают в диапазоне УВЧ в полосах 800, 900, 1800 МГц. Наш мир невозможно представить без электромагнитной энергии: телевидение, радио, беспроводные телефоны, микроволновые печи, видимый свет и т.д.

Большинство полос радиочастот делятся на каналы, каждый из которых может быть использован для передачи голоса, данных или информации. RFDC системы используют дискретные радиоканалы для передачи информации путём модуляции несущей частоты. Есть и другие методы для передачи данных, использующие электромагнитный спектр, в том числе оптоволоконные, инфракрасные, и другие. Данная тема выходит за рамки этого руководства и будет упомянута лишь вскользь.

### Терминология

Прежде чем описывать характеристики различных радиодиапазонов, давайте рассмотрим некоторые базовые термины радиосвязи. Необходимо понимать следующие термины:

**Распространение:** Путь и способ, который радиоволна проходит от её источника (передатчик) до места назначения (приёмник). Путь (часто называемый "режим") распространения различается в зависимости от частоты радиосигнала. Также он зависит от частоты преломления или отражения радиосигнала от объектов или при прохождении через слои ионосферы.

**Дальность:** расстояние, на котором качество радиосвязи является достаточным для решения конкретной задачи. Голосовая связь остаётся на приемлемом уровне даже в условиях шумов и помех.

**Покрытие:** доступность радиосигнала на ожидаемой дальности, когда сигнал не блокирован техногенными или природными преградами.

## Общие правила

Низкие частоты обеспечивают большую дальность, чем высокие частоты. Но низкие частоты более чувствительны к помехам, чем высокие. Покрытие и распространение сигнала лучше на более высоких частотах, чем на низких. Самая надёжная передача данных происходит при наличии прямой видимости между приёмной и передающей антенной, при этом дальность ограничена радиогоризонтом. На рисунке 2 показана передача данных по линии визирования.

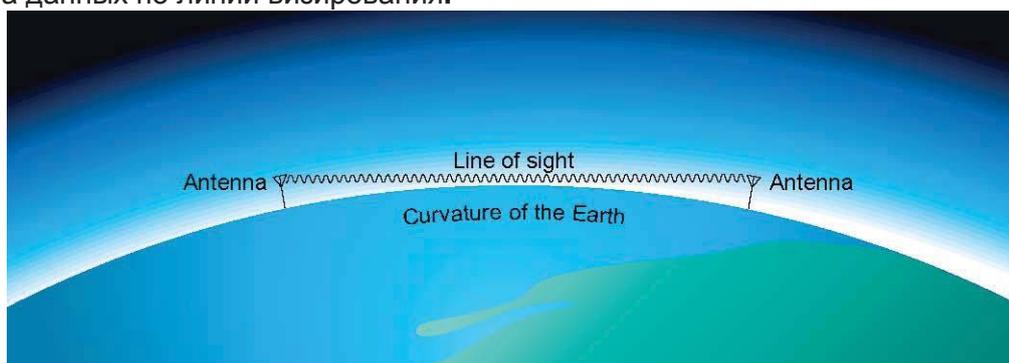


Рисунок 2 - распространение радиоволны по линии "прямой видимости"

## Распространение ОНЧ, НЧ, и СЧ радиосигнала.

Эта часть спектра не предлагает доступных каналов для передачи данных, за исключением особых случаев. Сигналы в этих полосах имеют исключительную дальность, но страдают от техногенных и природных шумов, которые ограничивают передачу данных, в большинстве случаев, на низких скоростях (<300 бит в секунду). Некоторые навигационные радиомаяки, работающие в диапазоне от 285 до 325 кГц, обеспечивают скорость поправок DGPS до 200 бод для морской навигации. Эти маяки обеспечивают дальность в сотни миль.

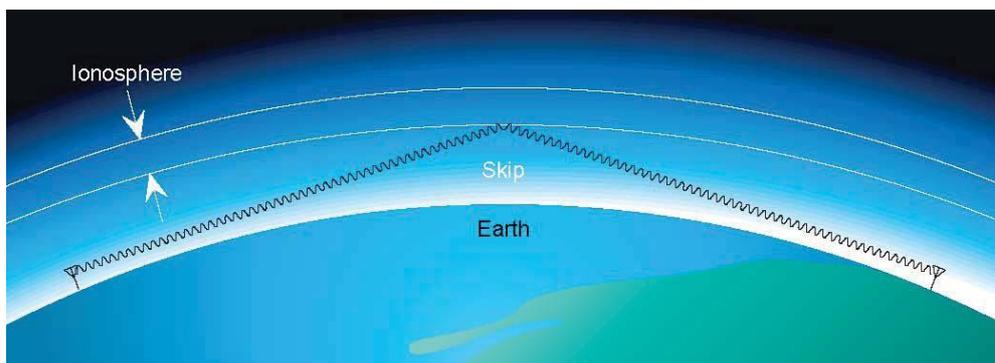


Рисунок 3. Распространение ВЧ сигнала с помощью "отражения"

### Распространение ВЧ радиосигнала

ВЧ радиосигналы обеспечивают хорошую дальность, но страдают низкой надёжностью передачи данных из-за помех на совмещенном канале от удалённых радиостанций и восприимчивости к техногенным шумам.

Другой способ распространения для ВЧ сигналов с помощью отражения от ионосферы. На этих частотах радиосигнал отражается от ионосферы и отправляется обратно на землю (см. рисунок 3). Этот способ распространения радиоволн от дальних радиостанций сложно предсказуем, и зачастую зависит от времени года и суток, а также активности солнечных пятен. Поэтому передача данных на ВЧ ограничивается низкой скоростью передачи и сомнительной надёжностью.

Чем выше частота, тем меньше влияние техногенного шума и помех на совмещенном канале, вызванных отражением радиоволны от ионосферы (также называемого "отражением").

### Распространение ОВЧ радиосигнала

Проблемы пропуска сигнала и восприимчивости к помехам от техногенных и природных шумов сведены к минимуму в ОВЧ спектре. ОВЧ частоты обеспечивают хорошее покрытие, но на несколько меньшей дальности, чем может быть достигнуто при использовании низкочастотных диапазонов. Характеристики частот ОВЧ выше 100 МГц (высокая полоса) позволяют использовать их для передачи данных на умеренной или высокой скорости. Частоты ОВЧ в диапазоне от 150 до 174 МГц обеспечивают скорость передачи данных (не голоса) более 19200 бит в секунду.

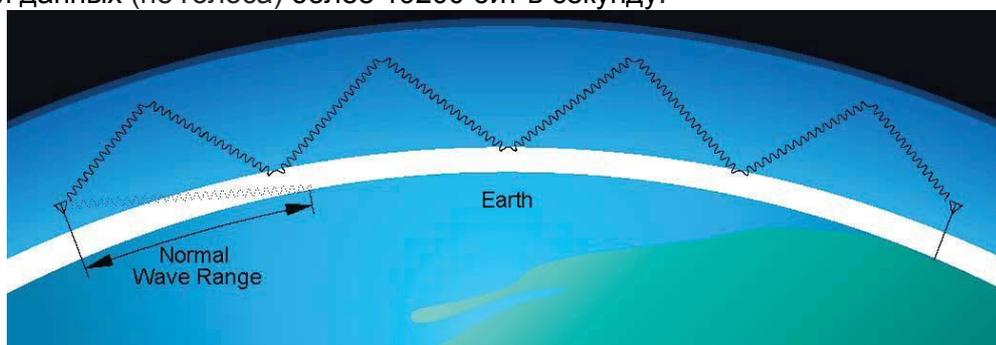


Рисунок 4. Распространение ОВЧ сигнала при помощи волновода

В редких случаях, сигналы ОВЧ могут распространяться в режиме, который называется "волновод" (см. рисунок 4). Это происходит, когда температурная инверсия обеспечивает такие атмосферные условия, что радиосигнал попадает в ловушку между слоями в атмосфере. Радиоволна перемещается в "волноводе" и может распространяться на большие расстояния. Естественно, такой режим не является надёжным способом

распространения сигнала и может быть подвержен помехам больше, чем при нормальном распространении.

## Распространение УВЧ радиосигнала

Полоса частот УВЧ обеспечивает удачный компромисс между дальностью и пропускной способностью при радиосвязи. Отражения и перемещения сигнала по «волноводам» минимальны, и восприимчивость к шуму, в том числе помехи на совмещенном канале, гораздо легче контролировать. Сигнал в зданиях и над земной поверхностью распространяется лучше, чем на более низких частотах. Распространение волн ограничивается радиогоризонтом. Проблемы, связанные с техногенными шумами, в этом случае минимальны.

При использовании УВЧ и более высоких частот, необходимо свести к минимуму потери в системе, которые увеличиваются с увеличением частоты радиосигнала. Кроме того, на высоких и микроволновых частотах необходимо учитывать затухание сигнала, проходящего через листву, или вызванное метеорологическими условиями.

## Модуляция

Модуляция радиосигнала даёт возможность передавать информацию. С помощью модуляции добавляется информация к радиоволне, изменяя одну из её основных характеристик. Основными характеристиками радиоволн являются частота, фаза, и амплитуда.

Разработаны различные схемы модуляции, которые позволяют изменять частоту (частотная модуляция), амплитуду (амплитудная модуляция), и фазу (фазовая модуляция). Эти термины должны быть знакомы радиолюбителям, которые слушают радиостанции в диапазоне FM (частотная модуляция) или AM (амплитудная модуляция). На рисунке 5 показаны различные модулирующие колебания основного сигнала. Основной сигнал представляет собой данные, которые передаются в виде последовательного потока нулей и единиц.

Тип модуляции и пригодности модуляции для конкретного применения выходит за рамки этого учебного материала. Большинство современных высокоскоростных линий передачи данных используют один из видов частотной модуляции, который позволяет избежать вариации в силе сигнала, известного так же, как затухание (подробнее об этом позже).

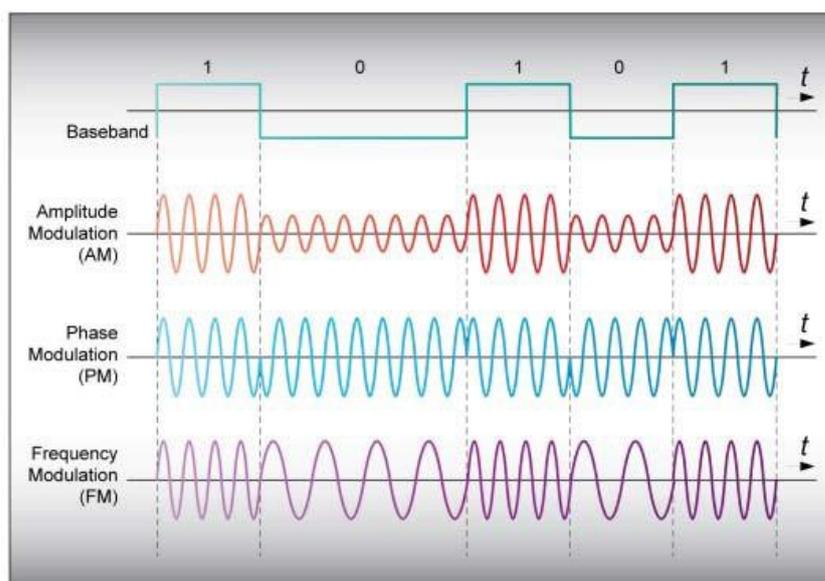


Рисунок 5. Модуляция сигнала

## **Передача данных**

Использование радиоволн обеспечивает эффективную и надёжную передачу информации. Из-за ограниченного спектра доступных средств коммуникаций, радиоволны всё больше и больше используются в цифровых системах. В сравнении с голосовым радиообменом, объём передаваемой информации с использованием различных видов модуляции по каналу радиосвязи поражает. Поэтому традиционные пользователи голосовой радиосвязи в секторе общественной безопасности (полиция, пожарные, поисково-спасательные службы и др.) обращаются к радиопередаче данных, для обеспечения отправки и получения важной информации.

Передача данных и голосовая связь схожи между собой тем, как модулируется радиосигнал. Большинство современных коммерческих систем передачи данных и голосовой связи в диапазонах ОВЧ и УВЧ используют частотную модуляцию, хотя амплитудная модуляция распространена в некоторых морских и авиационных приложениях. При голосовой связи звуковой сигнал улавливается микрофоном и трансформируется в различные уровни напряжения. В зависимости от напряжения радиопередатчик модулирует несущую частоту. Радиоприёмник в системе голосовой связи принимает модулированную частоту и выдаёт сигнал, повторяющий сигнал от передатчика, который затем используется в акустической системе для воспроизведения звука.

Передача данных осуществляется путём кодирования цифрового сигнала в аналоговый сигнал, который затем модулируется (См. рис. 5). Цифровой сигнал состоит из групп двоичных данных, состоящих из 0 и 1, которые представляют числа, или символы (так называемый байты). Поток нулей и единиц из цифрового устройства, такого как ГНСС приёмник или иного датчика обрабатываются радиомодулятором, чтобы воспроизвести аналоговый сигнал, представляющий передаваемые данные. Этот сигнал, называемый базовой модуляцией, передаётся и принимается радиоустройствами. Высокая скорость передачи данных требует специальной обработки базовой модуляции для того, чтобы сигнал проходил в интервале между соседними каналами. Интервалы между соседними каналами устанавливаются такими организациями как FCC (Федеральная комиссия по связи (США), ETSI (Европейский институт телекоммуникационных стандартов) или ГКРЧ (Государственная комиссия по радиочастотам).

Существует коэффициент ошибочных битов (BER), который позволяет оценить насколько хорошо система связи может передавать данные. Битовые ошибки могут возникать из-за помех или низкого уровня сигнала, при этом приёмник неправильно воспринимает передаваемые биты. BER представляет собой отношение битовых ошибок к общему числу переданных битов. Для достоверного сравнения систем передачи данных по радио, BER должен быть измерен в рамках всей системы, которая включает низкий уровень и затухание сигнала.

Сложные системы передачи данных по радио используют протоколы, которые осуществляют метод прямой коррекции ошибок (FEC), что позволяет исправлять ошибки в принятых данных. Из-за природы передачи данных по радиоканалу FEC алгоритм хорошо работает при коррекции пакетов битовых ошибок, в отличие от отдельных ошибок по битам.

## **Антенны**

Выбор и правильная установка антенной системы зачастую является основным отличием между надёжной (стабильной) и ненадежной системой передачи данных. Антенна является излучающим элементом, который транслирует вырабатываемую модемом радиочастотную (РЧ) энергию в эфир. Антенны бывают различных размеров и форм, предназначенные для конкретных целей.

Способность сосредоточить радиочастотную энергию по определенному шаблону обеспечивает оптимизацию покрытия и дальности передачи данных. Некоторые узконаправленные антенны позволяют использовать относительно маломощные радиомодемы для передачи данных на большие расстояния. Другие антенны

предназначены для всенаправленного использования там, где положение передатчика и приёмника постоянно меняется. Характер деятельности обычно диктует, какие антенны использовать (направленные или всенаправленные).

Наиболее важным в создании радиопередающей системы является размещение и выбор типа антенны. Если это возможно, устанавливайте антенну на самой высокой доступной точке и выбирайте антенну с коэффициентом усиления (подробнее об этом позже), который позволяет оптимизировать покрытие. В общем случае, используйте узконаправленную усиленную антенну, например, Яги (антенна «волновой канал»), для работы в режиме «фиксированная точка – фиксированная точка» и усиленную всенаправленную антенну для работы в режиме «подвижная точка – точка» или «точка – множество точек» (см. рис. 6 и 7).

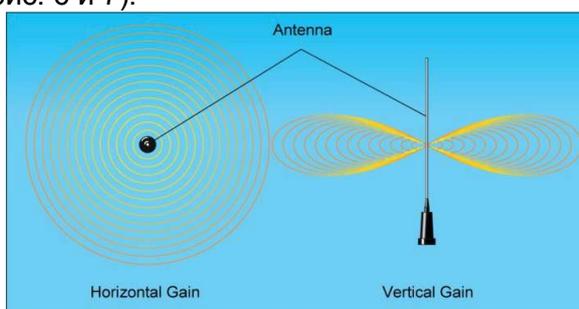


Рисунок 6. Диаграмма направленности всенаправленной антенны

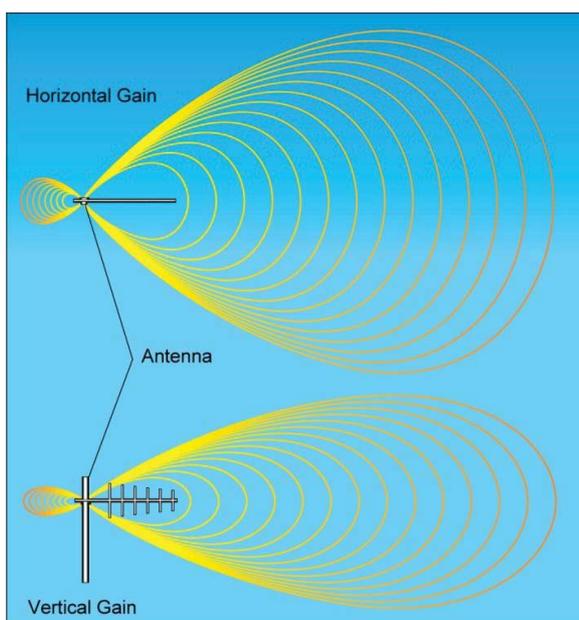


Рисунок 7. Диаграмма направленности узконаправленной антенны

#### Рекомендации:

- Узнайте о наличии линий электропередач или других препятствиях, которые могут случайно соприкоснуться с антенной и привести к короткому замыканию.
- Используйте растяжки для мачты выше 3 метров.
- Используйте грозоразрядники для защиты оборудования и персонала, если устанавливаете антенну в районах, где часто возникают молнии.
- Установка антенн на зданиях, вышках и т.д. должна производиться в соответствии с местными строительными нормами и правилами. Свяжитесь с организацией, специалисты которой знакомы с местными строительными нормами и другими правилами и помогут Вам установить антенну на постоянной основе.

В некоторых видах работ передающая антенна должна перемещаться от места к месту. Пользователи мобильных систем радиосвязи часто перемещают всю систему с места на

место в зависимости от типа работы. В таких условиях трудно оптимизировать настройку радиоантенны. Используйте мачты, чтобы поднять антенну, по меньшей мере, на 3 метра над поверхностью земли. Убедитесь, что сигнал от передатчика ослабляется как можно меньше, для этого следует использовать высококачественные, согласованные по волновому сопротивлению, коаксиальные кабели с минимально необходимой длиной между радиомодемом и антенной.

Антенны представляют собой наиболее экономичный способ улучшения производительности системы радиосвязи.

**Рекомендации:**

- Никогда не передавайте данные по радио без предварительного соединения антенны и передатчика, при этом, антенна должна быть согласованна по чистоте, и рассчитана на передаваемую мощность, генерируемую передатчиком.
- Поддерживайте антенну и соединительные кабели в рабочем состоянии.
- Отрегулируйте длину антенны для работы на определённой частоте передачи в соответствии с инструкциями.
- Используйте специальное крепление для постоянной установки антенны и убедитесь, что антенна настроена на минимум отражённой мощности.
- Воспользуйтесь формами окружающего рельефа или конструкциями для размещения антенны на высоте.
- Получение максимальной производительности от системы радиосвязи требует внимания к основам, рассмотренным в предыдущей главе.

## Вопросы производительности

В этой главе мы более подробно обсудим составные части системы радиосвязи, практические методы, а также конкретные рекомендации, которые обеспечат хорошую производительность всей системы.

Порядок тем в этой главе соответствует пути передаваемого сигнала, начиная с передатчика, канала передачи данных к антенне и передающей антенны.

Затем происходит ослабление (уменьшение мощности) сигнала при его распространении между передающей и приёмной антеннами.

Наконец, сигнал принимается и обрабатывается радиоприёмником. (См. рис. 8).

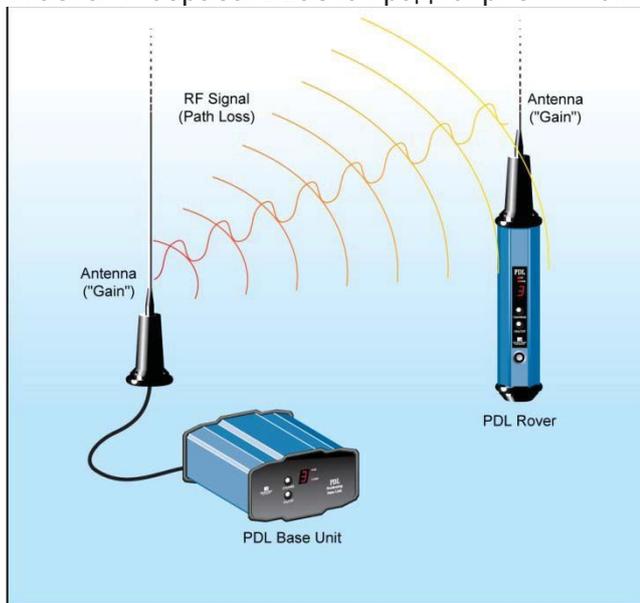


Рисунок 8. Передача данных по радиоканалу

Производительность каждого этапа прохождения радиочастотного сигнала должна быть оптимизирована.

Понимание следующих вопросов является основой для определения компромиссов в создании радиопередающей системы.

### ВЧ-мощность

Передающий радиомодем обеспечивает выход на порт антенны ВЧ-сигнала определенной мощности, состоящего из заданной модулированной несущей частоты. Мощность сигнала, как правило, указывается в ваттах (Вт), но также может быть указана в дБм (дБ по отношению к передатчику в 1 мВт). Многие расчеты упрощаются, если работать в единицах "дБм". Преобразование Вт в дБм приведено в формуле 1.

$$X = 10 \log^{10} * \left( \frac{P}{0,001} \right) \quad (1),$$

где X = мощность в дБм, P = мощность в ваттах.

Для преобразования дБм в Вт, используйте формулу 2.

$$P = 0,001 * 10^{\left( \frac{X}{10} \right)} \quad (2)$$

Выходная мощность на порту радиоантенны является отправной точкой в движении сигнала от передатчика к приёмнику. Мощность радиоприёмника определяется с учётом всех потерь и усилений в системе. Для успешного установления связи, выходная мощность сигнала, с учетом потери в системе, должна превышать чувствительность приёмника.

Выходная мощность ВЧ-сигнала фиксируется в радиосистеме. Выбор соответствующей выходной мощности для системы зависит от требований дальности в рамках

используемой полосы частот, типа антенны и её размещения, а также рельефа местности и параметров производительности радио. Административные учреждения, такие как FCC (Федеральная комиссия по связи (США)) и ETSI (Европейский институт телекоммуникационных стандартов) или ГКРЧ (Государственная комиссия по радиочастотам) устанавливают ограничения по мощности, которая может быть использована на определенной частоте или для конкретных условий применения.

Некоторые системы используют внешние усилители мощности ВЧ-сигнала для увеличения дальности передачи. Усилители ВЧ-мощности используют высокоскоростные транзисторы, которые усиливают колебание напряжения радиосигнала. Транзисторы ВЧ-мощности предназначены для стабильной работы на частоте радиосигнала.

Мощность рассчитывается как квадрат напряжения, разделённый на выходное сопротивление, как показано в формуле 3.

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (3)$$

где  $P$  = мощность, Вт;  $V$  = Напряжение, В;  $R$  = Сопротивление, Ом

Соответственно, выражение для напряжения имеет вид:

$$V = \sqrt{P * R} \quad (4)$$

Для 2-ваттного передатчика с выходным сопротивлением 50 Ом, стандартным для большинства коммерческих радиопередающих систем, напряжение колебания составит 10 вольт ( $\sqrt{2*50}$ ). Для мощности ВЧ-сигнала 35 Вт напряжение составит 42 Вольта. Внимательно используйте радиооборудование с высоким уровнем напряжения и выходной мощности.

### Потери в системе и передающей линии

После того как сигнал выходит из передатчика, происходит ослабление сигнала. Большинство радиопередающих систем через выходной порт подключаются к антенне при помощи коаксиального кабеля. Этот кабель также является источником ослабления мощности и, следовательно, должен быть подобран по длине и волновому сопротивлению для лучшей производительности системы.

Когда передатчик подключен к антенне через передающий кабель, преобладают два типа потерь в системе. Во-первых, это КСВН – коэффициент стоячей волны по напряжению. КСВН является мерой отражения напряжения (или силы) прохождения сигнала через границу сопротивления. Подключение коаксиального кабеля к порту радиоантенны представляет такую границу. Важно использовать такой коаксиальный кабель и разъёмы, которые минимизируют потери за несогласование сопротивлений, и в результате это уменьшит ту часть ВЧ-энергии, которая отражается обратно в передатчик.

Второй тип потери – это ослабление сигнала при его распространении по кабелю. Ослабление сигнала является функцией частоты и свойств кабеля. Чем выше частота, тем выше затухание сигнала в кабеле. Затухание вызвано утечкой ВЧ-сигнала через несовершенную защиту кабеля, также как сопротивление в кабельных проводниках. В таблице 2 показано затухание сигнала в зависимости от частоты для некоторых популярных моделей кабелей, обычно используемых в радиопередающих системах.

Номинальное затухание (дБ/100 футов (30,5 метров))

Кабель	Сопротивление	150 МГц	450 МГц	900 МГц
RG-58	50	5.7	10.5	16
RG-8	50	2.3	4.3	7.6
RG-213	52	2.3	4.3	7.6
Heliax® ½-дюйма	50	0.9	1.4	2.2

Таблица 2. Общие характеристики ВЧ-кабелей

Как правило, 3 дБ затухания примерно эквивалентны половине выходной мощности передатчика. В качестве иллюстрации потерь, которые обычно происходят в передающей линии, рассмотрим пример: сигнал мощностью 35 Вт, на частоте 460 МГц передается через 10 метровый кабель RG-58. Эффективная мощность, подводимая к антенне, составит всего 15,7 Вт. При использовании кабеля RG-8, мощность, подводимая к антенне, составит 25 Вт.

**Рекомендации:**

- Используйте коаксиальный кабель и разъемы, сопротивление которых сочетается с радиооборудованием (обычно 50 Ом).
- Используйте наименьшую длину кабеля, необходимую для перемещения сигнала от передатчика к антенне.

**Потери в эфире**

Потери в эфире – это потеря мощности сигнала при прохождении его через свободное пространство между передатчиком и приёмником. Потеря мощности обратно пропорциональна квадрату расстояния между антеннами. Затухание или ослабление сигнала зависит от различных факторов, таких как высота антенны, наличия природных препятствий для радиосигнала: листья и форм рельефа, техногенных препятствий в виде зданий, мостов и т.д.

Потери в эфире также зависят от феномена, известного как многолучевость, когда отражённый или преломлённый сигнал интерферируют с исходным сигналом, что приводит к его ослаблению. Эффект многолучевости часто заметен при приёме телевизионного сигнала, когда призрачные образы проплывают на экране (отражённые ВЧ-источники). В мобильной связи многолучевость также может привести к искажениям сигнала.

**Рекомендации:**

- Выберите такое положение антенны, чтобы исключить или минимизировать препятствия между передающей и приемной антеннами.
- Поднимите антенну выше над местностью, чтобы сделать потери на пути распространения сигнала минимальными.

**Усиление антенны**

Все антенны излучают радиочастотную энергию не изотропным образом. Излучение радиочастотной энергии называется коэффициентом усиления антенны, и, как правило, представлена в виде дБ по отношению к любой теоретической изотропной антенне (дБи), или дипольной антенне (дБд). Производители антенн зачастую не используют эти отношения при размещении значения усиления на антенне. Это важный момент. Дипольная антенна имеет усиление 2,1 дБи. Антенна, способная обеспечить усиление 5 дБ, может быть эквивалентна 5 дБи или 7.1 дБи. Всегда сравнивайте антенны, используя либо дБи (обычно используется для портативных или мобильных штыревых антенн) или дБд (обычно используется для более высококачественных базовых антенн).

Антенны конструируются таким образом, чтобы диаграмма направленности антенны обеспечивала плотность сигнала, наиболее подходящую для конкретного применения. Для многих приложений желательно использовать антенны всенаправленного усиления. Мобильная передача данных, где положение приёмника по отношению к передатчику может изменяться, предполагает использование всенаправленной антенны. В зависимости от рельефа местности, как правило, целесообразно использовать антенны с высоким коэффициентом усиления для лучшей производительности. Всенаправленные антенны с высоким коэффициентом усиления имеют повышенную горизонтальную

диаграмму и пониженную вертикальную диаграмму направленности.

При работах, где передающая и приёмная антенны расположены в приблизительно фиксированном направлении относительно друг друга, использование направленных антенн обеспечивают наилучшую дальность. При тщательном проектировании, большинство систем этого типа смогут работать при относительно низкой выходной мощности.

Большинство антенн требуют заземления для того, чтобы обеспечить фокусировку энергии в соответствии с диаграммой направленности, для которой они сконструированы. На более низких частотах, где используются антенны с дробной длиной волны, очень важно иметь хорошее заземление. Нередко при установке высокочастотной антенны используют десятки метров медной проволоки, заглублённой под антенной, чтобы обеспечить заземление, необходимое для оптимальной работы. При увеличении частоты могут быть использованы антенны  $1/4$  длины волны и менее, поэтому требование заземления становится менее важным, однако, рекомендуется заземлять антенну для лучшей производительности.

#### **Рекомендации:**

- Используйте всенаправленные антенны ( $> 3,5$  дБд) при работе на плоской или холмистой местности.
- Используйте направленные антенны ( $> 6$  дБд) при работах, где расположение приёмника и передатчика относительно друг друга условно постоянно.
- В любом случае, заземляйте антенны из соображений производительности и безопасности.
- Мобильные и портативные антенны также могут иметь отличные диаграммы направленности. В некоторых случаях, когда заземление невозможно, то используются антенны, предназначенные для работы без заземления. Антенны  $1/2$  длины волны хорошо работают без заземления, и должны применяться, если нет возможности использовать заземленные антенны. Такие антенны специально разработаны для работы без заземления.

#### **Чувствительность модема на приём сигнала**

Чувствительность приёмного модема является характеристикой радиооборудования, которое определяет его способность принимать сигналы низкого уровня. Традиционно, чувствительность приёмника измеряется в условиях, когда на антенном входе требуется обеспечить уровень входного сигнала 12 дБ к шуму и искажениям. Радиочастотный сигнал модулируется с частотой 1 кГц, сигнал производит отклонение  $\pm 3$  кГц от несущей. Измерение, называемое 12 дБ SINAD (отношение уровня сигнала к сумме уровней шумов и искажений) часто указывается в спецификации к радиооборудованию.

Чем выше чувствительность радиоприёмника, тем больше радиус работы. Существует предел чувствительности приёмника, который устанавливается в зависимости от окружающего шума в полосе сигнала. Уровень фонового шума определяет минимальный уровень распознавания радиочастотного сигнала.

Большая часть оборудования для радиопередачи использует метод обнаружения несущей сигнала, генерируемого посредством электрической схемы, которая измеряет мощность принимаемого сигнала. Обнаружение несущей, говорит радиомодему о том, что доступен сигнал, который может содержать данные. Настройки обнаружения несущей должны быть установлены так, чтобы в полной мере воспользоваться чувствительностью радиоприёмника, но в то же время не учитывать окружающую радиочастотную энергию, которая вызывает ложные срабатывания.

#### **Рекомендации:**

- Выбирайте оборудование для передачи данных по радио с чувствительностью

- приёмником лучше -116 дБм.
- Если возможно, выбирайте оборудование для передачи данных по радио с регулируемым уровнем обнаружения несущей (шумоподавления).

### **Граница замирания и многолучёвость**

Изменение уровня сигнала в результате многолучёвости или наличия преград на пути радиочастотного сигнала приводит к состоянию, известному, как замирание. Передача данных на высокой скорости особенно подвержена ошибкам, связанным с замиранием. Радиооборудование, предназначенное для передачи данных на высокой скорости должно использовать схемы модуляции, устойчивые к замиранию, а также быть легко адаптируемым к различным уровням сигнала. По этой причине, при передаче данных по радио чаще используют частотную модуляцию вместо амплитудной модуляции, когда различные уровни сигналов (амплитуды) из-за замирания могут привести к повреждению данных.

## Оценка производительности системы

PCC Range Estimator – ПО, распространяемое Pacific Crest Corporation, содержит полезные инструменты для оценки производительности системы.

Оно также предоставляет средства для оптимизации сети передачи данных посредством антенных систем, типов и длины кабелей, мощности и параметров радио.

PCC Range Estimator лучше всего использовать в качестве справочного инструмента, чтобы увидеть, как различные параметры настройки влияют на покрытие. Фактическая производительность системы из-за значительно меняющегося ландшафта не может быть оценена при помощи данной программы.

### Расчёты дальности

Оценка диапазона, в котором радиочастотная система передачи данных будет работать надёжно, является нетривиальным вопросом. Действительно, наиболее часто задаваемым вопросом к разработчикам и производителям радиооборудования является вопрос: "Что такое дальность?" Чтобы дать грубую оценку необходимо рассмотреть следующие факторы:

- Мощность передатчика
- Частота передатчика
- Длина и тип антенного кабеля
- Тип передающей антенны и её размещение
- Рельеф местности
- Радиочастотные препятствия (здания, листья и т.д.)
- Тип приёмной антенны и её размещение
- Коэффициент усиления приёмной антенны
- Обнаружение приёмником несущей
- Чувствительность приёмника

Иногда незначительные изменения настроек при установке могут сделать значительные улучшения в дальности работы радиосистемы. Разработчики и монтажники радиосистем хорошо знают об этих параметрах и могут оптимизировать систему в данных условиях.

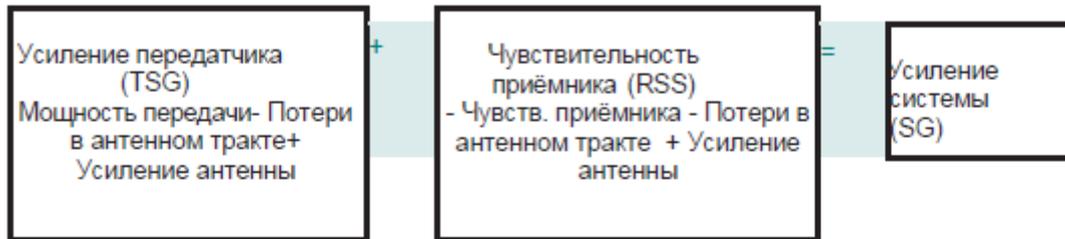
В этом разделе подробно описаны характеристики, используемые для примерного определения дальности, которая может быть достигнута над плоской землей, водой или в режиме земля-воздух. Определение дальности радиосвязи в условиях пересечённой местности выходит за рамки данного пособия и, как правило, требует сложного программного обеспечения с наличием цифровых данных о рельефе местности.

Подход к расчёту дальности прост. Во-первых, начнём с выходной мощности передатчика. Необходимо учесть все аппаратные потери, ослабление при прохождении сигнала через различные кабельные линии, антенны и через свободное пространство. Полученная мощность сигнала в радиоприёмнике должна быть выше уровня, необходимого для надёжного обмена данными. Для таких расчётов Вы можете использовать ПО PCC Range Estimator.

На рисунке 9 показаны расчёты, которые используются для определения дальности распространения радиоволн диапазонов ВЧ и СВЧ. Обратите внимание на то, что эти расчёты приведены для случая распространения сигнала по линии прямой видимости, и не учитывают влияние эффектов «волноводов» и «отражения», которые могут возникнуть при более низких частотах.

### Расчёт дальности

### Шаг 1: Расчёт усиления системы



### Шаг 2: Выбор модели распространения



### Шаг 3: Уравнение с неизвестной дальностью d (мили) в зависимости от усиления системы на пути распространения



Мощность передачи - dBm, Потери в антенном тракте - dB, Усиление антенны - dBi, Чувствительность приёмника - dBm @12dB ,SINAD Частота (f) - MHz, Расстояние– Мили ,

Высоты антенн (Ht, Hr) – Футы.

Рисунок 9.– Расчёт дальности.

На первом шаге рассчитываются различные коэффициенты усиления, характерные для передатчика, приёмника и пути распространения сигнала, который зависит от высоты антенны и прямой видимости. Преимущество систем связи «воздух-воздух» или «воздух-земля» в использовании прямой видимости, в то время как связь над поверхностью земли зависит от коэффициента усиления антенны.

Затем учитываются измеренные или оцениваемые субъективные влияния. Они включают в себя минимальный уровень шума, который влияет на предельную чувствительность радиоприёмника в контексте окружающего радиочастотного фона на используемой частоте. Также оценивается многолучевое замирание относительно антенны с учётом движения, частоты и местности (не учитывается в режиме передачи данных воздух-воздух). RSS range estimator не учитывает эти влияния в своих расчётах, поскольку они зависят от окружающей среды.

Коэффициенты замирания также учитываются в оценке надёжности передачи данных по радио (в табл. 4 приведены наиболее часто используемые коэффициенты замирания). Более сложное программное обеспечение может учесть многолучевость и эффекты замирания с учётом реального профиля местности.

Заключительный шаг состоит в вычислении коэффициента усиления системы и

сравнения его с потерями в тракте. Для надёжного обмена данными усиление системы должно быть больше, чем потери в тракте. Приравняв коэффициент усиления системы к уровню потерь в тракте, затем решив это уравнение относительно расстояния, получаем максимальную дальность, при которой будет происходить радиосвязь.

### Уравнение оценки дальности для радиочастотной надземной связи

Следующее уравнение дает оценку дальности для надземной радиолинии (расчёт коэффициента усиления антенны):

$$\frac{SG - 149 + \log_{10}(Ht \cdot x \cdot Hr)}{40} \cdot D_{agf} = 10$$

где:

$SG$  – усиление системы

$Ht$  – высота передатчика, фт

$Hr$  – высота приёмника, фт

$D_{agf}$  –

### Уравнение оценки дальности для радиочастотной связи в режимах «воздух-воздух»/«земля-воздух» (прямая видимость)

Следующее уравнение дает оценку дальности для радиолинии в режимах воздух-воздух/земля-воздух (вычисления для прямой видимости):

$$\frac{SG - 37 - 20 \log_{10}(f)}{20} \cdot D_{fs} = 10$$

где:

$SG$  – усиление системы

$Ht$  – высота передатчика, фт

$Hr$  – высота приёмника, фт

### FEC и скремблирование данных

При передаче данных в любой среде и при увеличении скорости, энергия на бит информации уменьшается. Это уменьшение энергии на бит приводит к усложнению распознавания информации в системе, где присутствует шум. Поскольку шум присутствует во всех системах связи, то из-за этого высокоскоростная передача данных ограничивается помехами в системе.

Чтобы компенсировать ошибки, вызванные высокими скоростями, при увеличении скорости передачи данных разработчики систем связи часто включают алгоритмы прямой коррекции ошибок (FEC), которые позволяют принимающему модему распознать и исправить ошибки в полученных данных. Алгоритмы прямого исправления ошибок требуют дополнительных битов, переданных с фактическими данными. Целью корректирующих систем с прямой коррекцией ошибок является отправка оптимального количества битов, так чтобы эффективная скорость передачи данных увеличилась.

Ошибки при передаче данных по радио, как правило, происходят очередями и обусловлены эффектами замирания или помехами. Из-за этого схемы прямой коррекции ошибок при передаче данных радио должны быть предназначены для обнаружения и исправления пакетов ошибок.

Одним из популярных методов для прямого исправления ошибок в среде мобильной передачи данных является код Хэмминга (12, 8). Цифры (12, 8) означают, что посылаются 12 бит для каждых 8 бит исходных данных или в результате 50% дополнительных данных. Этот код чередует защиту от пакетов ошибок с коэффициентом, определяющим минимальный размер блока и максимальный размер пакета ошибок коррекции. Популярные сети мобильной передачи данных используют размер блока 20 слов, предоставляя защиту от пакетов ошибок от 1 до 20 бит.

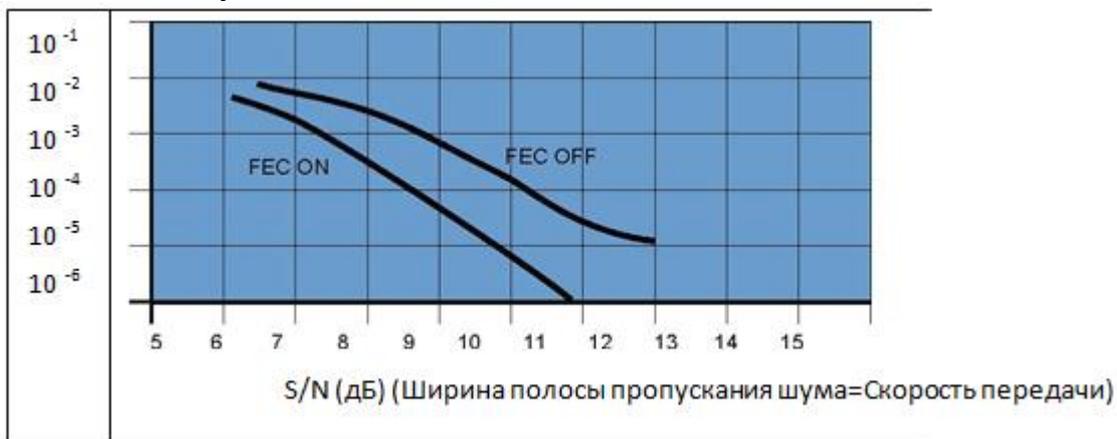


Рис. 10 – Теоретическое усиление с использованием FEC

Прямая коррекция ошибок является обязательной для обеспечения надёжной передачи данных в высокоскоростных линиях связи, где присутствуют условия замирания. Включение прямой коррекции ошибок позволяет на значительно более низких уровнях сигналов обеспечить равноценную или более низкую скорость битовых ошибок (после коррекции). Рисунок 10 демонстрирует теоретический коэффициент усиления для низких уровней сигнала в контексте системы с прямым исправлением ошибок FEC (вкл/выкл).

Схемы модуляции для высокоскоростной передачи данных наиболее часто позволяют обнаружить когерентный сигнал. Для того чтобы схема демодулятора распознала, когда сигнал получит нужное значение бита, должны быть идентифицированы пересечения нулевого уровня. Часы передающего и принимающего радиомодемов никогда идеально не синхронизированы, поэтому приёмная схема должна выполнить синхронизацию по переданным данным. Схема, которая выполняет эту функцию, называемую фазовой автоподстройкой частоты, требует, чтобы сигнал имел достаточное количество переходов для сохранения согласованности битов. Из-за этого высокоскоростные модемы передачи данных по радио обычно выполняют скремблирование данных, чтобы гарантировать достаточное количество переходов сигнала.

После дескремблирования и прямой коррекции ошибок должна быть проверена целостность данных. Большинство высокоскоростных радиомодемов рассчитывают и передают информацию обнаружения ошибок, которая проверяется приёмником для обеспечения достоверности данных. Проверка информации может заключаться в простой проверке контрольных сумм или в более надёжном циклическом избыточном коде (CRC). Популярная 16-битная проверка циклического избыточного кода обеспечивает исключительную эффективность в обнаружении ошибок принятых данных. Таблица 3 иллюстрирует проверку ошибок, доступную с 16-битным CRC.

Тип ошибки	Возможности обнаружения
Ошибки в один бит	100%
Удвоенные ошибки	100%
Ошибки нечётных номеров	100%
Пакеты ошибок короче 16 бит	100%
Пакеты ошибок через 17 бит	99.9969%

Все остальные ошибки	99.9984%
----------------------	----------

Таблица 3 – Возможности обнаружения ошибок с использованием 16-битного CRC  
Для устойчивой и надёжной работы все высокоскоростные системы передачи данных должны обеспечивать прямое обнаружение ошибок, скремблирование данных и 16-битные CRC механизмы обнаружения ошибок.

### Сведения о замирании

Традиционно разработчики систем передачи данных по радио используют параметр под названием «граница замирания», который характеризует расстояние, на котором прекращается распознавание сигнала. В большинстве случаев проблема замирания сигнала вызвана многолучёвостью, которая увеличивается с частотой и расстоянием. Замирание из-за многолучёвости имеет распределение вероятности Рэля. Этот параметр вычитается из чувствительности приёмника при расчётах дальности. В таблице 4 представлены значения для границы замирания по отношению к надёжности передачи данных, полученные эмпирическим путём.

Надёжность	Граница замирания (дБ)
90	8
99	18
99.9	28
99.99	38
99.999	48

Таблица 4 –Границы замирания по отношению к надёжности передачи данных

**Примечание.** Условия замирания являются более серьёзными при мобильной передаче данных. Ожидайте снижения производительности, если радиомодем перемещается. Если радиомодем неподвижен, и подвержен влиянию многолучёвости, то попробуйте отрегулировать положение антенны. Часто незначительные корректировки радиоантенны могут существенно повысить производительность.

## Применение радиочастотной передачи данных

Число приложений для передачи данных на радиочастотах растёт так же, как и повышаются требования к получению данных в реальном времени.

Передача данных с использованием традиционной проводной линии или телефонной связи может быть чрезмерно дорогостоящим или невозможным. Число применений передачи данных по радио быстро растёт в таких областях, как компьютерная автоматизированная диспетчеризация, удалённый мониторинг, автоматический контроль транспортных средств, RTK и другие.

В этом разделе представлена только малая часть приложений и общие принципы передачи данных по радио.

### Точка-точка

Простой тип радиочастотной передачи данных «точка-точка» часто используются для замены проводных линий связи, когда стоимость или сложность прокладки кабеля нецелесообразна. Примером системы такого типа является удалённый мониторинг метеостанций. При этом используются маломощные радиомодемы и направленные антенны, удовлетворяющие требованиям по дальности (см. рис. 11).

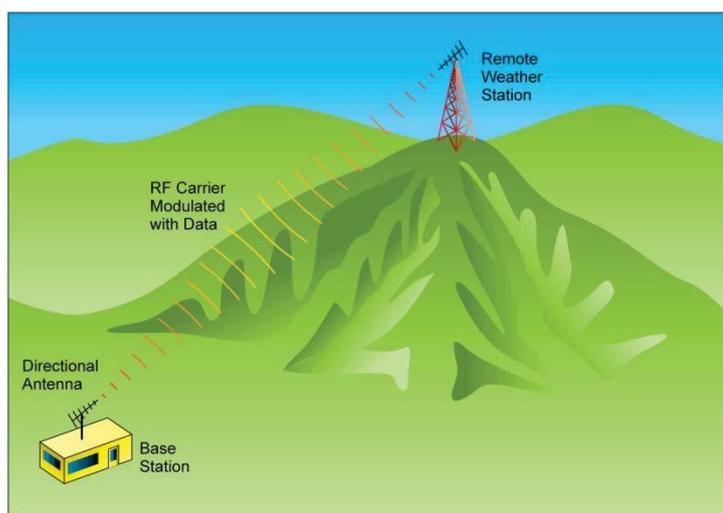


Рис. 11 – Радиосвязь «точка-точка»

Рисунок иллюстрирует распространенную схему, когда радиомодем подключён к компьютеру для трансляции команд и приёма информации от удалённой стороны, которая состоит из различных датчиков, подключенных к регистратору данных или дистанционному терминалу. Пункт компьютерного управления часто называют базовой станцией, в то время как приборы и оборудование на метеостанции называются удалённой станцией. Обратите внимание на использование маломощных передатчиков и направленных антенн с большим усилением, которые направлены друг на друга. В случае применения такого типа радиочастотной передачи данных, необходимо использовать питание от батареи на удаленной станции, что требует эффективного использования ресурса мощности. Выбор антенн и места размещения имеют решающее значение в этом типе приложения для минимизации потребления энергии.

Другое применение режима «точка-точка» - это случай, когда приёмная станция находится в движении, а передающая станция установлена неподвижно. Такой вариант часто применяется при передаче поправок в DGPS или RTK. В DGPS или RTK базовая

станция GNSS находится на фиксированном известном пункте и контролирует ошибки в системе. Затем поправки транслируются на мобильный приёмник, используемый в геодезической или навигационной целях. Мобильный DGPS или RTK приёмник называется «ровер».

## Ретранслятор

На рисунке 12 показано использование ретранслятора (репитера), который обычно представляет собой автономный радиомодем, который принимает сигнал с данными, а затем ретранслирует его на той же или другой частоте. Ретрансляция позволяет осуществлять радиосвязь на больших расстояниях, а также обеспечивают покрытие в областях с радио тенью.

Обратите внимание, что в этом приложении обычно используют всенаправленные антенны для базовых станций и роверов, что позволяет работать в 360-градусной зоне относительно постоянной базы. Если использование роверов ограничено одним направлением от базы, то можно снизить мощность передачи и использовать однонаправленные антенны, например, Яги. При использовании DGPS ровер часто перемещается и может появиться необходимость использовать разные частоты в соответствии с местными законами и правилами. Из-за изменяющихся условий, возникающих в различных приложениях DGPS трудно обеспечить одну конфигурацию, которая может использоваться во всех ситуациях. Поэтому пользователи DGPS должны иметь базовое понимание передачи данных по радио для того, чтобы правильно создать линию радиосвязи для лучшей производительности.

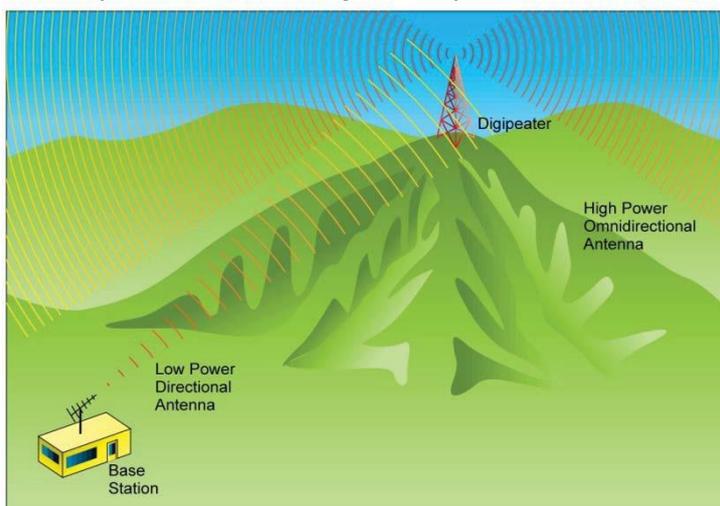


Рисунок 12 – Применение ретранслятора

В любительской пакетной радиосвязи может быть использована сеть репитеров, чтобы осуществлять обмен данными по всей стране. В коммерческой деятельности не существует инфраструктуры ретрансляторов, поэтому репитеры установлены для конкретного применения. Обратите внимание, что функции ретрансляции часто используются в высококачественной продукции передачи данных по радио.

## Пакетная передача

Сложные системы передачи данных по радио используют пакетную связь, чтобы обеспечить связь «точка-несколько точек». В процессе пакетной передачи данных каждому узлу в сети назначается уникальный адрес. Пакеты информации передаются на конкретные устройства в сети, затем на передающий узел возвращается подтверждение. Это позволяет создать надежную сеть передачи данных с несколькими узлами на определенных частотах.

На рисунке 13 показана типичная работа пакетной сети, используемой в системе диспетчеризации такси. Диспетчер может отправить определенную информацию на один автомобиль из автопарка, а также может отправить информацию всем такси из парка.

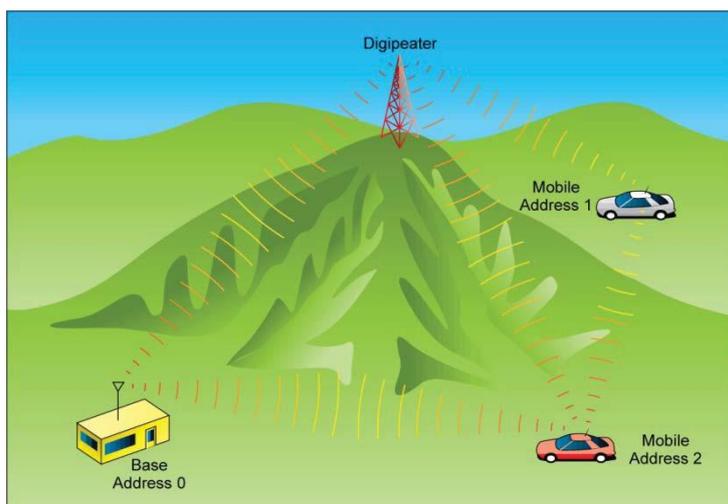


Рисунок 13 – Применение пакетной коммутации

Практически для всех сетевых пакетных приложений требуется прикладное программное обеспечение. Управление информацией, как правило, осуществляют на фиксированной базовой станции, которая контролирует поток информации через алгоритмы опроса или множественного доступа с разделением по времени (TDMA). Высококачественное оборудование для передачи данных по радио обеспечивает большую часть работы пакетного протокола, что облегчает разработку и внедрение этих систем. Минимально радиочастотное оборудование должно обеспечивать возможности уникальной адресации и автоматического подтверждения в рамках протокола модема.

## Приложение А

### Словарь терминов

**Амплитудная модуляция (АМ):** процесс изменения амплитуды несущего сигнала в соответствии с мгновенными значениями модулирующего сигнала.

**Антенна:** излучающий/принимающий элемент в системе радиосвязи. Антенны предназначены для эффективной передачи и приёма радиосигналов, различаются по длине и электрической конфигурации в соответствии с частотой и сопротивлением системы радиосвязи.

**Байт:** совокупность битов, которые составляют дискретный элемент информации, как правило, состоящая из 8 битов.

**Биты в секунду (бит/с):** единица измерения количества битов (двоичных цифр), переданных в секунду.

**Бод:** единица измерения скорости передачи символов, которые являются самыми короткими элементами в схеме кодирования данных. Каждый символ может кодировать один или более битов.

**Время реверса:** время, необходимое для переключения работы модема из режима передачи в режим приёма в полудуплексной связи.

**Вт:** Единица измерения мощности, эквивалентная 1 Дж/с.

**Гауссовская частотная модуляция с минимальным сдвигом (GMSK):** Вариант модуляции минимальным сдвигом, которая использует фильтра Гаусса для формирования выходной последовательности. GMSK, обычно используется в высокоскоростных приложениях передачи данных из-за низкого уровня излучения на боковых и зеркальных частотах и хорошей устойчивостью к замиранию.

**Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС):** Любая система орбитальных спутников и наземных станций, предлагающих услуги позиционирования и синхронизации.

**Глобальная система позиционирования (GPS):** Система спутников, которые обеспечивают синхронизацию по времени и другую информацию при помощи распространения спектра радиосигналов, позволяющих определить местонахождение, используя специализированные приёмники. Спутники GPS находятся в ведении Министерства обороны США.

**Дальность:** расстояние, на котором уровень принимаемого сигнала достаточен для решения конкретной задачи.

**Демодулятор:** электронная схема, отделяющая модулирующий сигнал от несущей составляющей.

**Децибел (дБ):** Относительная единица измерения, часто используемая для описания мощности или напряжения

**Дифференциальный GPS (DGPS):** Способ, использующий стандартную информацию GPS вместе с передаваемой поправкой от базовой станции, которая учитывает ошибки псевдодальности в сигналах GNSS. Данный метод позволяет достичь метровой и сантиметровой точности определения местоположения.

**Дуплекс:** система связи, поддерживающая одновременную передачу и приём данных.

**Изотропный излучатель:** теоретический точечный источник излучения, который излучает одинаково во всех направлениях.

**Канал:** путь передачи данных, который может использовать множественный доступ с разделением каналов по частоте (FDMA), по времени (TDMA) или коду (CDMA).

**Квитирование:** аппаратный или программный механизм, который позволяет контролировать поток данных.

**Коэффициент ошибочных битов (BER):** отношение числа полученных ошибочных битов к полному числу переданных битов. Обычно используется для оценки качества канала передачи данных.

**Коэффициент усиления антенны:** характеризует способность антенны концентрировать излучаемую энергию или полученный сигнал в каком-либо направлении. Коэффициент рассчитывается относительно изотропного излучателя.

**Множественный доступ с кодовым разделением (CDMA):** протокол при котором каналы передачи имеют общую полосу частот, но разную кодовую модуляцию.

**Множественный доступ с прослушиванием несущей (CSMA):** протокол, в котором радио должно "прослушивать" сигнал на выбранном канале, прежде чем начать передавать данные.

**Множественный доступ с разделением по времени (TDMA):** разделение одного канала на ряд временных интервалов, где устройствам приписываются конкретные временные интервалы, когда они могут передавать данные. Это мультиплексирование позволяет нескольким пользователям совместно использовать одну частоту.

**Множественный доступ с разделением по частоте (FDMA):** разделение спектра радиосигнала на разные частотные каналы, чтобы обеспечить одновременную передачу.

**Модем:** схема или устройство, которое предназначено для модуляции и демодуляции сигнала из цифрового представления в волну, подходящую для передачи.

**МПО:** Программа, которая контролирует эксплуатационные характеристики микроконтроллера, расположенного в устройстве. Обычно сохраняется в энергонезависимой памяти, такой как ППЗУ (Программируемое Постоянное Запоминающее Устройство).

**Несущая:** сигнал с фиксированной частотой или амплитудой, которая модулируется сигналом с информацией.

**Обнаружение несущей:** сигнал, передаваемый по радио на внешнее устройство, которое указывает, что присутствует несущая частота.

**Ослабление:** Снижение энергии или уровня сигнала.

**Пакет ошибок:** последовательность битов, следующих друг за другом, принятых с ошибкой.

**Покрывтие:** область устойчивого приема данных по радиоканалу.

**Полоса частот:** диапазон частот, который содержит бинарную информацию, используемую для модуляции несущей.

**Полудуплекс:** система связи, поддерживающая передачу и приём данных взаимоисключающим образом (не может передавать и принимать одновременно.)

**Прямое исправление ошибок (FEC):** метод, позволяющий исправлять ошибки методом упреждения. Применяется для исправления сбоев и ошибок при передаче данных, путём передачи избыточной служебной информации, на основе которой может быть восстановлено первоначальное содержание передаваемой информации.

**Распространение:** путь, который радиоволна проходит от источника к месту назначения. Режим распространения различается в зависимости от частоты сигнала.

**Сигнал/шум (С/Ш):** мера соотношения мощности принимаемого сигнала к уровню шума. Отношение сигнал/шум часто выражается в дБ.

**Сигнал/шум и искажение (SINAD):** мера соотношения мощности сигнала к уровню шуму и искажениям. SINAD является общим критерием чувствительности радиоприёмника, где радиосигнал, модулированный с частотой 1 кГц при отклонении +/- 3 кГц подается на радиоприёмник. Для анализа шума и искажений в выходном аудиосигнале используется схема режекторного фильтра. Радиочастотный сигнал понижается до тех пор, пока звуковой сигнал не будет измеряться на 12 дБ. Мощность радиосигнала 12 дБ SINAD используется для обозначения чувствительности радиоприёмника

**Синхронный модем:** модем, который использует выделение синхронизирующих импульсов, опирающихся на непрерывный поток данных.

**Телеметрия:** передача неречевых сигналов с целью автоматической индикации или регистрации измерений на некотором расстоянии от измерительного прибора.

**Точка – множество точек:** система связи, где одна точка способна выполнять адресацию на множество точек с помощью механизма пакетной коммутации адресной доставки данных.

**Точка – точка:** система связи, где информация передаётся между двумя точками по фиксированному пути.

**Усиление:** увеличение мощности или напряжения на выходе цепи относительно эталона.

**Фазовая модуляция:** способ модуляции, где фаза несущей изменяется информационным сигналом.

**Фильтр:** электронная схема, которая изменяет свойства сигнала, проходящего через него.

**Частотная манипуляция (Frequency Shift Keying (FSK)):** метод модуляции, при котором значениям «0» и «1» информационной последовательности соответствуют определённые частоты синусоидального сигнала при неизменной амплитуде.

**Частотная модуляция:** модуляция несущей путём изменения её частоты со временем.

**Чётность:** дополнительный бит, передающийся в последовательный поток данных, который используется для проверки ошибок в данных. Проверка на чётность означает, что бит чётности будет установлен таким образом, что в потоке данных присутствует чётное число единиц. Проверка на нечётность означает, что в потоке данных будет установлено нечётное число единиц. Контроль чётности – простой способ обнаружения ошибок, но он не может обнаружить ошибки в чётном числе битов.

**Шум:** нежелательные сигналы, вызванные внешними и внутренними источниками в любой схеме. Шум является ограничивающим фактором в большинстве систем связи.

**4FSK:** очень эффективный вариант модуляции с минимальным сдвигом, которая кодирует дополнительные биты на символ в моменты пересечения несущей нулевого уровня.

**FDMA:** множественный доступ с разделением каналов по частоте: Разделение радиочастотного спектра на различные частотные каналы, для обеспечения одновременной передачи.

## Приложение В

### ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ ПО РАДИОЧАСТОТАМ ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

#### РЕШЕНИЕ

от 11 декабря 2006 г. N 06-18-04-001

срок действия решения: 01.12.2016

#### **О выделении полос радиочастот в диапазоне 450 МГц для радиоэлектронных средств фиксированной и сухопутной подвижной радиосвязи гражданского назначения**

Рассмотрев заявление Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации о выделении полос радиочастот в диапазоне 450 МГц для использования радиоэлектронных средств фиксированной и подвижной радиосвязи гражданского назначения, Государственная комиссия по радиочастотам отмечает.

Диапазон 450 МГц является одним из интенсивно используемых участков радиочастотного спектра, в котором активно создаются новые и развиваются действующие сети. Значительная доля таких сетей относится к технологическим сетям, предназначенным для организации диспетчерской радиосвязи, производственной телеметрии, сухопутной подвижной радиосвязи. Наряду с коммерческими предприятиями и организациями технологические сети активно используются службами "скорой помощи", пожарной охраны и т.п.

В целях содействия процессу ускорения внедрения новой техники, упрощения процедуры и сокращения сроков оформления разрешительных документов на использование частотного спектра в этом диапазоне,

Государственная комиссия по радиочастотам РЕШАЕТ:

1. Выделить гражданам Российской Федерации и российским юридическим лицам полосы радиочастот 403-410 МГц, 417-422 МГц и 433-447 МГц для разработки, производства и модернизации радиоэлектронных средств фиксированной и подвижной радиосвязи гражданского назначения (без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного типа РЭС) при условии, что основные технические характеристики разрабатываемых, производимых и модернизируемых РЭС соответствуют основным техническим характеристикам, указанным в приложении к настоящему решению ГКРЧ.

2. Выделить гражданам Российской Федерации и российским юридическим лицам полосы радиочастот 403-410 МГц, 417-422 МГц и 433-447 МГц для применения на территории Российской Федерации РЭС фиксированной и подвижной радиосвязи гражданского назначения.

3. Использование выделенных настоящим решением ГКРЧ полос радиочастот для применения РЭС фиксированной и подвижной радиосвязи гражданского назначения должно осуществляться без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного пользователя РЭС при выполнении следующих условий:

- соответствия технических характеристик используемых РЭС основным техническим характеристикам, указанным в приложении к настоящему решению;

- применения РЭС, использующих полосы радиочастот 403-410 МГц и 417-422 МГц, только за пределами зоны радиусом 350 км от центра г. Москвы;

- при применении РЭС должны быть исключены излучения от передатчиков этих РЭС в полосе частот 406-406,1 МГц;

- при эксплуатации РЭС должна быть обеспечена защита от помех средств радионавигационной службы в полосе частот 406,1-410 МГц;

- получения в установленном порядке разрешения Федерального агентства связи на использование радиочастот или радиочастотных каналов на основании заключения экспертизы радиочастотной службы о возможности использования заявляемых РЭС;

- регистрации указанных РЭС установленным в Российской Федерации порядком.

4. Ввоз из-за границы на территорию Российской Федерации конкретных типов РЭС должен осуществляться в установленном порядке.

5. Срок действия настоящего решения ГКРЧ до 01.12.2016.

#### ПРОТОКОЛЬНАЯ ЗАПИСЬ:

Поручить Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды совместно с Федеральным космическим агентством, Федеральной службой охраны Российской Федерации и другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и организациями разработать требования к техническим характеристикам РЭС фиксированной и сухопутной подвижной радиосвязи для обеспечения условий их совместного использования с РЭС метеорологической спутниковой службы, работающими в полосе радиочастот 401-403 МГц. Результаты работ и согласованные предложения по данному вопросу представить в I квартале 2007 года в ГКРЧ для рассмотрения и принятия соответствующего решения.

## **ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

### **ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

**от 12 октября 2004 г. N 539**

### **О ПОРЯДКЕ РЕГИСТРАЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ**

В соответствии со статьей 22 Федерального закона "О связи" Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемые:

Правила регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств;

перечень радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, подлежащих регистрации.

## 2. Установить, что:

разрешения на эксплуатацию радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, на использование радиочастот или радиочастотных каналов для судовых радиостанций (лицензии судовых радиостанций), которые выданы в установленном порядке до вступления в силу настоящего Постановления, действительны до окончания указанного в них срока;

радиоэлектронные средства и высокочастотные устройства государственных органов и организаций, используемые для нужд государственного управления, включая президентскую и правительственную связь, для нужд обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка, присвоение (назначение) радиочастот (радиочастотных каналов) которым осуществляют Министерство обороны Российской Федерации и Федеральная служба охраны Российской Федерации, подлежат регистрации в Федеральной службе безопасности Российской Федерации.

## 3. Признать утратившими силу:

пункт 5 Постановления Правительства Российской Федерации от 15 января 1993 г. N 30 "Об упорядочении использования радиоэлектронных средств (высокочастотных устройств) на территории Российской Федерации" (Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации, 1993, N 3, ст. 179);

пункт "г" Постановления Правительства Российской Федерации от 31 июля 1998 г. N 868 "О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 15 января 1993 г. N 30 "Об упорядочении использования радиоэлектронных средств (высокочастотных устройств) на территории Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1998, N 32, ст. 3912);

пункт 2 Постановления Правительства Российской Федерации от 2 марта 2000 г. N 180 "Об утверждении норм обеспечения боевым ручным стрелковым и иным оружием, боеприпасами и патронами к нему, специальными средствами, а также средствами радиосвязи службы судебных приставов Министерства юстиции Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 11, ст. 1179) в части внесения изменения в пункт 5 Постановления Правительства Российской Федерации от 15 января 1993 г. N 30 "Об упорядочении использования радиоэлектронных средств (высокочастотных устройств) на территории Российской Федерации";

подпункт "г" пункта 4 Положения о государственной радиочастотной службе при Министерстве Российской Федерации по связи и информатизации и подпункт "б" пункта 1 изменений, которые вносятся в Постановления Правительства Российской Федерации по вопросам, касающимся государственного регулирования использования радиочастот и радиоэлектронных средств (высокочастотных устройств) гражданского применения, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2000 г. N 1002 "О государственной радиочастотной службе при Министерстве Российской Федерации по связи и информатизации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2001, N 1, ст. 132);

абзац третий пункта 3 изменений, которые вносятся в Постановления Правительства Российской Федерации, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2004 г. N 51 "Об изменении и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации в связи с совершенствованием государственного управления в Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 8, ст. 663).

Председатель Правительства

Российской Федерации

М.ФРАДКОВ

## **ПРАВИЛА РЕГИСТРАЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ**

1. Настоящие Правила устанавливают порядок регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств гражданского назначения, используемых на территории Российской Федерации и территориях, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

2. Под владельцем радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств понимается лицо, у которого эти средства или устройства находятся в собственности, на праве хозяйственного ведения или на праве оперативного управления либо на ином законном основании (аренда, безвозмездное пользование).

Под пользователем радиоэлектронного средства понимается лицо, использующее это средство совместно с владельцем на основании договора.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

3. Регистрация радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций в целях учета источников электромагнитного излучения, влияющих на обеспечение надлежащего использования радиочастот (радиочастотных каналов).

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 25.07.2007 N 476, от 13.10.2008 N 761, от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

4. Регистрации подлежат радиоэлектронные средства и высокочастотные устройства, предусмотренные перечнем, утверждаемым Правительством Российской Федерации.

Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации не реже одного раза в год вносит в установленном порядке в Правительство Российской Федерации согласованные с Министерством обороны Российской Федерации, Федеральной службой безопасности Российской Федерации и Федеральной службой охраны Российской Федерации предложения о внесении изменений в приложение к перечню радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, подлежащих регистрации, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2004 г. N 539.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 19.03.2013 N 237)

5. Настоящие Правила не распространяются на регистрацию радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств государственных органов и организаций, используемых для нужд государственного управления, включая президентскую и правительственную связь, для нужд обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка, присвоение (назначение) радиочастот (радиочастотных каналов) которым осуществляют Министерство обороны Российской Федерации и Федеральная служба охраны Российской Федерации, а также на регистрацию судовых радиостанций, используемых на морских судах, судах внутреннего плавания, судах смешанного (река - море) плавания, и бортовых радиостанций, используемых на воздушных судах.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 17.03.2010 N 160)

(см. текст в предыдущей редакции)

6. Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации устанавливает:

(в ред. Постановления Правительства РФ от 13.10.2008 N 761)

(см. текст в предыдущей редакции)

а) перечень технических характеристик и параметров излучения радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, сведения о которых прилагаются к заявлению о регистрации этих средств и устройств;

б) формы свидетельств о регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств;

в) формы свидетельств об образовании позывных сигналов.

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 25.07.2007 N 476, от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

7. Регистрация радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств осуществляется по заявлению владельца радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств или пользователя радиоэлектронного средства (далее - заявитель), подаваемому на бумажном носителе или в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, с использованием федеральной государственной информационной системы "Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)", официального сайта территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, на территории деятельности которого планируется использование радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (при наличии технической возможности) или иным способом в соответствии с законодательством Российской Федерации, подтверждающим факт направления заявления.

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 15.08.2014 N 816, от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

Заявление о регистрации или перерегистрации абонентской земной станции спутниковой связи, работающей через искусственные спутники Земли по технологии VSAT (далее - станция спутниковой связи VSAT), на основании письменного согласия владельца станции спутниковой связи VSAT может быть подано оператором связи, в сети связи которого работает эта станция спутниковой связи VSAT.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 26.12.2015 N 1447)

8. Заявление о регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств подается в территориальный орган Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, на территории деятельности которого планируется использование радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, с указанием:

а) наименования, идентификационного номера налогоплательщика, места нахождения и почтового адреса юридического лица - для юридического лица;

б) фамилии, имени, отчества, идентификационного номера налогоплательщика (при его наличии), места жительства, данных документа, удостоверяющего личность гражданина Российской Федерации, - для индивидуальных предпринимателей и физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями;

в) имени, фамилии, гражданства (в случае его наличия), места регистрации, данных документа, удостоверяющего личность, - для иностранных граждан и лиц без гражданства;

г) типа, наименования и номера регистрируемого радиоэлектронного средства и высокочастотного устройства;

д) номера и даты разрешения на использование радиочастот (радиочастотных каналов) для радиоэлектронных средств, выданных на имя заявителя (в случае, если наличие такого разрешения предусмотрено законодательством Российской Федерации);

(пп. "д" введен Постановлением Правительства РФ от 22.12.2011 N 1100, в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

е) номера и даты свидетельства об образовании позывного сигнала (в случае, если образование позывного сигнала предусмотрено законодательством Российской Федерации).

(пп. "е" введен Постановлением Правительства РФ от 22.12.2011 N 1100)

(п. 8 в ред. Постановления Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

9. В случае если в соответствии с решением о выделении полосы радиочастот и (или) разрешениями на использование радиочастот или радиочастотных каналов радиоэлектронное средство и (или) высокочастотное устройство планируется использовать на территории нескольких субъектов Российской Федерации, заявление необходимо подавать в территориальный орган Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по месту регистрации заявителя.

(п. 9 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

10. К заявлению прилагаются:

а) утратил силу. - Постановление Правительства РФ от 22.12.2011 N 1100;

(см. текст в предыдущей редакции)

б) утратил силу. - Постановление Правительства РФ от 13.10.2011 N 837;

(см. текст в предыдущей редакции)

в) утратил силу. - Постановление Правительства РФ от 22.12.2011 N 1100;

(см. текст в предыдущей редакции)

г) сведения о технических характеристиках и параметрах излучения регистрируемых радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств;

(пп. "г" в ред. Постановления Правительства РФ от 25.07.2007 N 476)

(см. текст в предыдущей редакции)

д) копия договора оператора связи с абонентом, пользовательское (оконечное) оборудование которого работает в сети связи оператора - владельца разрешения на использование радиочастот или радиочастотных каналов, - в случае, если регистрация пользовательского (оконечного) оборудования осуществляется на основании разрешения на использование радиочастот или радиочастотных каналов, выданного владельцу сети связи;

(пп. "д" введен Постановлением Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

е) копия договора между владельцем радиоэлектронных средств и пользователем радиоэлектронного средства - в случае, если предполагается совместное использование радиоэлектронного средства;

(пп. "е" введен Постановлением Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

ж) письменное согласие владельца станции спутниковой связи VSAT, работающей в сети связи оператора связи, на подачу заявления о регистрации этой станции спутниковой связи VSAT оператором связи;

(пп. "ж" введен Постановлением Правительства РФ от 26.12.2015 N 1447)

з) копия договора оператора связи с имеющим разрешение на использование радиочастот или радиочастотных каналов владельцем центральной земной станции, управляющей сетью спутниковой связи, и копия договора оператора связи с владельцем станции спутниковой связи VSAT, работающей в сети связи оператора связи, - в случае, если осуществляется регистрация или перерегистрация станции спутниковой связи VSAT, работающей в Ku- и (или) Ka-диапазоне.

(пп. "з" введен Постановлением Правительства РФ от 26.12.2015 N 1447)

10(1). Документы и информация, которые необходимы для принятия решения о регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств и которые находятся в распоряжении органов, предоставляющих государственные услуги, либо подведомственных государственным органам организаций, участвующих в предоставлении государственных услуг, в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, запрашиваются у соответствующих органов (организаций) территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций посредством направления межведомственного запроса через систему межведомственного электронного взаимодействия.

(п. 10(1) введен Постановлением Правительства РФ от 22.12.2011 N 1100)

11. Территориальный орган Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций не позднее 10 рабочих дней с момента получения заявления:

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 25.07.2007 N 476, от 13.10.2008 N 761, от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

а) рассматривает представленные заявителем документы и принимает решение о регистрации радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств или об отказе в их регистрации;

(пп. "а" в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

б) вносит в установленном порядке сведения о зарегистрированных радиоэлектронных средствах и высокочастотных устройствах в базу данных;

в) выдает заявителю свидетельство о регистрации или мотивированное уведомление об отказе в такой регистрации.

11(1). Свидетельство о регистрации или мотивированное уведомление об отказе в такой регистрации может быть создано в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, и направлено по выбору заявителя, указанному в заявлении, с использованием федеральной государственной информационной системы "Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)", официального сайта территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, который осуществил регистрацию радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (при наличии технической возможности) на адрес электронной почты заявителя или иным способом в соответствии с законодательством Российской Федерации, подтверждающим факт направления свидетельства о регистрации или уведомления об отказе в такой регистрации.

(п. 11(1) введен Постановлением Правительства РФ от 15.08.2014 N 816)

12. Основанием для отказа в регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств является:

а) несоответствие представляемых документов требованиям, установленным настоящими Правилами;

б) непредставление документов, необходимых для регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств в соответствии с настоящими Правилами;

в) наличие в документах, представленных заявителем, недостоверной или искаженной информации;

г) несоответствие сведений о технических характеристиках и параметрах излучений радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств требованиям, установленным в разрешении на использование радиочастот или радиочастотных каналов;

(пп. "г" в ред. Постановления Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

д) невыполнение заявителем условия, установленного в разрешении на использование радиочастот или радиочастотных каналов, в части предельного срока регистрации радиоэлектронного средства.

(пп. "д" введен Постановлением Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

13. Срок действия свидетельства о регистрации радиоэлектронных средств соответствует сроку действия разрешения на использование радиочастот (радиочастотных каналов), если такое разрешение требуется.

Срок действия свидетельства о регистрации высокочастотных устройств, а также радиоэлектронных средств, для которых не требуется разрешение на использование радиочастот (радиочастотных каналов), составляет 10 лет, если заявителем не указан меньший срок.

14. Свидетельство о регистрации оформляется отдельно на каждое радиоэлектронное средство и (или) высокочастотное устройство. Оно является именным документом и дает его владельцу право на использование радиоэлектронного средства и (или) высокочастотного устройства.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 25.07.2007 N 476)

(см. текст в предыдущей редакции)

При совместном использовании радиоэлектронного средства свидетельство о регистрации радиоэлектронного средства и высокочастотного устройства оформляется отдельно для каждого заявителя с учетом сведений о технических характеристиках и параметрах излучения регистрируемого радиоэлектронного средства, указанных заявителем в соответствии с подпунктом "г" пункта 10 настоящих Правил.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

В случае порчи или утраты свидетельства о регистрации радиоэлектронного средства и высокочастотного устройства территориальный орган Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, который осуществил регистрацию радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств, на основании заявления владельца радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств или пользователя радиоэлектронного средства выдает дубликат свидетельства на бумажном носителе или в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

Заявление в форме электронного документа направляется с использованием федеральной государственной информационной системы "Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)", официального сайта территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, который осуществил регистрацию радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств, в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (при наличии технической возможности) или иным способом в соответствии с законодательством Российской Федерации, подтверждающим факт направления заявления.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 15.08.2014 N 816, в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

По выбору заявителя дубликат свидетельства о регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств создается в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, и направляется заявителю способом, указанным в заявлении, с использованием федеральной государственной информационной системы "Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)", официального сайта территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, который осуществил регистрацию радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств, в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (при наличии технической возможности) или иным способом в соответствии с законодательством Российской Федерации, подтверждающим факт направления дубликата свидетельства.

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 15.08.2014 N 816, в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

15. Перерегистрация радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств проводится на основании заявления на бумажном носителе или в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, подаваемого в территориальный орган Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций:

(в ред. Постановления Правительства РФ от 15.08.2014 N 816)

(см. текст в предыдущей редакции)

а) владельцем радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств:

в связи с окончанием срока действия свидетельства о регистрации радиоэлектронного средства и высокочастотного устройства;

при изменении сведений, указанных в заявлении о регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств и в прилагаемых к нему документах;

б) правопреемником владельца радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств - при смене владельца зарегистрированных радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств;

в) пользователем радиоэлектронных средств:

в связи с окончанием срока действия свидетельства о регистрации радиоэлектронного средства и высокочастотного устройства;

при изменении сведений, указанных в заявлении о регистрации радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств и прилагаемых к нему документах.

(пп. "в" введен Постановлением Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(п. 15 в ред. Постановления Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

15(1). Перерегистрация радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств осуществляется в порядке, установленном для их регистрации.

(п. 15(1) введен Постановлением Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

16. Действие свидетельства о регистрации радиоэлектронного средства или высокочастотного устройства прекращается в следующих случаях:

(в ред. Постановления Правительства РФ от 25.07.2007 N 476)

(см. текст в предыдущей редакции)

а) истечение указанного в свидетельстве срока действия;

б) прекращение действия разрешения на использование радиочастот (радиочастотных каналов);

в) представление заявления владельца радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств или пользователя радиоэлектронного средства о прекращении действия свидетельства о регистрации радиоэлектронного средства и высокочастотного устройства, выданного на имя соответственно владельца или пользователя указанного средства;

(пп. "в" в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

г) обнаружение недостоверных данных в документах, представляемых заявителем для регистрации радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств;

(пп. "г" в ред. Постановления Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

(см. текст в предыдущей редакции)

д) выявление несоответствия технических характеристик, параметров излучений и условий использования зарегистрированных радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств сведениям, представленным заявителем при их регистрации;

(пп. "д" введен Постановлением Правительства РФ от 13.10.2011 N 837)

е) прекращение действия договоров, указанных в подпунктах "д", "е" и "з" пункта 10 настоящих Правил.

(пп. "е" в ред. Постановления Правительства РФ от 26.12.2015 N 1447)

(см. текст в предыдущей редакции)

17. Сведения об абонентских станциях (терминалах), которые содержат радиопередающие устройства, не требующие регистрации в соответствии с настоящими Правилами, и персональные данные об их владельцах - абонентах сетей связи подлежат учету операторами связи, оказывающими услуги связи с использованием таких радиоэлектронных средств.

18. Сведения о высокочастотных устройствах и об их владельцах, о радиоэлектронных средствах и об их владельцах и пользователях предоставляются Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций и ее территориальными органами или операторами связи, оказывающими услуги связи с

использованием данных радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, государственным органам в соответствии с их полномочиями в случаях, установленных законодательством Российской Федерации.

(п. 18 в ред. Постановления Правительства РФ от 27.11.2014 N 1252)

(см. текст в предыдущей редакции)

19. За нарушение порядка регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, установленного настоящими Правилами, виновные лица несут ответственность в соответствии с Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях.

## ПЕРЕЧЕНЬ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕГИСТРАЦИИ

	Пункты приложения <a href="#">&lt;*&gt;</a>
1. Радиоэлектронные средства фиксированной службы	1, 1(1), 3, 7, 8, 13, 14
2. Радиоэлектронные средства радиовещательной службы	14
3. Радиоэлектронные средства воздушной подвижной службы	14
4. Радиоэлектронные средства морской подвижной службы	14
5. Радиоэлектронные средства сухопутной подвижной службы	1, 1(1), 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18, 24, 33
6. Радиоэлектронные средства любительской службы	14, 19
7. Радиоэлектронные службы стандартных частот и сигналов времени	14
8. Радиоэлектронные средства вспомогательной службы метеорологии	14
9. Радиоэлектронные средства радиолокационной службы	14
10. Радиоэлектронные средства	14

радионавигационной службы

11. Радиоэлектронные средства радиовещательной спутниковой службы	14
12. Радиоэлектронные средства фиксированной спутниковой службы	14
13. Радиоэлектронные средства сухопутной подвижной спутниковой службы	1, 14, 15
14. Радиоэлектронные средства морской подвижной спутниковой службы	1, 14
15. Радиоэлектронные средства воздушной подвижной спутниковой службы	1, 14
16. Радиоэлектронные средства спутниковой службы исследования земли	14
17. Радиоэлектронные средства службы космических исследований	14
18. Радиоэлектронные средства спутниковой службы радиоопределения	14
19. Радиоэлектронные средства радионавигационной спутниковой службы	14
20. Радиоэлектронные средства службы космической эксплуатации	14
21. Радиоэлектронные средства метеорологической спутниковой службы	14
22. Радиоэлектронные средства радиоастрономической службы	14
23. Высокочастотные устройства промышленного, научного, медицинского и бытового применения	4, 20, 25
24. Радиоэлектронные средства любительской спутниковой службы	14
25. Устройства малого радиуса действия	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34
26. Генераторы шума	

---

-----

<\*> Изъятия отдельных типов радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств из подлежащих регистрации радиоэлектронных средств (высокочастотных устройств) соответствующих служб приведены в приложении.

## ИЗЪЯТИЯ ИЗ ПЕРЕЧНЯ

### РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕГИСТРАЦИИ

КонсультантПлюс: примечание.

Согласно разъяснению Роскомнадзора от 28.04.2012 положение о регистрации абонентских устройств, в том числе мобильных телефонов, мощностью свыше 100 милливатт признано избыточным и в связи с этим не применяется.

1. Абонентские станции (абонентские устройства), разрешенные в установленном порядке для использования на территории Российской Федерации в сетях операторов связи, а также радиоэлектронные средства, подключаемые к сетям подвижной радиосвязи, имеющие в своем составе средства связи, выполняющие функции систем коммутации.

(п. 1 в ред. Постановления Правительства РФ от 19.03.2013 N 237)

(см. текст в предыдущей редакции)

1(1). Абонентские устройства беспроводного доступа в информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет", мощность которых не превышает 100 мВт.

(п. 1(1) введен Постановлением Правительства РФ от 19.03.2013 N 237)

2. Станции сухопутной подвижной связи личного пользования диапазона 27 МГц (СиБи-диапазона) с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 Вт.

3. Абонентские станции фиксированного беспроводного доступа технологии CDMA (протокол IS-95) в полосах радиочастот 828 - 837 МГц и 873 - 882 МГц.

4. Бытовые СВЧ-печи и другие высокочастотные устройства, предназначенные для обработки пищевых продуктов и приготовления пищи, медицинские ингаляторы и устройства зубопротезирования, медицинские ультразвуковые исследовательские и лечебные устройства, другие медицинские высокочастотные устройства для профилактики и лечения заболеваний, а также высокочастотные устройства любого применения с мощностью на нагрузочном устройстве менее 5 Вт включительно без открытого излучения.

5. Радиоэлектронные средства для обработки штрихкодовых этикеток и передачи информации, полученной с этих этикеток, в полосе радиочастот 433,05 - 434,79 (433,92 +/- 0,2%) МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

6. Слуховые радиотренажеры для людей с дефектами слуха на радиочастотах:

33,200 МГц; 33,350 МГц; 33,450 МГц; 33,550 МГц; 33,575 МГц; 33,600 МГц; 33,750 МГц; 33,850 МГц; 33,875 МГц; 33,900 МГц; 34,050 МГц; 34,150 МГц; 34,175 МГц; 34,200 МГц; 34,300 МГц; 34,375

МГц; 34,400 МГц; 34,975 МГц; 35,025 МГц; 35,150 МГц; 35,225 МГц; 35,375 МГц; 35,550 МГц; 35,650 МГц; 35,950 МГц; 35,975 МГц; 36,025 МГц; 36,075 МГц; 36,125 МГц; 36,175 МГц; 36,225 МГц; 36,275 МГц; 36,325 МГц; 36,375 МГц; 36,425 МГц; 36,475 МГц; 36,525 МГц; 36,575 МГц; 36,625 МГц; 36,675 МГц; 36,725 МГц; 36,775 МГц; 36,825 МГц; 36,875 МГц; 36,925 МГц; 36,975 МГц; 37,025 МГц; 37,075 МГц; 37,125 МГц; 37,175 МГц; 37,225 МГц; 37,275 МГц; 37,325 МГц; 37,375 МГц; 37,425 МГц; 37,475 МГц; 37,525 МГц; 37,575 МГц; 37,625 МГц; 37,675 МГц; 37,725 МГц; 37,775 МГц; 37,825 МГц; 37,875 МГц; 37,925 МГц; 37,975 МГц; 38,025 МГц; 38,075 МГц; 38,125 МГц; 38,175 МГц; 38,225 МГц; 38,275 МГц; 38,325 МГц; 38,375 МГц; 38,425 МГц; 38,475 МГц; 38,525 МГц; 38,575 МГц; 38,625 МГц; 38,675 МГц; 38,725 МГц; 38,775 МГц; 39,025 МГц; 39,225 МГц; 39,400 МГц; 39,600 МГц; 39,750 МГц; 39,850 МГц; 39,925 МГц; 39,975 МГц; 40,050 МГц; 40,150 МГц; 40,250 МГц; 40,325 МГц; 40,425 МГц; 40,650 МГц; 40,825 МГц; 41,300 МГц; 41,325 МГц; 41,350 МГц; 41,375 МГц; 41,400 МГц; 41,500 МГц; 41,600 МГц; 41,625 МГц; 41,650 МГц; 41,675 МГц; 41,700 МГц; 41,750 МГц; 41,800 МГц; 41,900 МГц; 41,950 МГц; 42,100 МГц; 42,150 МГц; 42,200 МГц; 42,250 МГц; 42,350 МГц; 42,450 МГц; 42,475 МГц; 42,500 МГц; 42,525 МГц; 42,550 МГц; 42,575 МГц; 42,600 МГц; 42,625 МГц; 42,650 МГц; 42,675 МГц; 42,700 МГц; 42,725 МГц; 42,750 МГц; 42,800 МГц; 42,850 МГц; 42,950 МГц; 42,975 МГц; 43,000 МГц; 43,150 МГц; 43,175 МГц; 43,200 МГц; 43,225 МГц; 43,250 МГц; 43,400 МГц; 43,500 МГц; 43,700 МГц; 43,725 МГц; 43,750 МГц; 43,800 МГц; 44,000 МГц; 44,250 МГц; 44,400 МГц; 44,475 МГц; 44,500 МГц; 44,650 МГц; 44,750 МГц; 44,975 МГц; 45,000 МГц; 45,250 МГц; 45,450 МГц; 45,475 МГц; 45,500 МГц; 45,650 МГц; 45,750 МГц; 45,800 МГц; 45,950 МГц; 45,975 МГц; 46,000 МГц; 46,125 МГц; 46,175 МГц; 46,225 МГц; 46,425 МГц; 46,450 МГц; 46,475 МГц; 46,550 МГц; 46,575 МГц; 46,600 МГц; 46,650 МГц; 46,675 МГц; 46,700 МГц; 46,775 МГц; 46,800 МГц; 46,825 МГц; 46,850 МГц; 46,875 МГц; 46,925 МГц; 46,950 МГц; 46,975 МГц; 47,000 МГц; 47,075 МГц; 47,125 МГц; 47,250 МГц; 47,300 МГц; 47,375 МГц; 47,400 МГц; 47,425 МГц; 47,450 МГц; 47,550 МГц; 47,575 МГц; 47,625 МГц; 47,675 МГц; 47,700 МГц; 47,725 МГц; 47,825 МГц; 47,850 МГц; 47,875 МГц; 47,925 МГц; 47,975 МГц; 48,075 МГц; 48,125 МГц; 48,150 МГц; 48,175 МГц; 48,325 МГц; 48,350 МГц; 48,375 МГц; 48,425 МГц; 48,450 МГц; 48,475 МГц; 57,0125 МГц; 57,0250 МГц; 57,0375 МГц; 57,0500 МГц; 57,0625 МГц; 57,0750 МГц; 57,0875 МГц; 57,1000 МГц; 57,1125 МГц; 57,1250 МГц; 57,1375 МГц; 57,1500 МГц; 57,1625 МГц; 57,1750 МГц; 57,1875 МГц; 57,2000 МГц; 57,2125 МГц; 57,2250 МГц; 57,2375 МГц; 57,2500 МГц; 57,2625 МГц; 57,2750 МГц; 57,2875 МГц; 57,3000 МГц; 57,3125 МГц; 57,3250 МГц; 57,3375 МГц; 57,3500 МГц; 57,3625 МГц; 57,3750 МГц; 57,3875 МГц; 57,4000 МГц; 57,4125 МГц; 57,4250 МГц; 57,4375 МГц; 57,4500 МГц; 57,4750 МГц; 57,4875 МГц; 57,5000 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

7. Устройства охранной радиосигнализации на радиочастотах 26,945 МГц (автомашин) и 26,960 МГц (помещений) с допустимой мощностью излучения передатчика не более 2 Вт.

Устройства охранной радиосигнализации автомашин в полосе радиочастот 433,05 - 434,79 (433,92 +/- 0,2%) МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 5 мВт.

Устройства дистанционного управления, охранной сигнализации и оповещения в полосе радиочастот 433,05 - 434,79 (433,92 +/- 0,2%) МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

Устройства дистанционного управления, охранной сигнализации и оповещения в полосе радиочастот 868 - 868,2 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

Аппаратура охранной сигнализации удаленных объектов в полосе радиочастот 149,95 - 150,0625 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 25 мВт.

8. Абонентские бесшнуровые телефонные аппараты в полосе радиочастот 30 - 41 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

Абонентские (использующие не более 1 абонентского номера) бесшнуровые телефонные аппараты в полосах радиочастот 814 - 815 МГц и 904 - 905 МГц, портативные абонентские радиоблоки и бесшнуровые телефонные аппараты технологии DECT в полосе радиочастот 1880 - 1900 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

9. Аппаратура управления моделями самолетов, катеров и т.п. (игрушками) в полосах радиочастот 28,0 - 28,2 МГц и 40,66 - 40,70 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 1 Вт, в полосе радиочастот 26,957 - 27,283 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

10. Концертные радиомикрофоны в полосах радиочастот 165,70, 166,10, 166,50 и 167,15 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 20 мВт; в полосах радиочастот 151 - 162,7 МГц, 163,2 - 168,5 МГц, 174 - 230 МГц, 470 - 638 МГц и 710 - 726 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 5 мВт.

Радиомикрофоны в полосах радиочастот 66 - 74 МГц, 87,5 - 92 МГц и 100 - 108 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

11. Радиоэлектронные средства технологии "Bluetooth" в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 2,5 мВт.

12. Маломощные радиостанции в полосе радиочастот 433,075 - 434,750 МГц с мощностью излучения передающих устройств не более 10 мВт.

13. Пользовательское (оконечное) оборудование передающее, включающее в себя приемное устройство, малого радиуса действия стандартов IEEE 802.11, IEEE 802.11.b, IEEE 802.11.g, IEEE 802.11.n (Wi-Fi), работающее в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц, с допустимой мощностью излучения передатчика не более 100 мВт, в том числе встроенное либо входящее в состав других устройств.

Пользовательское (оконечное) оборудование передающее, включающее в себя приемное устройство, малого радиуса действия стандартов IEEE 802.11a, IEEE 802.11.n (Wi-Fi), работающее в полосах радиочастот 5150 - 5350 МГц и 5650 - 6425 МГц, с допустимой мощностью излучения передатчика не более 100 мВт, в том числе встроенное либо входящее в состав других устройств.

Пользовательское (оконечное) оборудование передающее, включающее в себя приемное устройство, работающее в полосах радиочастот 2300 - 2400 МГц, 2500 - 2690 МГц, 3400 - 3450 МГц и 3500 - 3550 МГц, с допустимой мощностью излучения передатчика не более 1 Вт, в том числе встроенное либо входящее в состав других устройств.

14. Радиоэлектронные средства, предназначенные только для приема радиоволн и не требующие защиты от помех со стороны других радиоэлектронных средств, в том числе радиоэлектронные средства, используемые для индивидуального приема программ телевизионного вещания и радиовещания, сигналов персональных радиовызовов (радиопейджеры), персональной радионавигации, включая пользовательские устройства радионавигационных спутниковых систем, не содержащие радиоизлучающих устройств.

15. Абонентские приемопередатчики систем радиопоиска с мощностью излучения передающих устройств до 2 Вт, разрешенные в установленном порядке для использования на территории Российской Федерации.

16. Абонентские приемопередатчики поисковой радиосвязи и определения местоположения подвижных объектов "NEX NET" в полосе радиочастот 847 - 849 МГц с мощностью излучения передающих устройств до 0,125 Вт.

17. Портативные радиостанции в полосе радиочастот 446 - 446,1 МГц с мощностью излучения передающих устройств не более 0,5 Вт.

18. Детские радиосигнальные и радиопереговорные устройства, а также устройства радиоконтроля за ребенком в полосах радиочастот 38,7 - 39,23 МГц и 40,66 - 40,7 МГц с мощностью излучения передающих устройств до 10 мВт, а также в полосе радиочастот 863,933 - 864,045 МГц с мощностью излучения передающих устройств до 2 мВт.

19. Станции любительской службы, временно ввозимые на территорию Российской Федерации.

20. Высокочастотные устройства при использовании частот 10 кГц и ниже.

21. Радиоэлектронные средства для обнаружения и спасания пострадавших от стихийных бедствий, работающие на радиочастоте 457 кГц.

22. Неспециализированные (любого назначения) устройства в полосах радиочастот:

26,957 - 27,283 МГц, 40,660 - 40,700 МГц и 433,075 - 434,790 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт;

864 - 865 МГц, 868,7 - 869,2 МГц и 5725 - 5875 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 25 мВт.

23. Устройства малого радиуса действия:

используемые в сетях беспроводной передачи данных на борту воздушных судов, в полосах радиочастот 5150 - 5250 МГц, 5250 - 5350 МГц и 5650 - 5825 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 100 мВт;

используемые внутри закрытых помещений, в полосе радиочастот 5150 - 5250 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 200 мВт.

24. Устройства малого радиуса действия в сетях беспроводной передачи данных в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 2,5 мВт при использовании псевдослучайной перестройки рабочей частоты.

Устройства малого радиуса действия в сетях беспроводной передачи данных внутри закрытых помещений в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 100 мВт при использовании псевдослучайной перестройки рабочей частоты.

Устройства малого радиуса действия в сетях беспроводной передачи данных вне закрытых помещений в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц только при высоте установки радиоэлектронных средств не более 10 м от поверхности земли.

Устройства малого радиуса действия в сетях беспроводной передачи данных вне закрытых помещений для сбора информации телеметрии в составе автоматизированных систем контроля и учета ресурсов или систем охраны в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц.

Устройства малого радиуса действия, используемые в сетях беспроводной передачи данных в полосе радиочастот 2400 - 2483,5 МГц, с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 100 мВт при использовании прямого расширения спектра и других отличных от псевдослучайной перестройки рабочей частоты видов модуляции:

при максимальной спектральной плотности эквивалентной изотропно излучаемой мощности 2 мВт/МГц;

при максимальной спектральной плотности эквивалентной изотропно излучаемой мощности 10 мВт/МГц - внутри закрытых помещений;

при максимальной спектральной плотности эквивалентной изотропно излучаемой мощности 20 мВт/МГц вне закрытых помещений только для сбора информации телеметрии в составе автоматизированных систем контроля и учета ресурсов или систем охраны.

25. Индукционные устройства в полосе радиочастот:

9 - 59,75 кГц с максимальной напряженностью магнитного поля 72 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м;

59,75 - 60,25 кГц, 70 - 119 кГц, 6765 - 6795 кГц, 13,553 - 13,567 МГц и 26,958 - 27,283 МГц с максимальной напряженностью магнитного поля 42 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м;

60,25 - 70 кГц с максимальной напряженностью магнитного поля 69 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м;

119 - 135 кГц с максимальной напряженностью магнитного поля 66 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м;

7400 - 8800 кГц с максимальной напряженностью магнитного поля 9 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м;

10,2 - 11 МГц с максимальной напряженностью магнитного поля 4 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м.

26. Устройства для обнаружения передвижения и устройства радиосигнализации в полосе радиочастот 24,05 - 24,25 ГГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 100 мВт.

27. Устройства радиочастотной идентификации в полосе радиочастот:

13,553 - 13,567 МГц с максимальной напряженностью магнитного поля 60 дБ (мкА/м) на расстоянии 10 м;

866,6 - 867,4 МГц с максимальной эффективно излучаемой мощностью передатчика не более 100 мВт.

28. Телематические устройства на транспорте в полосе радиочастот 5795 - 5815 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 200 мВт.

29. Беспроводное аудиооборудование в полосе радиочастот 863 - 865 МГц с допустимой мощностью излучения передатчика не более 10 мВт.

30. Автомобильные радары ближнего действия в полосе радиочастот 22 - 26,65 ГГц со спектральной плотностью эквивалентной изотропно излучаемой мощности не более минус 41,3

дБм/МГц, а также автомобильные радары и автомобильные сверхширокополосные радары в полосе радиочастот 76 - 77 ГГц и 77 - 81 ГГц.

31. Беспроводные аудиоприложения для использования внутри салонов автомобилей, других транспортных средств, а также внутри закрытых помещений в полосе радиочастот 87,5 - 108 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более минус 43 дБм.

32. Радиоэлектронные средства интеллектуальных систем на транспорте (ITS) в диапазоне радиочастот 63 - 64 ГГц.

33. Базовые станции сетей подвижной радиосвязи стандарта GSM в полосах радиочастот 1710 - 1785 МГц и 1805 - 1880 МГц, устанавливаемые на борту морских и воздушных судов.

34. Неспециализированные (любого назначения) сверхширокополосные устройства малого радиуса действия, работающие в полосе радиочастот 2,85 - 10,6 ГГц (ширина полосы излучения радиочастот не менее 500 МГц) и имеющие технические характеристики, соответствующие характеристикам, указанным в таблице.

35. Персональные аварийные радиобуи (радиомаяки) системы КОСПАС-САРСАТ в полосах радиочастот 121,45 - 121,55 МГц и 406 - 406,1 МГц, разрешенные в установленном порядке для использования на территории Российской Федерации.

(п. 35 введен Постановлением Правительства РФ от 26.12.2015 N 1447)

**Постановление Правительства РФ от 12.10.2004 N 539 (ред. от 26.12.2015) "О порядке регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств"**

**Таблица**

Полоса радиочастот (МГц)	Максимальная спектральная плотность эквивалентной изотропно излучаемой мощности (дБм/МГц)	Дополнительные условия использования
2850 - 3375	-57	использование в закрытых помещениях (за исключением воздушных судов и терминалов аэропортов)
3375 - 3950	-61,5	
3950 - 4425	-54,5	
4425 - 5470	-50	
5470 - 6000	-62,5	
6000 - 8100	-47	
8100 - 8625	-65	
8625 - 9150	-47	
9150 - 10600	-45	

---

2850 - 3375	-57
3375 - 4800	-76
4800 - 5475	-50
5475 - 6000	-62,5
6000 - 7250	-47
7250 - 7750	-73
7750 - 8625	-69
8625 - 9150	-47
9150 - 10600	-45

---