

Широкополосные антенны

для портативных радиостанций

Владимир Альшенецкий
Артем Круглов
Михаил Колесников
Михаил Лунин

Современные средства радиосвязи, в том числе портативные, работают в столь широкой полосе радиочастот, что принятое деление на диапазоны (ДКМВ, КВ, УКВ, ДМВ и т. д.) становится все более условным. В связи с этим появилась острая потребность в широкополосных¹ и сверхширокополосных² антеннах, которые при разумных габаритах могли бы обеспечивать достаточное усиление в рабочей полосе частот.

Среди зарубежных производителей средств радиосвязи наибольших успехов в разработке широкополосных антенн добились TRIVAL ANTENE (Словения), HARRIS (США), Hascall-Denke (США), Shakespeare (США), RACAL ANTENNAS LTD (Великобритания), COJOT (Финляндия), COMROD (Норвегия). При этом необходимо отметить, что производителей, как и моделей таких антенн, становится все больше, и технические характеристики продолжают совершенствоваться.

По электрическим параметрам, в частности по полосам рабочих частот антенн, сформировались некоторые «нормы», связанные с характеристиками самих средств связи. Так, основная часть современных профессиональных портативных радиостанций работает в полосе частот 30–512 МГц. Вместе с тем характеристики антенн, работающих во всем указанном диапазоне, еще не достигли того уровня, когда одна антенна имеет соотношение размеров и коэффициента усиления, свойственное узкополосным антеннам. Поэтому производители выпускают обычно линейку антенн с различными

габаритами и, соответственно, с различным коэффициентом усиления. В подтверждение сказанного можно привести еще и тот факт, что в модельных рядах всех вышеперечисленных фирм присутствуют антенны с более узкими полосами частот, также уже устоявшимися. Это, как правило, 30–108 и 100–512 МГц. Естественно, что более узкополосные модели имеют лучшие электрические параметры по сравнению с широкополосными.

Hascall-Denke

Наиболее подробную информацию о параметрах антенн размещает на своем сайте фирма Hascall-Denke.

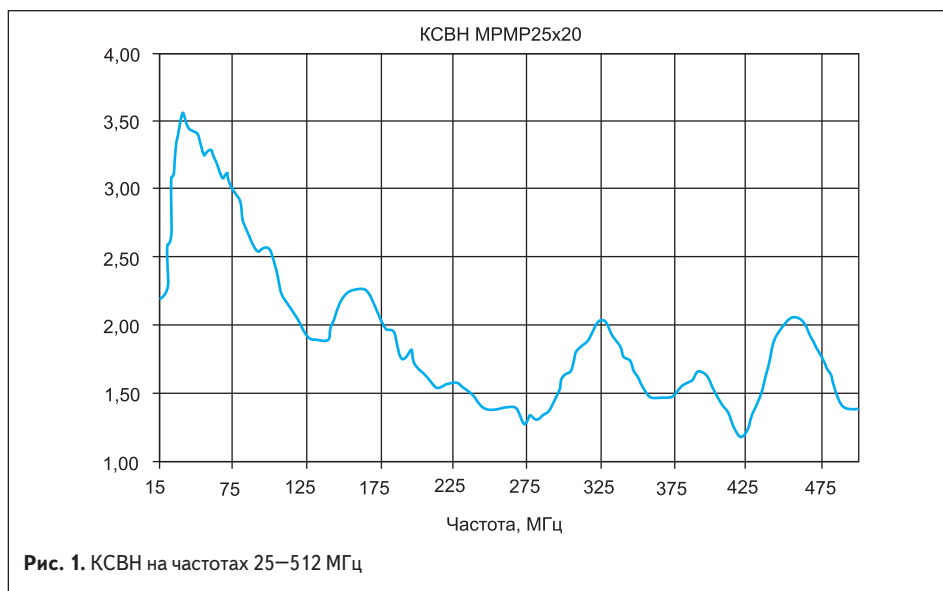
Компания выпускает антенны всех применений (для портативных, носимых, возимых и базовых радиостанций) на частоты 25–2500 МГц.

Фирма выпускает две основные модели антенн, работающие в диапазоне 30–512 МГц. Одна из них — МРМР30Х17 — укороченная, длиной всего 370 мм, поэтому по электрическим параметрам не вызывает интереса. Это «стандартный» для такого размера коэффициент усиления от –30 до –2 дБи в диапазоне частот.

Вторая модель — МРМР25х20 — «полно-размерная». Ее КСВН (коэффициент стоячей волны по напряжению) на частотах 25–512 МГц не превышает 3,5:1 (рис. 1).

Коэффициент усиления в этом диапазоне меняется от –8 до –3 дБи.

Длина МРМР25х20 — 1,8 м. Антенна является одной из самых больших (среди моделей



¹Широкополосная антенна — антенна, у которой отношение максимальной рабочей частоты к минимальной не менее 1,1:1.

²Сверхширокополосная или частотно-независимая антенна — антенна, у которой отношение максимальной рабочей частоты к минимальной 5:1 и более.



Рис. 2. Внешний вид антенны MPMP25x20

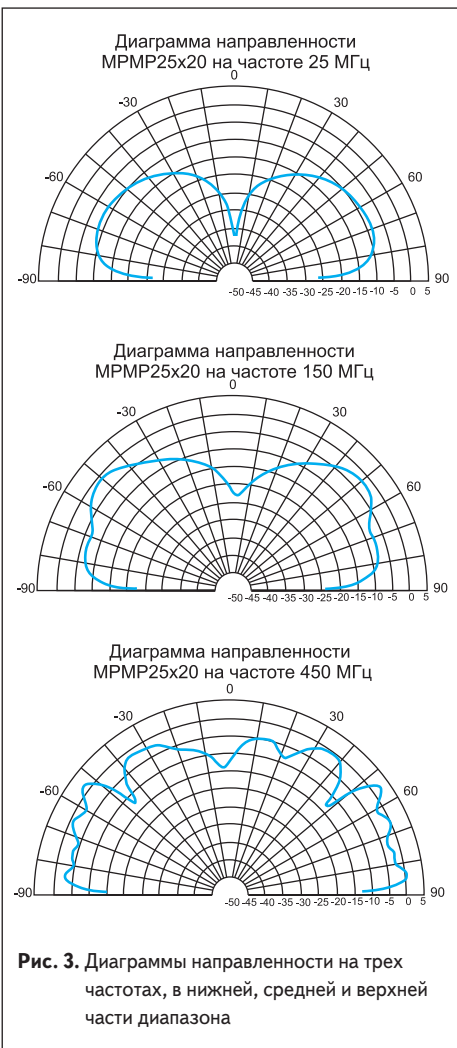


Рис. 3. Диаграммы направленности на трех частотах, в нижней, средней и верхней части диапазона

всех производителей) в указанном диапазоне частот, но при этом имеет весьма маленькую массу для своего размера — всего 560 г.

Внешний вид антенны (рис. 2) недвусмысленно «выдает» ее схемотехническое решение: в основании находится широкополосное согласующее устройство, которое работает совместно с RL-звеньями, распределенными по длине антенного полотна. Такое «разделенное» полотно улучшает диаграмму направленности на частотах свыше 200 МГц.

Патент на данную конструкцию получила американская фирма Shakespeare в 2002 г. Впрочем, владелец патента пока использует свое изобретение только в антеннах, предназначенных для установки на транспортные средства.

Hascall-Denke в справочных данных на антенну MPMP25x20 приводит диаграммы направленности на трех частотах, в нижней, средней и верхней части диапазона (рис. 3). Вид диаграмм впечатляет отсутствием заметных «провалов» в области верхних частот, чего было бы трудно добиться при использовании цельного полотна, без RL-вставок.

HARRIS

Следующий производитель — фирма HARRIS, которая выпускает антенны практически на все диапазоны частот и является одним из основных поставщиков средств связи для НАТО. В отличие от Hascall-Denke, эта компания, пожалуй, самая скрытная в части параметров своих изделий.

Антенна RF-3162-AT001 (рис. 4) также из ряда крупногабаритных (при этом, естественно, и эффективных), она предназначена для работы в составе портативной радиостанции AN/PRC-152.

- Технические характеристики:
- диапазон частот 30–512 МГц;
 - КСВН не более 3,5:1;
 - коэффициент усиления меняется от -15 дБн в нижней части диапазона до +2 дБн в верхней части;
 - длина антенны 1,7 м, вес 1,1 кг.

Такие массо-габаритные показатели довольно велики для применения в портативной радиостанции. Впрочем, антенна крепится на одежде оператора отдельно от радиостанции и подключается к последней специальным соединительным кабелем.



Рис. 4. Внешний вид антенны RF-3162-AT001

При помощи другого, более длинного кабеля, входящего в комплект, антенна может забрасываться на дерево. Также в комплекте имеются специальные приспособления для крепления к одежде (рис. 5).

Судя по внешнему виду, RF-3162-AT001 также построена с использованием RL-звеньев, распределенных по длине антенного полотна.

В качестве иллюстрации сказанного выше о несовершенстве параметров сверхширокополосных антенн можно привести тот факт, что в комплекте радиостанции AN/PRC-152 одновременно с RF-3162-AT001 имеются следующие антенны:

- 12011-2730-01 — диапазон 30–512 МГц, облегченная, длиной 1,14 м;
- 12011-2700-01 — диапазон 30–108 МГц, длина 1 м;
- 12031-2700-01 — диапазон 225–450 МГц, длина, скорее всего, 0,3–0,5 м (не указана производителем).

Обозначение указанных моделей антенн взято из перечня аксессуаров для AN/PRC-152, их подробные технические характеристики компания не приводит.



Рис. 5. Варианты крепления антенны

TRIVAL ANTENE

Интересны антенны фирмы TRIVAL ANTENE (Словения). Они имеют свою собственную схемотехнику и цельное (с точки зрения электрической схемы) полотно, выполненное из стальной пружинной ленты. Согласно устройству антенн этого производителя целиком сосредоточено в основании (возле разъема), но так же, как описанные выше конструкции, имеет в своем составе резистор. Последнее обстоятельство является основной причиной относительно малого коэффициента усиления, особенно в нижней части рабочего диапазона частот. Именно эта часть диапазона наиболее трудно поддается широкополосному согласованию, что и заставляет прибегать к использованию активной нагрузки. Это справедливо для антенн всех зарубежных производителей.

TRIVAL ANTENE выпускает целую линейку антенн диапазона 30–512 МГц. Наиболее эффективная (она же и самая большая) — AD-25/CW-3512 (рис. 6).

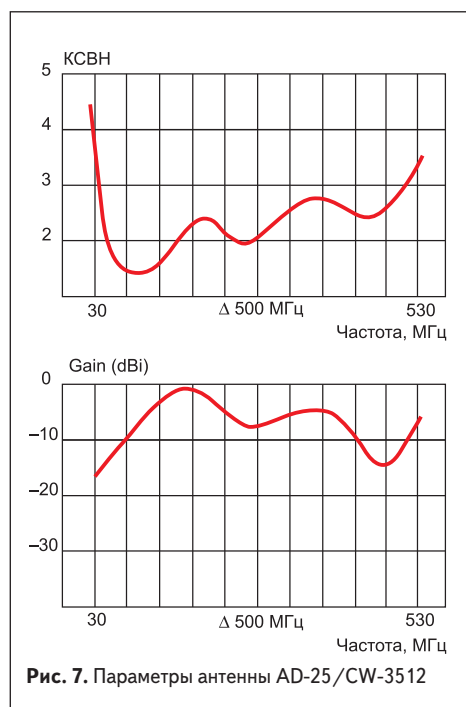


Рис. 6. Внешний вид антенны AD-25/CW-3512

Параметры изделия довольно «типичные» (рис. 7):

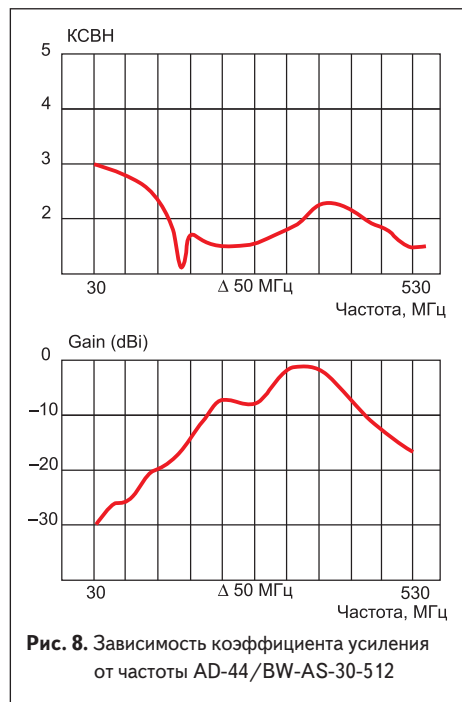
- диапазон частот 30–512 МГц;
- КСВН не более 3,5:1;
- коэффициент усиления меняется от –17 до –1 дБи.

Длина антенны — 1,18 м при массе 320 г, что вообще-то неплохо. Антенна имеет в начале полотна гибкую часть, которая может оставаться в том положении, в каком ее изогнули. Этот специальный пружинный элемент встречается почти на всех аналогичных антеннах зарубежных производителей под жаргонным названием «гусиная шейка».



Если рассматривать более короткие антенны этой фирмы, работающие в диапазоне 30–512 МГц, то можно сразу взять самую компактную — AD-44/BW-AS-30-512. Длина антенны всего 380 мм при массе 100 г. Ее технические характеристики показаны на графиках, приведенных производителем.

Из зависимости коэффициента усиления от частоты (рис. 8) видно, что антенна будет работать более-менее эффективно только на частотах выше 130 МГц, где ее коэффициент усиления меняется от –20 до –1 дБи.



У TRIVAL ANTENE есть еще антенны диапазона 30–512 МГц длиной 504 и 825 мм, которые по эффективности занимают промежуточные положения между самой короткой и самой длинной.

COMROD

Из европейских производителей можно выделить норвежскую фирму COMROD. Компания производит очень широкий спектр антенн для портативных, носимых, возимых и базовых радиостанций. Каждый частотный диапазон в конкретном применении представлен несколькими моделями. Как правило, модели отличаются не только параметрами, но и наличием дополнительной функции, например, связанная антенна может иметь встроенную добавочную антенну для навигации.

Антенна VHF30512NH/L (рис. 9) при длине 800 мм имеет коэффициент усиления от –14 до 0 дБи в диапазоне частот 30–512 МГц. Вес антенны — всего 200 г.

Необходимо также отметить интересное решение этой фирмы по конструкции гибкого держателя «гусиная шейка» (рис. 10), который выполнен отдельным универсальным изделием для подключения через него различных антенн. Держатель, помимо своей основной функции, имеет еще и установленную на нем активную антенну GPS. Антенна подключается к радиостанции коротким кабелем с разъемом SMA на конце.



Рис. 9. Внешний вид антенны VHF30512NH/L

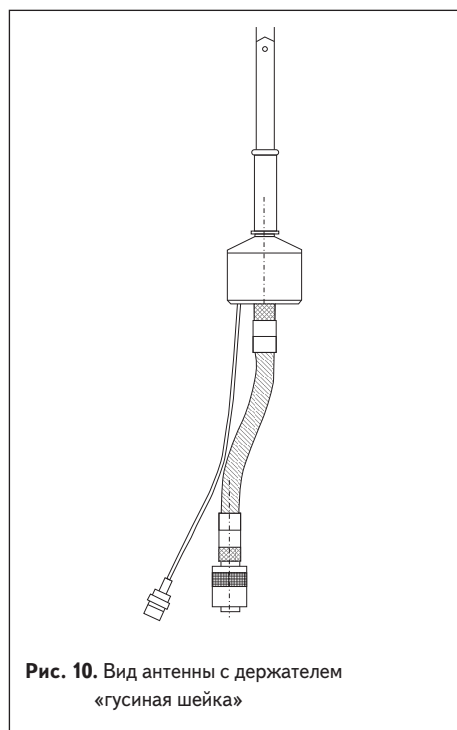


Рис. 10. Вид антенны с держателем «гусиная шейка»

Общие свойства и отличия

Несмотря на значительные отличия в устройстве и параметрах антенн разных производителей, в большинстве из них есть несколько общих деталей, формирующих механическую основу конструкции. Как правило, в основании антенны находится широкополосное согласующее устройство, объединенное с разъемом при помощи жесткого корпуса (штулки). Выше установлен гибкий держатель «гусиная шейка», к которому уже крепится основное полотно антенны.

Полотно тоже устроено примерно одинаково. Оно представляет собой набор отдельных профилированных по длине лент, снаружи полотна расположены наиболее длинные отрезки ленты, внутри — убывающие по длине к продольной оси полотна. Ленты развернуты вогнутой частью друг к другу, для формирования большей силы упругости при изгибе.

Наружная оболочка полотна — термоусаживаемая полиолефиновая трубка.

Характеристики рассмотренных антенн одного класса («полноразмерные») приведены в таблице.

В электрических параметрах перечисленных и большинства других антенн при всех различных тоже есть одно общее значение. Максимальная величина КСВН составляет 3,5:1. Здесь нет ничего удивительного. Уже упоминалось, что во всех согласующих устройствах сверхширокополосных антенн применяются активные нагрузки, т. е. резисторы. Резистор выбирается таким, чтобы КСВН не превышал указанного значения на трудно поддающихся согласованию участках диапазона. Как правило, это самая низкочастотная область. Величина КСВН 3,5:1 считается близкой к предельной для нормального согласования антенны с передатчиком. При этом значении передатчик развивает около 70% от мощности, которую он способен отдать в идеально согласованную антенну.

Все современные сверхширокополосные антенны портативных радиосредств имеют низкий коэффициент усиления. Указываемое производителями значение этого важнейшего параметра в самой низкочастотной области лежит в диапазоне от -20 до -10 дБи в направлении горизонта, а на большей части рабочего диапазона колеблется от -5 до +3 дБи. Как правило, низкие значения коэффициента усиления связаны с применением в цепях согласования резистивной нагрузки, а на нижних частотах диапазона являются еще и следствием слишком малых размеров антенн по сравнению с длиной волны. Размеры антенн, в свою очередь, ограничиваются требованиями заказчиков средств радиосвязи. Но чем «полноразмернее» антенна, тем больше ее эффективность.

Однако не всегда такие ухудшения параметров антенн влекут за собой уменьшение дальности связи в целом.

Дело в том, что антенна с резистором в согласующем устройстве менее чувствительна к наличию в непосредственной близости от нее различных предметов. График КСВН во всей полосе изменяется незначительно даже при расположении такой антенны горизонтально на грунте. Этот эффект полезен для современ-

Таблица. Характеристики «полноразмерных» антенн

Модель антенны	КСВН, ед. в диапазоне частот (не более)	Коэффициент усиления, дБи в диапазоне частот	Длина, м	Масса, г
MPMP25x20, Hascall-Denke	3,5:1	от -8 до -3	1,8	560
RF-3162-AT001, HARRIS	3,5:1	от -15 до +2	1,7	1100
AD-25/CW-3512, TRIVAL ANTENE	3,5:1	от -17 до -1	1,18	320
VHF30512HH/L, COMROD	3,5:1	от -14 до 0	0,8	200

ных радиосредств, которые реализуют высокоскоростную цифровую передачу информации, предъявляющую повышенные требования к качеству нагрузки передатчиков, т. е. к стабильности импеданса антенн. А в антеннах портативных и носимых радиосредств эту задачу проще всего решить применением резистивной нагрузки в цепях согласования.

В итоге потребители вынуждены мириться с уменьшением эффективности антенн в угоду требованиям современной цифровой радиосвязи.

Выводы

Насколько можно судить по открытым источникам (сайты разработчиков и производителей), лучшей на сегодня в диапазоне частот 30–512 МГц (основной диапазон для портативных широкополосных радиостанций) является антенна MPMP25x20 фирмы Hascall-Denke. Она имеет намного более высокий коэффициент усиления в области низких частот, чем у других производителей. Несмотря на некоторую сдачу позиций на высоких частотах, в целом усиление антенны более равномерное по диапазону, что тоже немаловажно.

По соотношению длина–эффективность лучшей антенной можно признать VHF30512HH/L норвежской фирмы COMROD.

Разработка и производство антенно-фидерных устройств, особенно сверхширокополосных, — новое направление деятельности для ОАО «Ангстрем». Специалисты этой фирмы досконально изучили опыт мировых производителей средств радиосвязи, что помогло избежать некоторых ошибок, совершенных зарубежными разработчиками. В результате компания имеет собственные разработки антенн для портативных радиостанций, которые

по техническим характеристикам не только не уступают зарубежным, но и превосходят их в части основных параметров. Так, например, у портативной антенны максимальное значение КСВН в диапазоне частот 27–520 МГц составляет 3:1, в отличие от 3,5:1 у зарубежных аналогов, при этом нашим разработчикам удалось избежать применения активных нагрузок (резисторов) в схеме согласования. А это означает отсутствие потерь на нагревание и, как следствие, более высокий коэффициент усиления антенны по сравнению со всеми зарубежными аналогами. Несмотря на новизну направления, «Ангстрем» уже обладает уникальными возможностями в разработке и производстве антенн для портативных радиостанций в диапазоне частот 27–2700 МГц, превосходящих по основным техническим характеристикам продукцию ведущих мировых производителей средств связи.

Литература

1. Алексеев Д. М., Балдин А. М., Бонч-Бруевич А. М., Боровик-Романов А. С., Вайнштейн Б. К., Вонсовский С. В., Гапонов-Грехов А. В., Герштейн С. С., Гуревич И. И., Гусев А. А., Ельяшевич М. А., Жаботинский М. Е., Зубарев Д. Н., Кадомцев Б. Б., Шапиро И. С., Ширков Д. В.; под общ. ред. А. М. Прохорова. Физическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия. 1988—1998.
2. www.hascall-denke.com
3. www.rf.harris.com
4. www.trivalantene.si
5. www.comrod.com
6. www.racalantennas.com
7. www.shakespeare-military.com
8. United States Patent No US6,429,821 B1, Aug. 6, 2002
9. www.rami.com
10. www.cojot.com