

# РАДИОКАНАЛ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИЗВЕЩЕНИЙ

**В. Белкин**

*к. т. н., технический директор НТКФ "Си-Норд"*

К настоящему времени широкое распространение получили системы передачи извещений, использующие для доставки информации радиоканал (РСПИ). В данной статье мы попробуем коснуться части проблем, возникающих при использовании радиоканала и антенно-фидерного тракта (АФТ), как неотъемлемой части последнего.

По сути дела, РСПИ – это огромный комплекс программно-аппаратных средств, начиная с антенн и кончая компьютерными сетями для организации автоматизированных рабочих мест. А если к этому присовокупить парк объектового оборудования, становится понятным, что организациям, которые эксплуатируют или хотят развернуть РСПИ, придется сталкиваться со множеством разнообразных и достаточно сложных вопросов. И чаще получается так, что вопросам, связанным с радиоканалом, уделяется мало внимания. Почему-то бытует мнение, что с радио все более или менее просто: установил антенну, прокинул кабель снижения до приемника и работай на здоровье. А вот с компьютерами сложнее... Особенно, когда сеть нужна... Надо бы в штат компьютерщика взять, а то и двух... Поэтому иногда можно услышать монолог примерно следующего содержания: "...На прошлой неделе запустил центральную станцию и несколько объектов. Все вроде бы работает нормально. Вот только дальность какая-то маленькая получилась, да вот от некоторых объектов сигнал вообще не проходит... Пока не разобрались в чем дело. Антенну хорошую, дорогую, японскую купили. Колене...ния... В общем, с коленом что-то связано... И установили неплохо, на собственную крышу. Дом, правда, не очень высокий. Рядом повыше будут. Но антенну мы установили на мачту метров шесть. И укрепили ее как следует, растяжки сделали из металлического троса в палец толщиной. Никогда не упадет... И кабель такой красивый импортный купили, потоньше, чтобы удобней было. От антенны до приемника всего то метров шестьдесят. С альпинистами для прокладки кабеля с внешней стороны связываться не стали, суматохи много, да и деньги сэкономили. Кабель проложили по лестнице в кабель-каналах. Там много разных проводов идет..." и т.д. Как говорится, комментарии излишни, но будут приведены далее.

К сожалению, в рамках одной статьи невозможно осветить все существенные вопросы, возникающие при развертывании и эксплуатации РСПИ и связанные с радиоканалом. Поэтому в данной статье будут рассмотрены процессы, происходящие при распространении радиоволн. Вопросы построения АФТ, выбора и установки антенн, выбора и прокладки фидера и описание методов борьбы с помехами, попадающими на вход приемника центральной станции, будут изложены в следующей статье. Нужно понимать, что невозможно правильно и эффективно эксплуатировать систему, не понимая, какие физические процессы протекают в радиоканале.

Первый вопрос, который встает перед теми, кто хочет развернуть РСПИ, состоит в том, какой диапазон частот выбрать. Основная масса известных РСПИ использует три диапазона частот: коротковолновый (КВ, используемая частота 26,960 МГц для стационарных объектов) и ультракоротковолновый (УКВ). В УКВ диапазоне обычно используются частоты из интервала 136...174 МГц (метровый диапазон МВ) и из интервала 400...500 МГц (дециметровый диапазон ДМВ). Каждый диапазон частот с точки зрения пользователя имеет свои плюсы и свои минусы.

В начале остановимся на некоторых особенностях распространения радиоволн в различных диапазонах.

Уверенным приемом называют прием сигналов с необходимым качеством от конкретного передатчика независимо от погоды, состояния солнечной активности, времени суток и года, температуры и влажности воздуха, а также других факторов.

Как известно, ультракороткие волны распространяются прямолинейно, подобно свету, не огибают земную поверхность и не отражаются ионосферой в противоположность волнам коротковолнового диапазона. Поэтому зона уверенного приема определяется расстоянием прямой видимости передающей антенны до точки установки приемной антенны. Однако, в природе существует явление нормальной тропосферной рефракции (преломления), которое способствует распространению радиоволн за пределы зоны пря-

мой видимости. Этот эффект объясняется зависимостью коэффициента преломления воздуха от высоты, относительной влажности, атмосферного давления и температуры. Дальность радиосвязи с учетом этого явления может быть оценена по формуле [1]:

$$D = 4,13 * (h_1^{0,5} + h_2^{0,5}), (1)$$

Где  $D$  – дальность, км;  $h_1$  – высота установки антенны передатчика над поверхностью земли, м;  $h_2$  – высота установки антенны приемника над поверхностью земли, м.

Формула была получена в предположении, что эффективный радиус земли равен 8500 км и антенны установлены на идеально ровной сферической поверхности Земли, и не учитывает реального рельефа местности.

Кроме того, при распространении имеет место явление дифракции радиоволн. Суть этого явления заключается в том, что радиоволны огибают препятствия, возникающие на их пути, отклоняясь от прямолинейного, и проникают в область радиотени. Радиотень возникает в случаях, когда на пути распространения волн существует (или периодически появляется) какая-либо естественная или искусственная преграда: здания, сооружения, возвышенности, деревья, линии электропередачи и т.п. В такие места сигнал либо не доходит вообще, либо доходит сильно ослабленным. Борьба с проблемой затенения весьма сложна. Единственным методом решения данной проблемы является использование ретрансляторов. Эффект дифракционного проникновения радиоволны в область тени зависит от соотношения между размером препятствия и длиной волны и выражен тем сильнее, чем больше длина волны. Поэтому в диапазоне КВ (длина волны составляет примерно 10 м) эффект дифракции выражен более ярко по отношению к диапазонам МВ и тем более ДМВ, где длина волны составляет несколько десятков сантиметров. Здесь необходимо отметить еще одну особенность распространения дециметровых волн. В силу того, что для них практически отсутствует эффект дифракции и они хорошо отражаются от имеющихся преград, радиоволны дециметрового диапазона обладают большей проникающей способностью внутрь помещений, подвалов и т.д. Например, были отмечены случаи приема сообщений на пейджеры дециметрового диапазона даже на станциях метро, располагающихся под землей. Это действительно так при использовании передатчиков большой мощности (несколько десятков ватт и более) и высокоэффективных антенн. Более того в приведенном примере антенна передатчика располагается на большой высоте и "освещает" город сверху. Если же передатчик устанавливается на объекте в охраняемом помещении, то велика вероятность того, что сигнал вообще не дойдет до приемной антенны, поскольку после ряда отражений основная доля энергии волны может просто пройти мимо приемной антенны. При работе в дециметровом диапазоне это надо иметь ввиду.

Помимо явлений дифракции и нормальной рефракции дальнему распространению радиоволн способствует их рассеяние различными наземными металлическими предметами в виде железобетонных масс зданий, мостов, мачт, а также неоднородностями в верхних слоях атмосферы. В результате рассеяния возникают вторичные излучения сигнала, которые значительно слабее по мощности основного. Однако при наличии высокоэффективной антенны и достаточно чувствительного приемника можно считать реальным достижение уверенного приема сигналов благодаря упомянутым выше явлениям на значительно больших расстояниях, чем дает формула дальности прямой видимости. Практика подтверждает такой вывод.

Область, в пределах которой оказывается возможным уверенный прием сигналов, можно разбить на две зоны: прямой видимости и полутени. В зоне прямой видимости напряженность электромагнитного поля сигнала достаточно велика, и прием

возможен с помощью обычных антенн. Расширить зону прямой видимости конкретного объектового передатчика в целях использования сравнительно простой антенны на стороне приема, то есть на центральной станции, можно лишь увеличением высоты ее установки. Однако расширение зоны прямой видимости таким способом оказывается не столь значительным. В таблице 1 приведены значения дальности в зависимости от высот установки передающей и приемной антенн, рассчитанные по формуле (1). Из таблицы видно, что увеличение высоты установки приемной антенны с 30 до 60 м (например, перенос антенны с 10 на 20-25 этажный дом) при установке передающей антенны на высоте 10 м увеличивает зону прямой видимости соответственно примерно с 36 до 45 км. Но, не смотря на это, при поиске места для установки приемной антенны центральной станции все равно нужно пользоваться правилом: чем выше, тем лучше.

Таблица 1

$h_2 = 30$ м	$h_1 = 2$ м	$D = 28,5$ км
	$h_1 = 10$ м	$D = 35,5$ км
	$h_1 = 30$ м	$D = 45,2$ км
$h_2 = 60$ м	$h_1 = 2$ м	$D = 37,8$ км
	$h_1 = 10$ м	$D = 45$ км
	$h_1 = 30$ м	$D = 54,6$ км

В зоне полутени напряженность поля сигнала значительно ниже, чем в зоне прямой видимости, так как в зону полутени проникает лишь небольшая часть энергии сигнала, излученного передающей антенной. Это вызывает необходимость использования в зоне полутени для уверенного приема высокоэффективных антенн, которые отличаются от сравнительно простых большими размерами, значительно более сложной конструкцией и высокой ценой. Границы зон прямой видимости и полутени на практике не являются резкими, а в значительной степени размыты (особенно для городских условий), а зоны полутени для диапазона дециметровых волн практически не существует.

Но и это еще не все, о чем надо иметь представление при распространении радиоволн. Существует такое понятие как затухание волн (сигналов), заключающееся в ослаблении сигнала по мере удаления от передатчика. Ослабление происходит вследствие действия двух факторов. Во-первых, ослабление из-за рассеяния энергии волн, излучаемых антенной передатчика, по мере удаления приемной антенны от передающей. Физика процесса аналогична распространению светового потока от лампочки: чем дальше, тем хуже видно. Дело в том, что любая антенна излучает основную часть энергии в некотором пространственном угле. И по мере удаления от передающей антенны количество энергии, попадающей на единицу площади, будет изменяться обратно пропорционально квадрату расстояния. Любую антенну можно представить в виде некоторой эквивалентной площадки, стоящей на пути распространения радиоволн, поэтому эффективность антенны однозначно связана с ее геометрическими размерами. Во-вторых, ослабление за счет прямого поглощения энергии радиоволн молекулами воздуха, а так же различными посторонними частицами, такими как пыль, дождь, снег, туман. При этом чем выше частота, тем больше затухание. Поэтому радиоволны дециметрового диапазона из всех рассматриваемых наиболее подвержены поглощению. Вот почему можно считать, что зона уверенного приема в дециметровом диапазоне ограничивается расстоянием прямой видимости, уменьшенным примерно в 1,2...1,5 раза.

Есть еще одно физическое явление, возникающее при распространении радиоволн, на котором хотелось бы остановиться. Называется это явление интерференцией. Возникает оно из-за мнголучевого распространения радиоволн, вызванного отражением



от различных препятствий, и наложением отраженных волн (а может быть и прямой волны) друг на друга в точке приема. Рассмотрим простой пример. Допустим в точку приема приходят две волны: прямая и отраженная. Казалось бы очень хорошо, две всегда больше, чем одна. Однако амплитуда результирующей волны будет зависеть от разности фаз исходных волн в данной точке приема. Если складываются волны с одинаковой фазой, амплитуда результирующей волны будет увеличиваться, а если с противоположными – уменьшаться вплоть до нуля. В реальных условиях в точке приема могут приниматься множество волн со смещенными друг относительно друга фазами и разными амплитудами и, следовательно, результирующий сигнал может измениться случайным образом. Поэтому, если при установке антенны объектового передатчика уровень сигнала в точке приема мал, попробуйте путем перемещения антенны в пределах зоны, имеющей радиус в четверть длины волны, если такая возможность имеется, добиться увеличения амплитуды сигнала в точке приема. Возможно, ваши усилия дадут положительный результат.

Интерференция относится к наиболее сложному виду помех, влияющих на дальность связи, ведь в точку приема в общем случае приходят прямые и отраженные сигналы от своего передатчика и его гармоники, прямые и отраженные сигналы от "чужих", работающих на близких частотах (и не только на близких), передатчиков и их гармоники, различные помехи от производственных предприятий, транспорта, атмосферные помехи и т.д. Очевидно, что интерференция практически не поддается прогнозированию. Однако, при наличии соответствующего оборудования можно определить наиболее серьезные помехи и постараться подавить их до некоторого уровня, обеспечивающего

приемлемое качество приема. Для достижения этой цели используются различные фильтры и другие устройства, включаемые в состав АФТ. Но это тема следующей статьи.

Есть еще один достаточно серьезный вопрос, связанный с выбором частот. При развертывании РСПИ, использующей частоты УКВ диапазона, требуется разрешение на использование последних. Получение такого разрешения в соответствующих органах есть своя достаточно сложная задача. Срок получения разрешения составляет несколько месяцев, да к тому же требует финансовых затрат. В КВ диапазоне все несколько проще. Разрешение на использование частоты получать не надо, а для начала работы достаточно приобрести сертифицированное оборудование и зарегистрировать его в местном органе Госсвязнадзора. Но надо иметь ввиду, что для систем охраны стационарных объектов выделена только одна частота, номиналом 26,960 МГц. И никто не гарантирует, что еще кто-то не будет работать на этой частоте.

Резюмируя, можно сказать следующее. Главными факторами, определяющими дальность связи, являются эффективность антенн, установленных в точках приема и передачи, и высота их установки. Увеличение мощности передатчика не столь сильно сказывается на дальности. Теоретически умощнение передатчика в 10 раз приводит к увеличению зоны приема лишь в 3 раза. На практике при установке приемной антенны центральной станции на высоте около 25...30 м и использовании объектовых передатчиков мощностью 5 Вт для МВ диапазона в городских условиях при средней застройке высотой в 5 этажей средняя дальность может составлять 5...8 км, а в сельской местности при наличии ровного рельефа – несколько десятков километров.

**C.NORD**

**СИСТЕМА МОНИТОРИНГА  
МОБИЛЬНЫХ  
И СТАЦИОНАРНЫХ  
ОБЪЕКТОВ  
"АНДРОМЕДА"**

НТКФ "Си-Норд"  
191123, Санкт-Петербург,  
Манежный переулок, 13  
т./ф.: 7(812) 327 1636  
ф.: 7(812) 327 1633  
e-mail: cnord@cnord.ru  
www.cnord.ru

**ПРОЦВЕТАЙТЕ В БЕЗОПАСНОСТИ!**