
ГЛАВА II РАДИОВОЛНЫ. КОРОТКОВОЛНОВАЯ АППАРАТУРА И АНТЕННЫ

2.1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Качество и дальность радиосвязи в значительной мере определяются условиями распространения радиоволн и эффективностью передающих и приемных антенн. Условия распространения радиоволн КВ диапазона имеют существенные отличия по сравнению с распространением радиоволн других диапазонов. Благодаря способности коротких волн эффективно отражаться от ионосферы возможна радиосвязь с любой точкой земного шара при небольшой мощности передатчика.

Электромагнитные колебания (радиоволны) вырабатывает передатчик радиостанции. Скорость распространения этих колебаний такая же, как скорость света, и равна 300000 км/сек. В зависимости от назначения передатчика количество электромагнитных импульсов (периодов) может быть различным. Число периодов, излучаемых передатчиком в секунду, называется частотой. Частота обозначается буквой f и измеряется в герцах (Гц), килогерцах (кГц), мегагерцах (МГц) и гигагерцах (ГГц). Если известно, что передатчик работает на частоте 14000 кГц (14 МГц), то это значит, что данный передатчик излучает 14 млн. электромагнитных колебаний в секунду.

В практике работы для удобства часто применяют другое определение, а именно длину радиоволн. Радиоволны измеряются в метрической системе мер: в метрах, дециметрах, сантиметрах, миллиметрах. Зависимость между радиоволной и радиочастотой определяется по следующей формуле:

$$\lambda = \frac{300000}{f},$$

где: λ - длина волны (м), f - частота (кГц), 300000 - скорость распространения радиоволн (км/сек).

Электромагнитные колебания, излучаемые передатчиком посредством антенны, можно представить в виде двух лучей: поверхностного, распространяющегося вдоль земли, и пространственного, направленного под некоторым углом к горизонту (не более 90 градусов). По условиям распространения обе радиоволны сильно отличаются друг от друга. *Поверхностная волна* распространяется на границе двух сред - воздуха и земли. При прохождении электромагнитных волн вдоль земли возникают большие потери энергии, так как земля в зависимости от структуры почвы может являться проводящей средой. Наибольшее поглощение электромагнитных волн происходит над песчаной и скалистой поверхностям, а наименьшее - над морем.

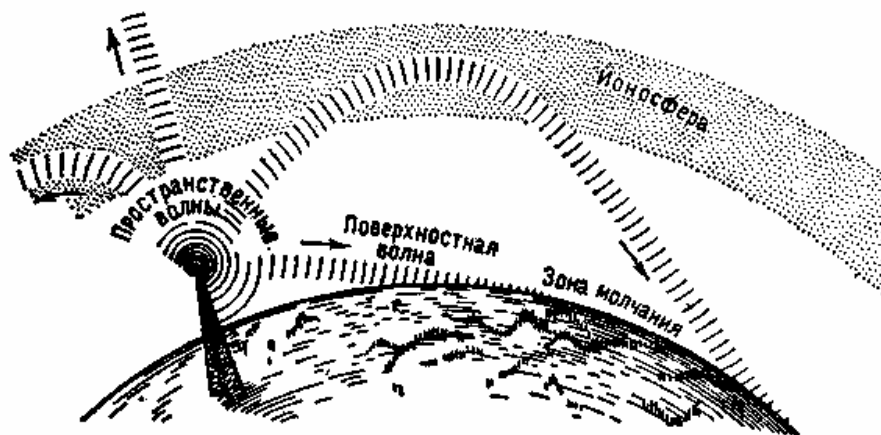


Рис. 2.1. Распространение радиоволн

Встречая на своем пути различные препятствия (горы, леса), поверхностные радиоволны огибают их. Такое явление называется *дифракцией*. При дифракции радиоволны отражаются от препятствия и частично поглощаются. В дневные часы, особенно в летнее время, слои воздуха, расположенные непосредственно над землей, под воздействие солнечного излучения, ионизируются. Ионизированные слои также поглощают часть электромагнитных волн. Особенно сильно поглощаются длинные волны.

С увеличением высоты над поверхностью Земли плотность атмосферы уменьшается. Интенсивность корпускулярного излучения солнца, слабо поглощаемого разреженной атмосферой, увеличивает количество ионизированных молекул. Верхняя часть атмосферы, или, иначе, ионосфера, состоит из нескольких слоев с различными диэлектрическими постоянными. Для коротковолновой радиосвязи наибольший интерес представляет область ионосферы, находящаяся на высотах от 50 до 400 км. Однако область ионизированного газа распространяется много выше, до 1000 км и далее. *Пространственные короткие волны*, проникая в слои ионосферы и достигнув определенной высоты, преломляются в них и, отразившись от одного из слоев, вновь направляются к земле. Отразившись от земли, они вновь возвращаются в ионосферу и так далее.

При приеме коротких волн наблюдаются периодические затухания силы сигнала, так называемые *фединги*. Они могут быть различны по своей периодичности и силе. Продолжительность замирания сигнала может колебаться от нескольких долей секунд до нескольких минут. Явления замирания (фединги) происходят оттого, что в точку приема приходит одновременно несколько электромагнитных лучей работающей станции, отраженных от разных точек ионосферы и прошедших разное расстояние. Напряженность электромагнитного поля в данной точке может при этом иметь различные фазы и, складываясь, или увеличивается или уменьшается до нуля.

Так как короткие волны распространяются под углом к земной поверхности, то в точке, где сигнал попал на землю, станция прослушивается четко и громко. Участки земной поверхности, где сигнал данной радиостанции, отраженный от ионизированного слоя, не прослушивается и куда не доходит поверхностная волна, называется *зоной молчания* («мертвая зона»).

Чем короче волна, тем прямее угол попадания ее в ионосферу. Более короткие волны, называемые ультракороткими (УКВ), распространяются частично вдоль земной поверхности, а основной своей массой уходят в космос. За редким исключением, ионизированный слой не является препятствием для УКВ сигналов, и они свободно через него проходят. В своем большинстве дальние связи на УКВ проходят за счет отражения от метеорных потоков или при использовании рассеяния энергии от неоднородностей тропосферы.

2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ КВ ДИАПАЗОНОВ

Для любительской радиосвязи радиолюбителям выделены 9 коротковолновых (КВ) диапазонов. Основными из них являются 160, 80, 40, 20, 15 и 10- метровый диапазоны (подробно о распределении радиочастот см. в разделе 3.3 главы III).

160-метровый диапазон (1,81 - 2,0 МГц) является типичным ночным диапазоном и прохождение на нем во многом сходно с прохождением на средневолновом вещательном диапазоне. В дневное время его можно использовать только для местных радиосвязей дальностью до 50 км. В ночное время дальность связи сильно зависит от времени года и уровня солнечной активности. Наиболее благоприятны для дальних связей зимние ночи в период минимума солнечной активности, когда уверенная связь может проводиться на несколько тысяч километров. Особо дальние связи (более 10000 км) обычно возможны лишь в периоды восхода и захода Солнца, причем, если они совпадают по времени у обоих корреспондентов. Данный диапазон сильно подвержен атмосферным помехам, особенно в летнее время года.

80-метровый диапазон (3,5 – 3,8 МГц) пригоден для дальней связи в ночные часы. В дневное время дальность связи не превышает 150-300 км. Дальняя связь в ночное время также более трудна, чем на других диапазонах, из-за малого уровня сигналов дальних станций, а также из-за сильных помех от ближних радиостанций. В летнее время на этом диапазоне мешают помехи от статических разрядов в атмосфере. Лучшее время для наиболее дальних связей – рассветные часы и время сразу же после захода Солнца. Дальнее прохождение на этом диапазоне улучшается в зимнее время и в периоды минимума солнечной активности.

40-метровый диапазон (7,0 – 7,2 МГц). Характеристики этого диапазона во многом схожи с характеристиками 80-метрового диапазона с тем отличием, что проведение дальних радиосвязей менее трудно. В дневное время здесь слышны станции близлежащих районов (летом – до 500-800 км, зимой – до 1000-1500 км), мертвая зона при этом отсутствует или составляет несколько десятков километров. В ночные часы возможна связь на любые расстояния, за исключением пределов мертвой зоны, которая увеличивается до нескольких сот километров. Часы смены темного периода суток на светлый и наоборот, наиболее удобны для дальних связей. Атмосферные помехи менее выражены, чем на 80-метровом диапазоне.

20-метровый диапазон (14,0 – 14,35 МГц) считают наиболее популярным для связей на средние и дальние расстояния. В периоды максимумов солнечной активности на нем можно проводить связи со всеми точками земного шара практически круглосуточно. В остальное время возможность

установления дальних связей с тем или иным районом зависит от времени суток и состояния ионосферы.

Летом продолжительность прохождения на этом диапазоне круглосуточная, за исключением отдельных дней. Ночью возможны только дальние радиосвязи, так как мертвая зона достигает 1,5-2 тыс. км. В дневное время размер мертвой зоны уменьшается до 500-1000 км. При этом ухудшаются условия для дальних связей, хотя на некоторых трассах прохождение остается достаточно хорошим. Зимой в годы минимального и среднего уровней солнечной активности диапазон «закрывается» спустя несколько часов после наступления темноты и «открывается» вновь после рассвета. Атмосферные помехи здесь проявляются лишь при близости грозы к месту приема сигналов.

15-метровый диапазон (21,0 – 21,45 МГц) характеризуется большой зависимостью условий от солнечной активности. В периоды максимума солнечной активности диапазон «открыт» большую часть суток, в периоды минимума связь возможна лишь в светлое время суток, но не во всякий день.

Особенностью этого диапазона является то, что во время дальнего прохождения возможно установление уверенных радиосвязей при минимальной мощности передатчика, равной единицам ватт.

В дни «среднего» прохождения наиболее устойчивые связи осуществляются вдоль меридиана из северного полушария в южное и наоборот; в светлое время суток – на расстояние до 5000-6000 км.

10-метровый диапазон (28,0 - 29,7 МГц) наиболее нестабильный из всех КВ диапазонов. Он пригоден для дальней связи в дневные часы. В периоды максимума солнечной активности дальняя связь может осуществляться и в темное время суток. В остальное время диапазон обычно «открывается» на несколько дней или недель при смене сезонов, т.е. весной и осенью. Мертвая зона достигает 2000-2500 км. Ближние связи (до нескольких десятков километров) на этом диапазоне осуществляются посредством земной волны.

2.3. КОРОТКОВОЛНОВАЯ АППАРАТУРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

Для проведения радиосвязей радиолюбителю-коротковолновому необходима радиостанция. Она состоит из трех основных компонентов: приемника, передатчика и антенны. Когда-то любая радиостанция включала в себя передатчик и приемник, как два независимых друг от друга устройства. В настоящее время большинство радиолюбителей пользуется трансиверами (приемопередатчиками), в которых одни и те же узлы используются и при приеме, и при передаче (слово трансивер образовано из двух английских слов – TRANSMITTER + RECEIVER). Трансивер удобен тем, что при его использовании отпадает необходимость настройки передатчика на частоту корреспондента, т.к. в нем частота приемника и частота передатчика автоматически совпадают. Это намного упрощает работу на радиостанции и повышает оперативность при проведении радиосвязей. Наряду с этим, трансивер все же имеет существенный недостаток, который состоит в невозможности прослушивать



а) трансивер



б) антенна



в) головные телефоны



г) микрофон



д) телеграфный ключ



е) педаль РТТ

Рис.2.2. Элементы любительской радиостанции

качество собственного сигнала в процессе передачи, а в ряде конструкций и сам сигнал. А это порой необходимо, особенно при доработке, налаживании или подстройке передатчика. Поэтому, как дополнение к трансиверу, нужен хотя бы простейший, независимый приемник для контроля качества сигнала. Он должен быть хорошо заэкранирован, иметь автономное питание и аттенуатор на входе.

Трансиверы обычно выполняются на все любительские КВ диапазоны и рассчитываются на работу как телефоном с однополосной модуляцией (SSB), так и телеграфом с амплитудной манипуляцией (CW) (при наличии компьютера можно работать и другими видами радиосвязи). Нередко коротковолновики, особенно начинающие, используют трансиверы, предназначенные для работы на одном-двух любительских диапазонах, а также каким-то одним видом излучения, что на много упрощает конструкцию.

Для того чтобы начинающие коротковолновики имели представление о работе трансиверов, рассмотрим в качестве примера трансивер, работающий в режиме однополосной модуляции (SSB), структурная схема которого приведена на рис. 2.3. На данном рисунке верхний ряд – каскады передатчика, средний (генераторы и фильтры) – общие каскады, нижний – каскады приемника.

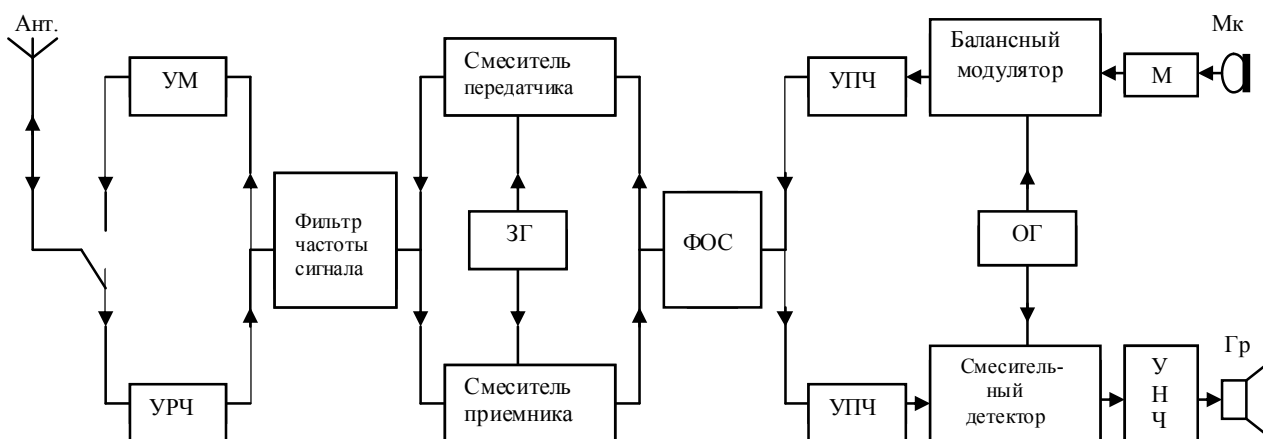


Рис. 2.3. Структурная схема SSB-трансивера

При приеме сигнал от антенны через антенный коммутатор (высокочастотное реле) поступает на вход усилителя радиочастоты (УРЧ), который также называют усилителем высокой частоты (УВЧ). На входе УРЧ стоит преселектор (на схеме отдельно не выделен), который обеспечивает необходимое ослабление побочных каналов приема. Усиленный в УРЧ сигнал высокой частоты, пройдя через фильтр частоты сигнала, поступает на смеситель приемника, на который одновременно подается напряжение (колебания) определенной частоты от общего для приемника и передатчика задающего (высокочастотного) генератора (ЗГ), он же генератор плавного диапазона (ГПД). В смесителе принимаемый сигнал, в результате смешивания его с напряжением ЗГ, переносится на промежуточную частоту (ПЧ). С выхода смесителя сигнал промежуточной частоты через фильтр основной селекции (ФОС), обеспечивающий высокую избирательность, поступает на усилитель промежуточной частоты (УПЧ), где происходит основное усиление высокочастотных сигналов. Усиленный в УПЧ сигнал поступает на смесительный детектор, куда подано напряжение (колебания) от общего для приемника и передатчика опорного генератора (ОГ). В смесительном детекторе, в результате смешивания сигнала ПЧ с напряжением ОГ, происходит преобразование сигнала ПЧ в низкочастотный сигнал (НЧ). Сигнал НЧ поступает на усилитель низкой (звуковой) частоты (УНЧ), где усиливается и воспроизводится в качестве звука с помощью громкоговорителя (Гр) или головных телефонов.

При передаче сигнал низкой частоты, созданный микрофоном (Мк), поступает в микрофонный усилитель (модулятор, М), где усиливается и подается на балансный модулятор (БМ), который представляет собой балансный смеситель. Туда же одновременно подается напряжение соответствующей частоты от ОГ. В БМ происходит основное подавление несущей частоты и перенос сигнала на промежуточную частоту; сигнал НЧ преобразовывается в сигнал ПЧ. С выхода БМ двухполосный сигнал с подавленной несущей (DSB-сигнал) поступает на УПЧ, где усиливается и поступает на ФОС. ФОС выделяет и пропускает только одну боковую полосу и окончательно подавляет несущую. Сформированный однополосный сигнал (SSB-сигнал) после ФОС подается на смеситель передатчика, куда одновременно подано напряжение от ЗГ. Поступивший однополосный сигнал в смесителе передатчика переносится на рабочую частоту сигнала, которую принимал

приемник (частоты опорного и задающего генераторов при переходе на передачу или на прием не изменяются).

Пройдя через фильтр частоты сигнала, однопольный сигнал поступает на линейный усилитель мощности (УМ), где усиливается и через антенный коммутатор (высокочастотное реле) подается в антенну.

В последние годы все большее количество коротковолнников тяготеет к импортным трансиверам промышленного изготовления (русская промышленность, к сожалению, их не выпускает). Наиболее распространенными марками импортных трансиверов являются YAESU, ICOM и KENWOOD. Но данная коротковолновая аппаратура на сегодняшний день все еще остается дорогостоящей, и не каждый желающий может себе позволить ее приобрести. Поэтому значительная часть русских коротковолнников (как и других стран постсоветского пространства) продолжают использовать самодельные трансиверы. Наибольшей популярностью пользуются самодельные многодиапазонные трансиверы конструкций В. Кудрявцева (UW3DI), Я. Лаповка (UA1FA) и В. Дроздова (RA3AO). А трансивер UW3DI (рис.2.4) стал фактически легендарной конструкцией на территории всего постсоветского пространства. Если данный трансивер добротно сделан и настроен, то может дать фору некоторым промышленным образцам.



Рис.2.4. Легендарный трансивер UW3DI

Здесь следует отметить, что трансивер сложный аппарат, собрать и, главное, настроить который начинающему радиолюбителю не под силу. В связи с этим, многие из них или приобретают готовые трансиверы, или изготавливают только передатчики. В последнем случае для приема сигналов корреспондента используются коротковолновые приемники промышленного изготовления, предназначенные для профессиональной радиосвязи и имеющие любительские диапазоны. Это радиоприемники типа P-250 различных модификаций, «Волна», P-309, P-311, P-326, P-399, УС-9 и другие. Различные схемы их усовершенствования и использования для любительской радиосвязи неоднократно публиковались в журналах «Радио», «Радиолюбитель», «Радиомир. КВ и УКВ» (до 2001 года: «Радиолюбитель. КВ и УКВ»), в изданиях МРБ (Массовая радиобиблиотека) и т.п.

Очень удачным вариантом для начинающих коротковолнников может быть трансивер «Дружба-М» (рис.2.5), выпускаемый Харьковским производственным предприятием «Контур» (г. Харьков, Украина). Данный трансивер предназначен для проведения радиосвязей телефоном (SSB) и телеграфом (CW) на всех любительских КВ диапазонах. Выходная мощность передающей части трансивера составляет 10 ватт (Вт), что соответствует требованиям по допустимой мощности для русских любительских радиостанций 3-й категории. Немаловажным фактором является и приемлимая ценовая категория трансивера. По состоянию на конец 2010 года его цена равна эквиваленту 350 USD.

Трансивер «Дружба-М» не утратит своей практичности и в случае повышения радиолюбительской категории. Как уже было сказано выше, он имеет все любительские диапазоны, включая WARC. А приобретя усилитель мощности «УМ-200», вы будете иметь выходную мощность трансивера в 200 ватт!

Для любителей потворить своими руками может быть предложен конструктор КВ трансивера «Дружба-М». В России конструктор данного трансивера реализуется Сергеем Тележниковым (RV3YF, г. Брянск). Необходимую информацию можно посмотреть на его сайте в сети Интернет (www.rv3yf.ru). Готовый трансивер и усилитель мощности можно приобрести только в Украине.

Так как в любительской радиосвязи могут использоваться трансиверы не только промышленного изготовления, но и кустарного (самодельные), то начинающим коротковолнникам надлежит знать следующее. Передатчики любительских радиостанций (передающие тракты трансиверов) должны отвечать определенным требованиям по стабильности частоты, установленным национальными

Регламентами любительской радиосвязи, Правилами и Инструкциями, которые в разных странах могут незначительно отличаться. Так, в России, согласно Решению ГКРЧ от 15 июля 2010 года № 10-07-01 «О выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств любительской и любительской спутниковой служб», допустимые отклонения частоты передатчиков любительских станций не должны превышать следующих значений:

- в диапазонах до 3,8 МГц: 100×10^{-6} , т.е. 100 Гц;
- в диапазонах от 3,8 МГц до 470 МГц: 20×10^{-6} , т.е. 20 Гц;
- в диапазонах от 470 МГц до 2450 МГц: 200×10^{-6} , т.е. 200 Гц;
- в диапазонах выше 2450 МГц: 300×10^{-6} , т.е. 300 Гц.

В Беларуси требования к стабильности частоты передатчиков любительских радиостанций, работающих в КВ диапазонах, более жесткие, а работающих в УКВ диапазонах, менее жесткие. Так, Регламент любительской и любительской спутниковой служб радиосвязи Республики Беларусь определяет, что абсолютный уход частоты должен составлять:

- в диапазонах 1,8-28 МГц: не более 50 Гц за 15 минут или 200 Гц в час;
- в диапазонах 144 МГц и 430 МГц: не более 300 Гц за 15 минут или 1,2 кГц в час;
- в диапазонах выше 1 ГГц: не более 0,01 %.

В Украине и Казахстане требования к допустимым отклонениям частоты передатчиков, работающих как в КВ, так и в УКВ диапазонах, менее жесткие и составляют:

- в диапазонах до 30 МГц: не более 300 Гц;
- в диапазонах от 30 МГц до 1300 МГц: не более 1 кГц.

Для передатчиков любительских радиостанций стабильность частоты определяется как абсолютный уход частоты в течение 15 минут с момента вхождения в связь.



Рис.2.5. Трансивер «Дружба-М» и усилитель мощности «УМ-200»

Кроме этого, следует иметь в виду, что средняя мощность побочных излучений, создаваемых передатчиками любительских радиостанций, должна быть ниже мощности основного излучения на соответствующее значение, величина которого в разных странах также может отличаться. Так, в России, средняя мощность побочных излучений должна быть ниже мощности основного излучения на следующую величину:

- в диапазонах до 30 МГц: на $43 + 10 \log (P)$ или на 50 дБ, в зависимости от того, какой уровень соответствует менее жестким требованиям, где P – пиковая мощность огибающей;
- в диапазонах выше 30 МГц: на $43 + 10 \log (P)$ или на 70 дБ, в зависимости от того, какой уровень соответствует менее жестким требованиям, где P – пиковая мощность огибающей.

Многодиапазонные трансиверы YAESU



КВ/УКВ трансивер FT- 817



КВ/УКВ трансивер FT- 857



КВ/УКВ трансивер FT- 897



КВ трансивер FT- 840



КВ трансивер FT- 1000MP



КВ трансивер FT- 450



КВ трансивер FT- 950



КВ трансивер FT- 2000



КВ трансивер FT-DX9000



КВ трансивер FT-DX5000

Многодиапазонные трансиверы ICOM



КВ трансивер IC-703



КВ/УКВ трансивер IC-706MKIIG



КВ/УКВ трансивер IC-7000



КВ трансивер IC-718



УКВ трансивер IC-910H



КВ трансивер IC-756PROIII



КВ трансивер IC-7800

Многодиапазонные трансиверы KENWOOD



КВ трансивер TS-480SAT



КВ/УКВ трансивер TS-2000



КВ трансивер TS-570D(G)

В других странах требования по средней мощности побочных излучений, создаваемых передатчиками любительских станций, менее жесткие. Например, в Беларуси средняя мощность побочных излучений, создаваемых передатчиками любительских радиостанций, должна быть:

- в диапазонах до 30 МГц (независимо от мощности передатчика): на 40 дБ ниже мощности основного излучения, но не более 50 мВт;
- в диапазонах от 30 МГц до 1300 МГц: не менее чем на 40 дБ ниже мощности основного излучения, но не более 25 мВт, при выходной мощности передатчика менее 25 Вт, а при выходной мощности передатчика более 25 Вт – не менее чем на 60 дБ ниже мощности основного излучения.

В Украине средняя мощность побочных излучений, создаваемых передатчиками любительских радиостанций, должна быть:

- в диапазонах до 30 МГц (независимо от мощности передатчика): на 40 дБ ниже мощности основного излучения, или не более 50 мВт;
- в диапазонах от 30 МГц до 235 МГц: при мощности передатчика до 25 Вт на 40 дБ ниже мощности основного излучения, или не более 75 мВт, а при мощности передатчика больше 25 Вт – на 60 дБ, или не более 1 мВт;
- в диапазонах от 235 МГц до 960 МГц: при мощности передатчика до 25 Вт на 40 дБ ниже мощности основного излучения, или не более 25 мВт, а при мощности передатчика больше 25 Вт – на 60 дБ, или не более 25 мВт;
- в диапазонах от 960 МГц и выше: при мощности передатчика до 10 Вт на 40 дБ ниже основного излучения, или не более 100 мВт, а при мощности передатчика больше 10 Вт – на 50 дБ, или не более 100 мВт.

В Казахстане, средняя мощность побочных излучений, создаваемых передатчиками любительских радиостанций, должна быть:

- в диапазонах ниже 30 МГц: на 40 дБ ниже мощности основного излучения, но не более 50 мВт;
- в диапазонах 144-146 МГц, 430-440 МГц и 1260-1300 МГц: не более 25 мВт.

Занимаемая полоса частот у любительских передатчиков не должна превышать при работе:

- телеграфом с амплитудной манипуляцией (CW, передача кода Морзе) - 100 Гц;
- телефоном с однополосной модуляцией (SSB) – 3 кГц (в некоторых странах 2,7 кГц);
- телефоном с амплитудной модуляцией (AM) – 6 кГц;
- телефоном с частотной модуляцией (FM) – 6 кГц в КВ диапазоне и 24 кГц – в УКВ диапазоне (в некоторых странах 20 кГц и даже меньше).

Надо иметь в виду, что вышеуказанные требования относятся не только к кустарным (самодельным) трансиверам, но и к трансиверам промышленного (заводского) изготовления.

Для настройки, проверки и измерений радиопередающей аппаратуры на станции должен быть эквивалент антенны. Конструкция эквивалента должна обеспечивать возможность его подключения к антенному выходу передатчика любительской станции и проведение измерений высокочастотного напряжения на эквиваленте выносным ВЧ-вольтметром. Станция, использующая однополосную модуляцию, должна быть оснащена двухтональным звуковым генератором любой конструкции, в том числе встроенным в передатчик радиостанции.

Конструкция радиостанции должна быть надежно заземлена, обеспечивать ее безопасное обслуживание и исключать возможность поражения окружающих электрическим током.

2.3.1. ПРОСТЫЕ КОРОТКОВОЛНОВЫЕ ПРИЕМНИКИ

В введении к данной книге вы уже видели упоминание о самых начинающих коротковолновиках, которых называют радиолюбителями-наблюдателями. Любой радиолюбитель, пришедший в коротковолновое радиолюбительство, обязательно проходит этап радиолюбителя-наблюдателя. При этом он может иметь наблюдательский позывной, а может его и не иметь. До самостоятельного выхода в эфир период радионаблюдений может быть продолжительным, а может ограничиться наблюдениями за работой всего лишь нескольких любительских радиостанций. Все зависит от личностных способностей, обучаемости и желания. Но какими бы высокими не были эти элементы нашей личности, миновать этап радиолюбителя-наблюдателя просто невозможно. И чем больше вы будете слушать эфир, тем быстрее сможете самостоятельно проводить двусторонние радиосвязи.

Для того, чтобы проводить радионаблюдения, необходимо иметь радиоприемник, который позволяет вести прием любительских радиостанций, работающих в КВ диапазонах. Для этого можно использовать радиоприемники промышленного (заводского) изготовления, предназначенные для профессиональной связи и имеющие любительские диапазоны. Перечень таких приемников приведен в разделе 2.3 данной главы.

Радионаблюдения можно проводить и с помощью КВ трансивера, так как приемник является обязательной его частью. Здесь следует сказать, что не всякий начинающий коротковолновик может

позволить себе приобрести, а точнее купить, готовый трансивер. Приобретение промышленного КВ приемника тоже не всегда доступно. Однако всегда есть возможность собрать необходимый приемник. Для тех, кто любит потворить своими руками, это вдвойне интересно. Ведь проведение наблюдений на радиоприемнике, собранном собственными руками, доставляет большее удовольствие.

Приемники для радионаблюдений могут быть собраны на лампах, транзисторах или интегральных микросхемах (ИМС). Наиболее простыми для сборки являются приемники прямого преобразования (*direct conversion receiver, DCR*). Кроме этого, приемники могут быть собраны на один-два диапазона, что упрощает конструкцию. В качестве примера можно привести приемник прямого преобразования на диапазон 80 метров. Его описание имеется в книге В.Т. Полякова (RA3AAE) «Радиолюбителям о технике прямого преобразования». Информация по данному приемнику доступна также в сети Интернет по адресу: <http://cadzone.ru/content/view/553/25/>. Для 20-метрового диапазона можно посмотреть приемник прямого преобразования «Домино-20м» Алексея Хамидуллина из г. Уфы (<http://www.qrz.ru/schemes/contribute/beginners/20mreceiver/>) и гетеродинный приемник Бориса Степанова, RU3AX (<http://www.cqham.ru/dcrx.htm>). В связи с разной терминологией, примененной здесь, следует уточнить, что гетеродинный приемник и приемник прямого преобразования – это одно и то же. Первоначальное название «гетеродинный приемник» в последствии было заменено на «приемник прямого преобразования», подчеркивающее факт прямого, без предварительного переноса на ПЧ, преобразования радиочастоты в звуковую – именно преобразования, а не детектирования. Этим гетеродинные приемники радикально отличаются от приемников прямого усиления, что позволяет выделить их в отдельный класс радиоприемных устройств.

Интересным для начинающих коротковолнщиков может оказаться и коротковолновый приемник В. Егорова (UA3AB) на диапазоны 20 и 40 метров. Данный приемник собран по схеме прямого усиления типа 0-V-1, т.е. имеет детекторную ступень и ступень усиления низкой частоты. Обе ступени работают на одной удвоенной лампе 6Н9М или 6Н8М, один из триодов которой используется в схеме регенеративного детектора, а второй – в ступени усиления низкой частоты. Статья В. Егорова «Простой коротковолновый приемник» была опубликована в журнале «Радио» № 3 за 1950 год. В том же году издательством ДОСАРМ была выпущена брошюра с описанием указанного приемника, которая доступна в сети Интернет.

Для начинающих радиолюбителей-коротковолнщиков, увлекающихся конструированием, возможно будет интересны наборы для самостоятельной сборки любительских КВ приемников, которые содержат необходимую документацию, готовые платы и радиодетали. В этой части Сергеем Тележниковым (RV3YF, сайт: <http://www.rv3yf.ru>) предлагаются следующие наборы:

- Набор для изготовления простого трехдиапазонного (7, 14 и 21 МГц) приемника прямого преобразования. В состав набора входят: документация, печатная плата, все радиоэлементы необходимые для сборки платы. Цена набора составляет 430 руб. Разработчиком данного приемника является Сергей Беленецкий, US5MSQ (г. Луганск, Украина). Описание приемника имеется в журнале «Радио» (№№ 11 и 12 за 2008 год).
- Набор для изготовления приемника на одной микросхеме K174XA2. В состав набора входят: документация, печатная плата, все радиоэлементы необходимые для монтажа. Цена набора составляет 210 руб. Описание этого приемника также имеется в журнале «Радио» (№ 12 за 1997 год и № 5 за 2001 год).
- Набор для изготовления КВ приемника «KARLSON». В состав набора входят: документация, печатная плата, комплект кварцевых фильтров (включая 500 кГц), микросхемы и транзисторы. Цена набора составляет 580 руб. К сожалению, в данном наборе отсутствуют ЭМФ, конденсаторы, резисторы и ряд других компонентов, которые можно заказать отдельно. Следует добавить, что данный приемник перекрывает пять радиолюбительских диапазонов от 10 до 80 метров. Режимы работы, как и у всех вышеуказанных приемников – телефон (SSB) и телеграф (CW). Питание приемника возможно от батареи типа «Крона», т.е. 8-9 вольт постоянного тока. Разработчиком приемника «KARLSON» является Борис Попов, UN7CI (г. Петропавловск, Казахстан). Описание приемника можно посмотреть в сети Интернет, которое находится по адресу: http://cqham.ru/trx85_09.htm.

Как мы видим, здесь приведена общая информация по радиолюбительским приемникам, без подробного описания той или иной конструкции. Это связано с тем, что при написании данной книги не ставилась цель углубленного изложения технической стороны коротковолнового радиолюбительства, так как для этого имеется большое количество технической литературы (в том числе в электронном виде), в которой имеются подробные описания как радиолюбительских приемников, так и трансиверов. Дополнительную информацию по радиолюбительским приемникам можно получить в сети Интернет на сайте кубанских радиолюбителей (<http://cqham.ru>), которая размещена в разделе «Трансиверы».

2.4. АНТЕННЫ

Крылатое радиолюбительское выражение гласит: хорошая антенна – лучший усилитель высокой частоты. Их типы подробно и хорошо описаны в книгах К. Ротхаммеля «Антенны» и З. Беньковского и Э. Липинского «Любительские антенны коротких и ультракоротких волн». Кроме этого, описания различных КВ антенн можно найти в журналах «Радиомир. КВ и УКВ» и другой радиолюбительской литературе, а также на радиолюбительских сайтах в сети Интернет.

Антенной называется радиотехническое устройство для излучения или приема электромагнитных волн (радиоволн). По назначению они подразделяются на приемные, передающие и приемно-передающие. Все характеристики антенн одинаковы при приеме и передаче, поэтому любую передающую антенну можно использовать как приемную. В то же время не все приемные антенны можно эффективно использовать при передаче, если они имеют малые размеры и высоту установки или ограничения по допустимому напряжению.

Передающая антенна служит для превращения переменных электрических токов высокой частоты, вырабатываемых передатчиком радиостанции, в электромагнитные колебания (радиоволны) и излучения их в окружающее пространство (эфир) в заданном направлении. *Приемная антенна*, ничем не отличаясь от передающей, решает обратную задачу - преобразует воздействующие на нее электромагнитные волны (радиоволны) в токи соответствующей частоты, обеспечивая при этом наилучшие условия приема нужных сигналов.

При проведении двусторонней любительской радиосвязи одновременно используется, как правило, одна антенна – приемно-передающая, т.е. общая для передачи и приема радиосигналов. Во время передачи ее подключают к выходу передатчика (выходному каскаду трансивера), а во время приема – к входу приемника (входному каскаду трансивера).



Рис. 2.6. Антенна «CP-6»

Для любительской радиосвязи начинающим коротковолновикам лучше использовать наиболее простые в изготовлении и установке проволочные антенны. Это, в первую очередь, диполи (разновидность полуволнового вибратора) и треугольники. Для высокочастотных диапазонов можно также использовать вертикальные антенны типа «граунд-плэйн» (четвертьволновый штырь с противовесами).

Высота подвеса полуволновых диполей над подстилающей поверхностью (чаще всего, ею является земля) должна быть соизмеримой с длиной волны. Для любительской работы их следует располагать на высоте $0,5\lambda$ от поверхности Земли (или железобетонной крыши, если антенна расположена на ней). Минимально допустимая высота подвеса антенны составляет $0,1\lambda$. Величину $0,5\lambda$ следует применять для антенн высокочастотных диапазонов 10 и 15 м, а величину $0,1\lambda$ для низкочастотных диапазонов 160 и 80 м (чем выше, тем лучше). Данные положения применимы и к антеннам «треугольник».

Для соединения антенны с приемником или передатчиком (приемно-передающей радиостанцией) в большинстве случаев применяются закрытые фидерные (питающие) линии в виде коаксиальных кабелей типа РК с волновым сопротивлением 75 или 50 Ом.

Начинающему радиолюбителю-коротковолновику следует знать, что установка наружных антенн любительских радиостанций на крышах зданий должна быть согласована с жилищно-эксплуатационными или административными органами, в ведении которых находятся эти здания. Ответственность за безопасность работ по установке, ремонту и настройке антенных сооружений любительских радиостанций несет ее владелец. Владельцы индивидуальных радиостанций отвечают также за сохранность кровли зданий в местах расположения мачт, опор и креплений принадлежащих им антенных сооружений, а

также за безопасность этих сооружений для окружающих.

Нередко возникают сложности в получении в жилищно-эксплуатационных организациях согласия на установку радиолюбительских антенн на крышах жилых домов. Это связано с неоправданной боязнью руководителей ЖЭО за возможные повреждения кровли домов при установке и эксплуатации радиолюбительских антенн, а иногда просто с проявлением бюрократизма.

В ряде областей (краев, республик) этот вопрос решается на уровне руководителей администраций этих субъектов Российской Федерации. Так, например, в Хабаровском крае главой администрации края в 1997 г. принято постановление, разрешающее радиолюбителям установку антенн на крышах

зданий (приложение 4). На федеральном уровне, к сожалению, законодательных и иных нормативных правовых актов до настоящего времени не принято.

Если вам все же отказывают в установке антенн, то единственный путь к положительному решению данного вопроса – это обращение в суд с жалобой на действия должностного лица, нарушающего ваши права.

2.4.1. МАЧТЫ

Большинство радиолюбительских антенн устанавливается на мачтах (рис.2.7). Мачты могут быть изготовлены из металлических (дюралевых) труб или деревянных шестов. Для удержания их в вертикальном положении используются оттяжки. Чем большую высоту имеет мачта, тем больше ярусов оттяжек требуется использовать для ее устойчивости. При использовании металлических мачт

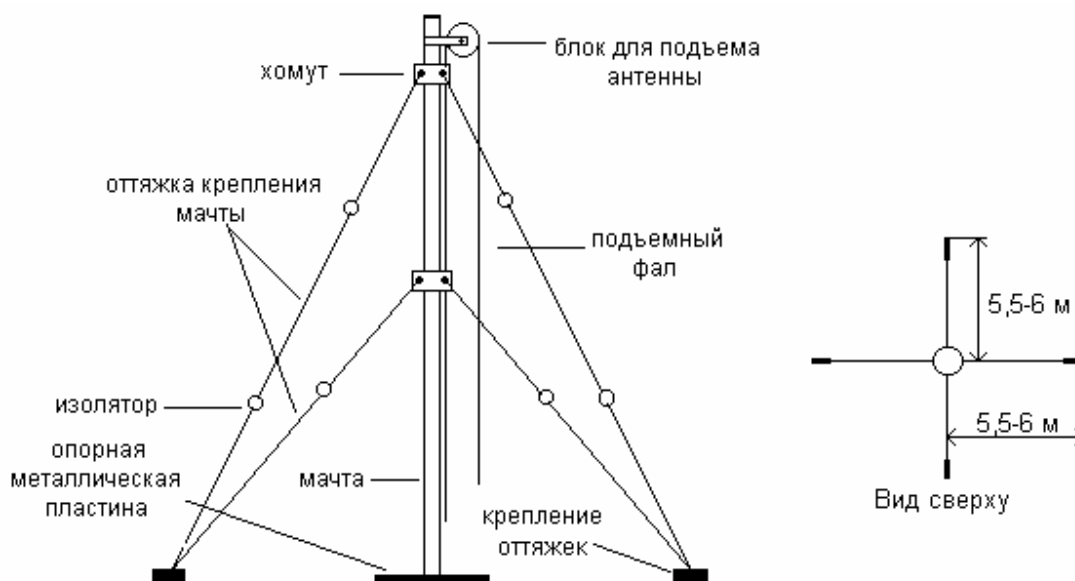


Рис.2.7. Антенная мачта в развернутом виде

ярусы оттяжек располагаются через 4-6 м, при деревянных мачтах – через 3-4 м. Расстояние от вершины мачты до верхнего яруса оттяжек должно быть минимальным, допускаемым конструкцией используемой антенны. Число оттяжек в каждом ярусе может быть от 3 до 4, важно только равномерно разместить их по кругу. При установке высоких мачт нагрузки на оттяжки под действием ветра могут быть очень большими, поэтому необходимо тщательно выбирать материал оттяжек и способ их крепления, чтобы избежать падения мачты. В качестве оттяжек могут использоваться антенный тросик, биметаллический или стальной (желательно оцинкованный) провод, капроновый шнур и т.п.

Поскольку случаи падения высоких мачт все же случаются, следует позаботиться о том, чтобы при падении мачты она не могла задеть линии электропередачи, телефонные линии, упасть на территорию соседей или на прохожих. Лучше заранее принять все предосторожности, они никогда не бывают излишними!

Использование проволочных оттяжек может существенно влиять на характеристики антенны. Для исключения их влияния оттяжки необходимо разрывать фарфоровыми изоляторами на части длиной 1,5-2 м. Применение оттяжек из прочного капронового шнура исключает влияние на характеристики антенны, но нужно позаботиться о том, чтобы шнур не мог перетереться или перерезаться об острые кромки конструкций при раскачивании мачты. Узлы креплений капронового шнура необходимо страховать от сползания и развязывания путем их оплавления.

Верхние концы оттяжек следует крепить к установленным на мачте металлическим хомутам. Нижние концы оттяжек мачт крепятся к металлическим трубам (колям) диаметром 25 мм и длиной 1-1,5 м, забитых под углом в землю (при расположении антенны на земле), или к специально изготовленным креплениям, вделанным в крышу или стены (при расположении антенны на крыше здания).

Существует много вариантов изготовления самодельных мачт. Мачту, например, можно изготовить из нескольких дюралевых труб одинакового диаметра и длиной каждой из них 3-4 м. Трубы выбираются диаметром 40-80 мм с учетом высоты мачты. Секции соединяются между собой отрезками трубы,

диаметр которой точно соответствует внутреннему или наружному диаметру секции. Соединение делается с помощью сквозных болтов.

Устанавливать такую мачту следует на опорной металлической пластине размером, примерно, 300х300х15 мм. В центре опорной пластины приваривается металлический цилиндр высотой примерно 10 см и диаметром - меньше внутреннего диаметра нижней трубы мачты. Мачта надевается на данный металлический цилиндр. Это исключает смещение ее нижней части, а также продавливание грунта, если мачта устанавливается на земле.

Установка мачты производится силами нескольких человек. Мачту кладут на землю или крышу, и нижний край ее одевают на металлический цилиндр вертикально поставленной опорной пластины. Оттяжки мачты, расположенные со стороны земли (крыши), крепятся к кольям (креплениям) с таким расчетом, чтобы мачту можно было поднять вертикально. Подъем мачты осуществляется так: приподнимают над землей ее верхний конец и одновременно тянут за оттяжки, которые не привязаны к крепежным кольям (креплениям). По мере подъема вершины мачты над землей ее нужно поддерживать снизу. Когда мачта встанет почти вертикально, подъемные оттяжки привязывают к крепежным кольям (креплениям), и после этого регулируют натяжение отдельных оттяжек до установки мачты в вертикальное положение. Любую регулировку начинать следует с нижних ярусов.

Материалом для изготовления мачты может служить и дерево. В этом случае лучше использовать для мачты ель. Ее древесина не требует трудоемкой обработки и хорошо противостоит воздействию осадков. Длинные (до 20 метров) ели с узкой кроной и тонким комлем нетрудно найти в густом лесу. Сухостойные ели настолько легки, что их нетрудно вывезти из леса к месту установки волоком.

При установке деревянной мачты на земле ее основание углубляют в землю на 15-20 см. Для предотвращения гниения находящегося в земле комля, его предварительно следует обмазать горячим битумом или обжечь до обугливания на костре.

При сыром и мягком грунте под мачту необходимо положить просмоленный кусок толстой доски или лист железа по размеру ямы, чтобы мачта не продавливала грунт.

Если деревянная мачта устанавливается на крыше, то необходимо предусмотреть упор для ее комля, иначе он будет скользить по поверхности при подъеме. В качестве упора могут быть использованы выходные трубы вентиляции, канализации и т.п. После подъема мачты ее основание следует закрепить за предмет, который использовался в качестве упора.

Деревянную мачту, как и дюралевую, можно установить на опорной металлической пластине. В этом случае вместо металлического цилиндра на ней следует приварить «стакан» – отрезок трубы, внутренний диаметр которого должен быть чуть больше диаметра комля. Основание мачты (комель) вставляется в этот «стакан».

При установке на земле очень удобна телескопическая мачта. Для ее изготовления подбираются водопроводные трубы (предпочтительно оцинкованные) длиной 3-4 м, входящие одна в другую без большого зазора. В земле пробуривается отверстие, по диаметру несколько больше диаметра самой толстой из труб, на глубину 2-3 м и эта труба цементируется в землю таким образом, чтобы верхний ее конец был на 1-1,5 м выше уровня земли. Остальные трубы, длины которых должны быть несколько разными (каждая из труб должна быть длиннее более толстой на 20-30 см), вкладываются внутрь наружной, зацементированной трубы. При этом в сложенном виде макушка мачты будет доступна с земли. Закрепив антенну на верху самой тонкой трубы, последовательно можно выдвинуть вверх все колена мачты. Колена в поднятом состоянии должны входить друг в друга на 40-50 см; скрепить их в этом положении можно сквозными болтами подходящего диаметра. При общей высоте мачты 6-8 м она может быть выполнена без оттяжек. При большей высоте оттяжки необходимы.

При установке антенн на мачтах, каждую из них желательно располагать на отдельных мачтах. В случае если пространство ограничено, несколько антенн можно расположить на одной мачте. Так, у автора ранее на одной мачте были расположены сдвоенный "Inverted V" на диапазоны 80 и 40 м и два треугольника – на диапазоны 10 и 15 м, которые выполняли роль оттяжек среднего яруса.

Антенны можно крепить непосредственно к мачтам перед их подъемом, но это не совсем удобно. При необходимости устранения неполадок мачты придется вновь опускать. Лучше вверху мачты укрепить блок, через который следует пропустить подъемный фал (тросик или капроновый шнур). При установленной мачте концы фала должны свисать почти до ее основания. Один конец фала привязывается к изолятору антенны, на котором закреплен коаксиальный кабель. С помощью фала центральная часть антенны поднимается к вершине мачты. Нижний конец фала крепко привязывается у основания мачты.

При расположении антенны на нескольких мачтах (диполь, треугольник), блоки устанавливаются на каждой из них. Фалы крайних мачт в этом случае будут выполнять одновременно роль оттяжек антенны.

Все, что было сказано выше, относится к самостоятельному изготовлению антенных мачт. Однако многие радиолюбители, при наличии финансовых возможностей, предпочитают приобретать уже

готовые мачты и мачтовые конструкции. В качестве примера можно привести трубчатую мачту Communication Technologies CT-S1T (рис.2.8). Данная мачта состоит из разборного станка-подъемника, ствола мачты, опорной площадки и системы оттяжек. На мачтах данной серии можно размещать антенно-фидерное оборудование массой до 40 кг и ветровой площадью до 1,2 кв.м. Такая мачта может быть установлена как на земле, так и на крыше здания. И даже в кузове грузового автомобиля!

Антенное устройство может крепиться на верхней секции данной мачты двумя способами: хомутами к самому стволу мачты (для фиксированных антенн) и с использованием секции CT-S1T (для вращающихся антенн). Секция CT-S1T представляет собой металлическую конструкцию, которая монтируется на верхней секции мачты и закрепляется болтовым крепежом. На ней предусмотрены пластины под крепление поворотного устройства YAESU G-800SA или G-800DXA (G-1000DXA) и опорного подшипника GS-065. На мачту серии CT-S1T могут быть установлены такие направленные антенны, как волновой канал (например YAGI: AD222, AD223, A3S, A4S, TH-2MK3 и др.), рамочные антенны (например QUAD: RQ-22, RQ-23, RQ-25 и др.), а также широкополосные антенны (многодиапазонные вертикалы, Inverted V и т.д.).

Преимущества трубчатых мачт со станком-подъемником серии CT-S1T (и аналогичных им) по сравнению с обычными мачтами заключаются в том, что:

- станок и сама мачта полностью разборные, имеют небольшие массу и габаритные размеры, тем самым позволяя без особых затрат перевозить комплект любым видом транспорта;
- возможность полного разбора конструкции станка-подъемника по завершении установки мачты, что позволяет применять его для монтажа (демонтажа) и обслуживания поочередно нескольких мачт;
- простое по конструктивному исполнению устройство мачты и станка-подъемника позволяет быстро развернуть мачту в рабочее положение даже в полевых условиях;
- небольшая по своим габаритным размерам площадка для развёртывания антенно-мачтового устройства предполагает широкий выбор размещения мачты на местности;
- наличие небольших по длине секций и их количественный состав в мачте дают возможность варьировать высоту мачты и тем самым предоставляют большой выбор предпочтительных высот установки антенных устройств;
- варианты комплектации по числу секций в мачте дают большую возможность выбора мачты в отношении её ценового диапазона.

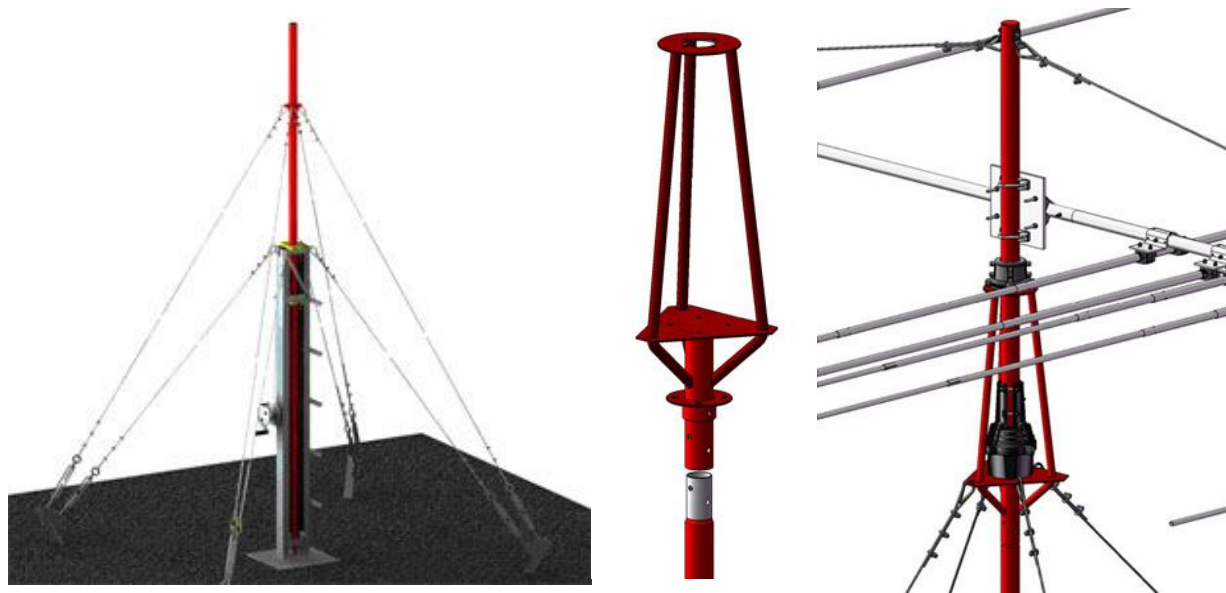


Рис. 2.8. Трубчатая мачта со станком-подъемником серии CT-S1T

В настоящее время в продаже имеется большой выбор антенных мачт, которыми торгуют как частные лица, так и организации. Необходимую информацию о реализации такого товара можно найти в сети Интернет на Сервере радиолюбителей России "QRZ.RU" (<http://www.qrz.ru>), а также на других радиолюбительских сайтах.

2.4.2. АНТЕННЫ НАЧИНАЮЩИХ КОРОТКОВОЛНОВИКОВ

Диапазон 160 метров (1,8 МГц) и диапазон 80 метров (3,5 МГц)

Полуволновая антенна, или диполь (рис.2.9). Диполь представляет собой прямой проводник, электрическая длина которого равна половине длины излучаемых им электромагнитных волн. Действительная (геометрическая) длина диполя несколько меньше чем $\lambda/2$. Это связано с тем, что на концах антенны возникает емкостный ток, который эквивалентен увеличению ее длины. Необходимую длину диполя, с учетом соответствующего коэффициента укорочения, можно рассчитать по приближенной формуле, которая вполне удовлетворяет всем требованиям практики:

$$L(\text{м}) = \frac{142500}{f(\text{кГц})} \quad \text{или} \quad L(\text{м}) = \frac{142,5}{f(\text{МГц})},$$

где L – длина диполя в метрах, а f – частота в килогерцах (кГц) и мегагерцах (МГц). При этом для расчета необходимо брать среднюю частоту ($f_{\text{ср.}}$) используемого участка диапазона. Используя указанную формулу можно определить, что длина диполя для диапазона 160 м составляет 75 м ($f_{\text{ср.}} = 1900$ кГц), а для диапазона 80 м – 39,58 м ($f_{\text{ср.}} = 3600$ кГц).

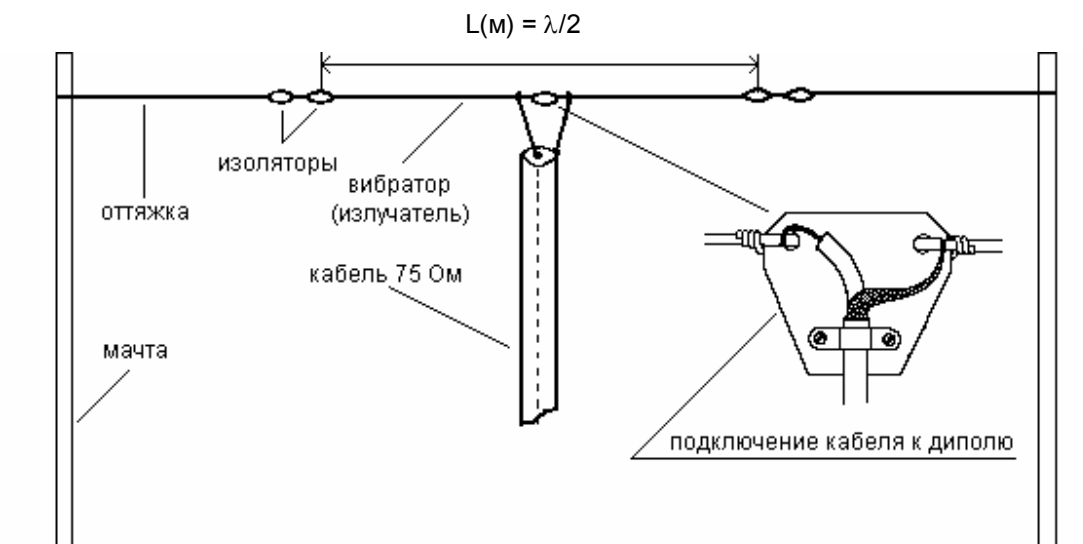


Рис.2.9. Антенна «диполь»

Изготавливается диполь из антенного канатика – многожильного провода, свитого из медных проволок, или биметаллического провода диаметром 3-4 мм. В центре диполя, в его разрыв, подключен (методом скрутки и пайки) коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. Кабель желательно располагать перпендикулярно диполю хотя бы на несколько метров от него.

В качестве изолятора в центре диполя должна использоваться достаточно прочная пластина из гетинакса, текстолита или оргстекла толщиной не менее 10 мм. Кабель необходимо закрепить в нижней части пластины с помощью металлической скобы и двух винтов. Оплетка и центральная жила распаиваются без натяга, так чтобы весь вес кабеля приходился на скобу. Внешние концы диполя изолируются с помощью фарфоровых изоляторов. Это необходимо для сохранения соответствующей длины излучающей части антенны и предотвращения утечки из нее токов ВЧ в землю.

Антенна «диполь» имеет максимум диаграммы направленности излучения в направлении, перпендикулярном оси излучателя (вибратора).

Располагать диполь следует на двух-трех мачтах (при этом можно использовать имеющиеся вблизи высокие деревья), а если вы проживаете в многоэтажном доме (в пять и более этажей), то разместить его лучше над двором, закрепив оттяжки антенны за крыши домов. В качестве оттяжек можно использовать крепкий капроновый шнур, антенный тросик, стальную (желательно оцинкованную) проволоку и т.п.

Антенна «Inverted V» («перевернутая V», рис.2.10). Она является разновидностью диполя и часто используется коротковолновиками для работы на 80- и 40-метровом диапазонах. Преимущество этой антенны – наличие всего лишь одной мачты в середине диполя. Высота вершины мачты по отношению к плоскости земли или крыше дома, если она является железобетонной, должна составлять не менее 10 м для указанных диапазонов (чем выше, тем лучше). «Плечи» антенны наклонены вниз под углом 90-140° по отношению друг к другу с помощью оттяжек. Оттяжки крепятся к кольям, вбитым в землю (при расположении антенны на земле), или к специально изготовленным креплениям, вделанным в крышу или стены (при расположении антенны на крыше здания). Нижние концы антенны должны располагаться на высоте не менее 1 м от подстилающей поверхности.

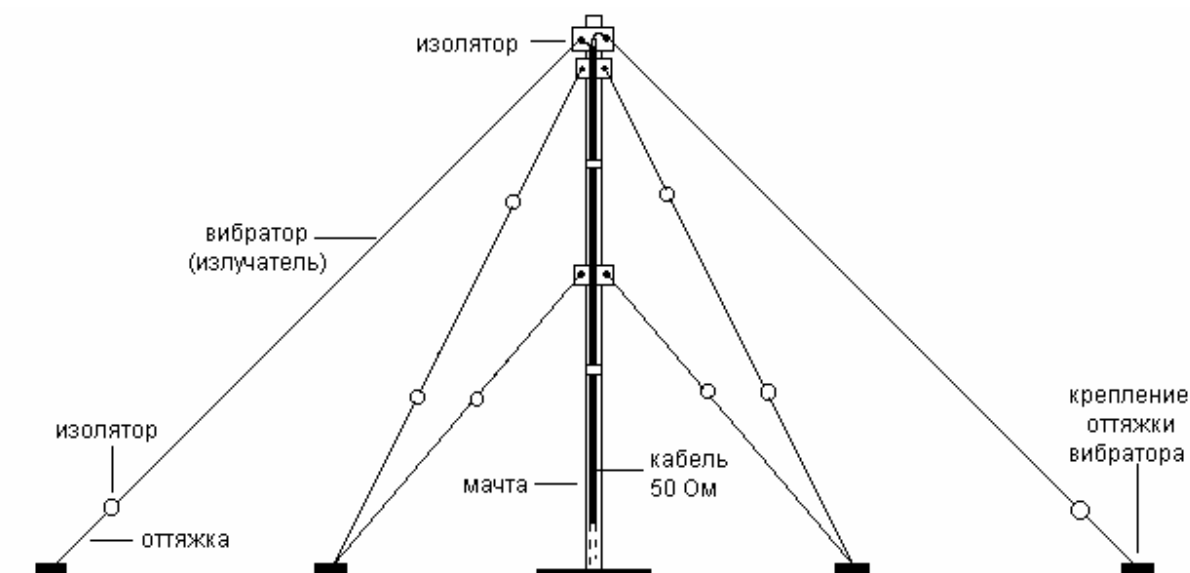


Рис. 2.10. Антенна «Inverted V»

Длина излучающей части данной антенны выбирается короче длины диполя примерно на 2,5-5% из-за значительной емкости концов антенны по отношению к земле. Питание к антенне желательно подводить коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом.

Антенна «треугольник» (рис.2.11). Данная антенна выполняется из антенного (медного) канатика или биметаллического провода диаметром 3-4 мм. Стороны треугольника по длине приблизительно равны между собой. Если этого достичь невозможно по каким-либо причинам, расстраиваться не стоит. Главное, чтобы была соблюдена общая длина излучающей части антенны. Питается такая антенна коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 Ом, который подключается в разрыв провода, образующего треугольник. Чтобы исключить обрыв кабеля, его следует закрепить на ближайшей оттяжке. Антенну лучше натянуть над двором и если есть возможность, то желательно один из углов треугольника закрепить выше других. Это позволит устанавливать очень дальние связи. При изготовлении антенны «треугольник» следует иметь в виду, что геометрическая длина ее излучающей части должна быть несколько больше длины излучаемых электромагнитных волн. Для диапазона 160 м она будет составлять 161 м, а для диапазона 80 м – 85 м.

Длину антенны «треугольник» можно рассчитать по формуле:

$$L(\text{м}) = \frac{306}{f(\text{МГц})}.$$

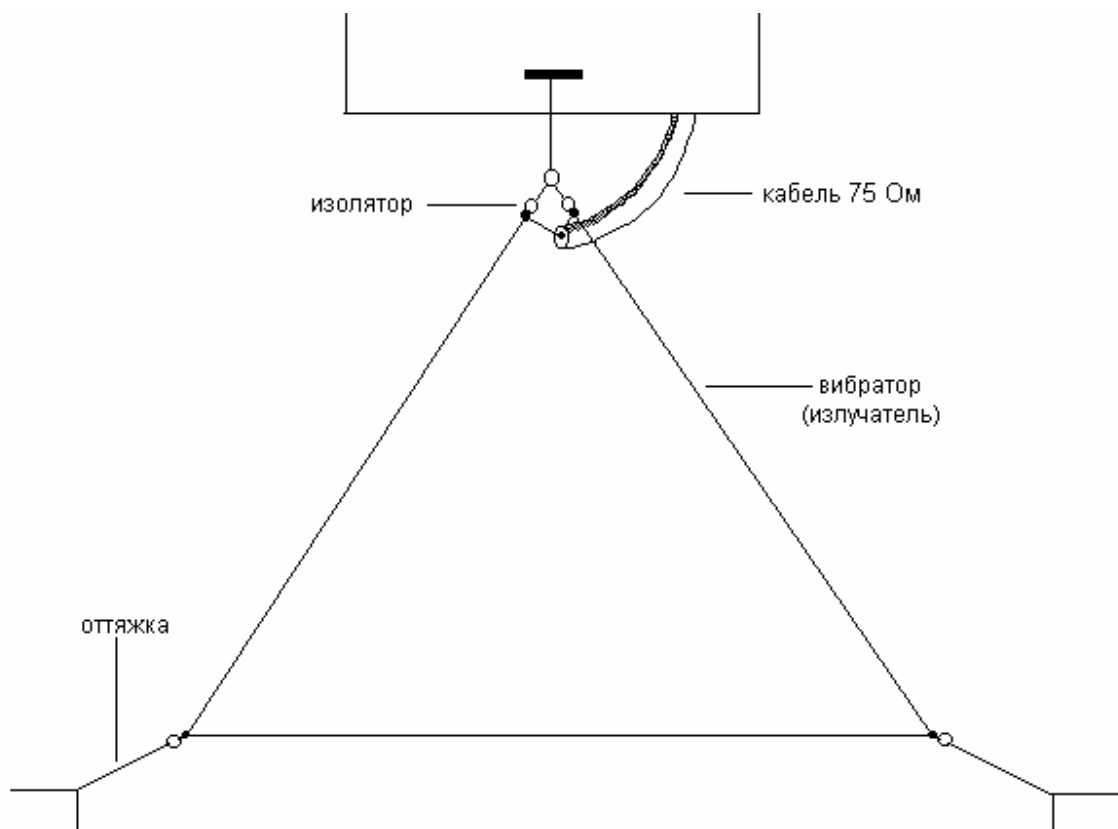


Рис.2.11. Антенна «треугольник»

Как показал опыт использования автором выше описанных антенн, они хорошо работают не только в диапазонах 160 и 80 метров, но также и на других коротковолновых диапазонах.

Диапазон 10 метров (28 МГц) и диапазон 15 метров (21 МГц)

Антенна «граунд-плэйн» (рис.2.12). Антенна «граунд-плэйн» представляет собой улучшенный вариант четвертьволнового вертикального штыря. Вертикальная часть антенны (вибратор) изготавливается из дюралевой (медной) трубы диаметром 10-40 мм. Электрическая длина вибратора равняется $\lambda/4$. Геометрические размеры вибратора для диапазонов 10 и 15 м приведены в таблице 1. Вибратор в обязательном порядке крепится на изоляторе. С изолятором обычно возникают трудности, так как он должен быть выполнен из хорошего диэлектрика и иметь достаточно большие размеры для размещения на нем вибратора. В качестве такого изолятора можно порекомендовать фторопластовый цилиндр или керамический изолятор от электросетей.

Таблица 2.1

Размеры элементов антенны «граунд-плэйн»

Диаметр Вибратора мм	Длина вибратора		Длина противовесов	
	Диапазон 10 м, см	Диапазон 15 м, см	Диапазон 10 м, см	Диапазон 15 м, см
10	255	342	261	350
20	250	339	256	347
40	246	336	252	344

Нижний конец вибратора с изолятором следует приподнять над крышей на 1,5-2 м (лучше выше) и установить на опоре. В качестве опоры можно использовать прочную трубу или деревянный шест необходимого диаметра. Вибратор с изолятором должны быть крепко закреплены на опоре. Для устойчивости вибратора при сильном ветре на 2/3 его высоты следует укрепить 3-4 оттяжки из капронового шнура.

Под изолятором крепятся четыре провода (противовесы) длиной $\lambda/4$, которые натягиваются в радиальных направлениях. Геометрические размеры противовесов приведены в таблице 2.1. Они обычно на 2,5% длиннее вибратора. Для улучшения согласования радиальные проводники располагают примерно под углом 135° по отношению к вибратору, т.е. они наклонены вниз. Эти радиальные четвертьволновые проводники соединены между собой около основания вибратора, но сам вибратор от них изолирован. Нижние концы противовесов, с помощью фарфоровых изоляторов, изолируются от крыши.

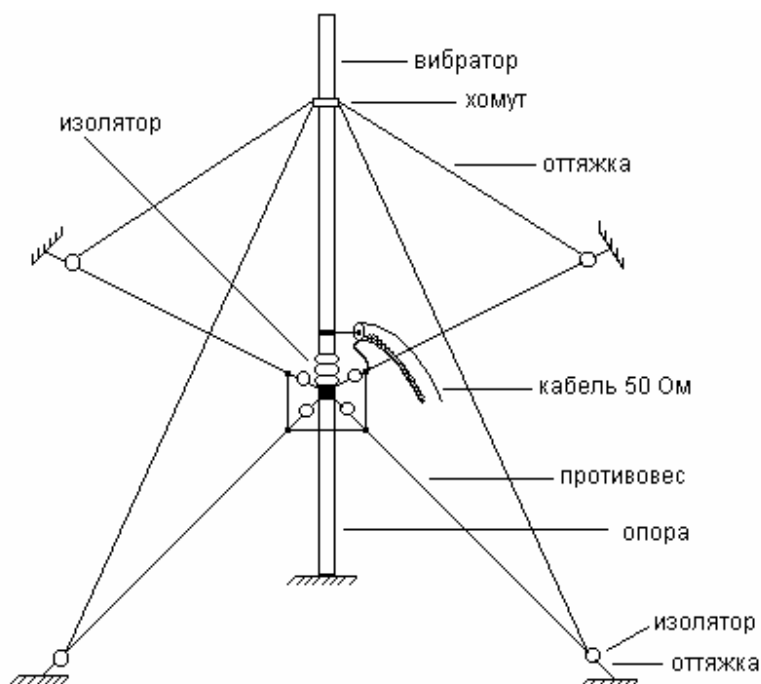


Рис.2.12. Антенна «граунд-плэйн»

Изготавливаются противовесы из антенного (медного) канатика или биметаллического провода диаметром 3-5 мм. Питающий антенну коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом подключается центральной жилой к нижнему концу вибратора, а оплетка соединяется с радиально расположенными проводниками (противовесами). Очень важно, чтобы влага не проникала в изоляцию коаксиального кабеля, так как в противном случае он становится совершенно неприемлемым в качестве линии передачи.

Полуволновые диполи и треугольники для диапазонов 10 и 15 м выполняются аналогично вышеописанным антеннам для низкочастотных диапазонов с соответствующим уменьшением размеров излучающих элементов. Для диапазонов 10 и 15 м длина диполя составляет 5 м ($f_{ср.} = 28,5$ МГц) и 6,72 м ($f_{ср.} = 21,2$ МГц), соответственно, а треугольника – 10,74 м и 14,43 м.

Как вы уже возможно заметили, для расчета длины антенн были взяты средние частоты ($f_{ср.}$) наиболее используемых участков диапазонов. Если кто-то отдает предпочтение каким-то определенным видам радиосвязи (например, CW и DIGIMODE, или SSB), то при изготовлении указанных антенн следует брать значения средних частот ($f_{ср.}$), отведенных для работы исключительно этими видами радиосвязи (излучения).

Положительным фактором в последние годы является то, что радиолюбители имеют возможность приобретения уже готовых антенн. Как в России, так и в других государствах ближнего зарубежья, в настоящее время имеется достаточно фирм-посредников, торгующих антеннами. В России можно назвать такие, как «Юником» (<http://www.unicom.ru>), «Тангента» (<http://www.tangenta.ru>), «COM-COM» (<http://www.com-com.ru>) и ряд других. При наличии финансовых возможностей в «COM-COM», например, можно приобрести очень даже неплохую вертикальную многодиапазонную антенну CP-6 (см. рис.2.6). Данная антенна компактна, для ее установки не требуется много места. Она работает практически на всех любительских диапазонах, за исключением диапазона 160 метров (1,8 МГц). Автор данной книги использует указанную антенну с 2008 года. За первый год работы в эфире с использованием антенны CP-6 было проведено около 4000 радиосвязей с 60 странами мира.

2.5. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ РАДИОСТАНЦИЯХ

При настройке, регулировке и эксплуатации аппаратуры любительских радиостанций, а также при установке, настройке и ремонте антенн радиолюбители должны строго соблюдать правила техники безопасности, а также предупреждать случаи нарушения этих правил другими лицами.

- Аппаратура любительской радиостанции (трансиверы и т.п.) должна устанавливаться на рабочих столах операторов. Каждое радиоустройство должно быть помещено в корпус (кожух), исключающий возможность случайного прикосновения к токонесущим частям аппаратуры. Корпусы аппаратуры, питаемой от сети переменного тока, должны быть надежно заземлены.

- Заземление аппаратуры любительской радиостанции должно выполняться путем подключения к специально устроенному наружному заземлению, либо к контуру заземления здания (жилого дома). Для устройства наружного заземления в яму размером 1 х 1 метр и глубиной не менее 1,5 метра помещается стальной или медный лист толщиной не менее 5 мм. К листу должен быть приварен стальной (медный) провод сечением не менее 16 кв. мм. Если яма для заземления вырыта в сухом грунте, перед засыпкой в нее необходимо поместить слой золы или древесного угля и обильно полить водой. Вывод провода заземления до высоты 2,5 метра должен быть защищен металлической трубой.

В случаях, когда подключение к контуру заземления здания невозможно, допускается использование для заземления труб водопровода (холодная вода). На зачищенную трубу через свинцовую прокладку надевается металлический хомут, к которому крепится провод заземления. Использовать для заземления трубы и радиаторы отопления и газовой сети не разрешается.

Все соединения в цепях заземления аппаратуры радиостанции должны быть выполнены методом сварки, спресовывания или винтовой обкрутки с последующей пропайкой. Применение одной только пайки запрещается. Для подключения проводов заземления блоки аппаратуры должны иметь резьбовые зажимы, гарантирующие надежное механическое соединение и электрический контакт.

- Все операции по замене выходных ламп, элементов выпрямительных устройств и т.п. в процессе эксплуатации любительской радиостанции должны выполняться в полностью обесточенной аппаратуре. Перед началом работ необходимо при помощи щупа наложить переносное заземление на все детали радиоустройства, где могут сохраняться заряды высокого напряжения.

- Настройку и регулировку включенных передатчиков надо производить только одной рукой, держа вторую руку за спиной. Регулировка должна производиться инструментом с изолированными ручками.

- Во время грозы или при ее приближении эксплуатация любительской радиостанции должна быть прекращена, вводы фидеров антенных устройств заземлены, а аппаратура станции обесточена.

- Не разрешается допускать к работе с аппаратурой посторонних лиц, особенно находящихся в состоянии опьянения.

- В работах по установке мачт (башен) антенных сооружений должны принимать участие не менее двух человек, а при установке мачт высотой более 8 метров – не менее шести человек.

- Запрещается подниматься на мачты (башни) и производить работы на антенных устройствах во время грозы или при ее приближении, при сильном ветре, дожде, снегопаде и гололеде.

- Лица, производящие на антенных устройствах любительских станций работы, связанные с выходом на крышу здания или подъемом на мачты (башни), должны иметь обувь с нескользящей подошвой и брезентовые или кожаные рукавицы.

- Перед выходом на наклонную крышу здания не обходимо надеть предохранительный пояс со страховочной веревкой, либо обвязаться прочной веревкой, оставив свободный конец для страховки. Страховочную веревку следует закрепить на чердаке за балку или стропила. Крепить веревку за дымовые трубы, стойки радиотрансляционных сетей, мачты телевизионных антенн и т.п. запрещается.

- Оттяжки антенных мачт должны крепиться за балки крыши или вделанные в стене здания закладные части (крепления). Крепление оттяжек к трубам, стойкам радиотрансляционных сетей, а также за карнизы, желоба и водосточные трубы запрещается.

- Ремонтные и монтажные работы в помещении любительской радиостанции, связанные с применением легковоспламеняющихся веществ (бензина, ацетона, масел и т.п.), должны производиться только в светлое время суток при полностью обесточенной аппаратуре и выключенном освещении. Во время таких работ пользование электроинструментом, включая паяльники и измерительные приборы, питаемые от сети, запрещается.

По окончании работ остатки легковоспламеняющихся веществ, а также пропитанная ими ветошь, промасленные тряпки и т.п. должны быть убраны из помещения радиостанции, а само помещение проветрено.

- Всегда следует быть осторожным при работе с электрическим током.
- Каждый радиолюбитель обязан изучить приемы оказания первой помощи пострадавшему от поражения электрическим током.
- Спасение потерпевшего при поражении током в большинстве случаев зависит от того, насколько быстро ему будет оказана первая помощь. Поэтому при несчастном случае необходимо действовать быстро и решительно.
- Если в случае судорожного сокращения мышц пострадавший не может выпустить из рук провод или инструмент, нужно немедленно выключить установку или же оторвать пострадавшего от токонесущих частей. В этом случае нельзя прикасаться к человеку, находящемуся под током, голыми руками. Надо обязательно использовать какой-нибудь изоляционный предмет (сухую палку, веревку и пр.). Можно также изолировать свои руки резиновыми перчатками, сухой тряпкой, фуражкой и др.
- Если пострадавший находится в сознании (но до этого был в бессознательном состоянии), то ввиду возможного ухудшения его состояния необходимо вызвать врача.
- При бессознательном состоянии пострадавшего (но при наличии у него слабого дыхания и пульса) необходимо уложить его удобно и ровно, расстегнуть одежду на груди, создать приток чистого воздуха. Пострадавшему нужно давать нюхать нашатырный спирт, обрызгать его водой, срочно вызвать врача.
- Если пострадавший дышит неровно или вообще у него отсутствуют признаки жизни (нет дыхания, пульса, сердцебиения), следует немедленно начать искусственное дыхание и не прекращать его до прибытия врача.
- При поражении током и бессознательном состоянии пострадавшего, дорога каждая секунда. Поэтому первую помощь необходимо оказать немедленно, по возможности тут же, на месте происшествия. Искусственное дыхание следует производить до положительного результата (оживления) или до прибытия врача. Наблюдались случаи, когда после поражения током люди возвращались к жизни только через несколько часов.
- Во время производства искусственного дыхания необходимо следить за состоянием пострадавшего. При появлении у него самостоятельного вдоха искусственное дыхание нужно прекратить. Если после нескольких мгновений ожидания окажется, что пострадавший не дышит, нужно продолжить искусственное дыхание.

* * *