

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

## Радио и пожарный мониторинг



Сегодня мало найдется специалистов в области безопасности, не согласных с необходимостью внедрения автоматического пожарного мониторинга на территории Российской Федерации.

Однако приходится

признать отсутствие единства в выборе канала доставки сообщений от защищаемых объектов до пультов МЧС. Что применять? Выделенный радиоканал? Или каналы общего пользования: GSM, обычный телефон, Ethernet? Перечислим известные специалистам в области систем передачи извещений слабые места каналов общего пользования:

- "Новый год" – в период проведения массовых праздников невозможно или крайне затруднительно использовать, например, GSM-каналы. Каждый из нас сталкивался с подобной проблемой лично.
- "Паника" – в случае паники в городе, когда все пытаются выяснить друг у друга о происходящем и возможных дальнейших действиях, пользоваться мобильными, как, впрочем, и проводными телефонами невозможно. При взрыве известного арсенала связь в городе не могли восстановить именно по этой причине.
- "Обрыв проводов" – для проводных телефонных линий и оптоволоконных каналов всегда существует угроза их физического разрушения в случае наводнения, оползня, землетрясения или банального обмерзания. Природный катаклизм конца 2010 г. доказал, что такая опасность существует не только, скажем, для горных, но и для центральных районов России.
- "Теракт" – одним из наиболее действенных методов, который используется всеми спецслужбами при ликвидации последствий террористических актов, является блокировка работы GSM-связи в районе или городе.

Применение для чрезвычайного мониторинга таких каналов доставки сообщений, как "автодозвон" или GSM, допустимо только для удаленных одиночных объектов (сельская больница, пансионат и т.д.). Другими словами, для села. Если речь идет о безопасности города, где число объектов защиты превышает тысячу, необходимо применять специальные каналы связи, например на выделенных радиочастотах.

Надеюсь, материалы рубрики помогут специалистам при построении подобных систем.

**М.С. Левчук**

Редактор рубрики  
"Беспроводные технологии"

# Работа беспроводных систем ОПС на открытых интервалах вне помещений

В настоящее время все большее применение находят беспроводные системы охранно-пожарной сигнализации (ОПС) и передачи извещений или радиоканальные вставки в проводные линии связи. Как показывает практика, некоторые специалисты сталкиваются с неустойчивой работой радиоканальных устройств, в то время как у других эти же приборы работают безукоризненно. Возникающие вопросы связаны с природой распространения радиоволн – ведь каждый частотный диапазон характеризуется своими особенностями. Для систем ОПС и передачи извещений, как правило, используется дециметровый диапазон ультракоротких волн. Об особенностях использования этого диапазона пойдет речь в данном материале



**М.С. Елькин**

Специалист отдела технической поддержки компании "Аргус-Спектр"

В соответствии с моделью Френеля область распространения радиоволн между источником и приемником ограничивается эллипсоидом вращения вокруг соединяющей их линии. Этот эллипсоид "многослойный" и может включать в себя бесконечно много зон. Ближайшая к соединяющей передатчик с приемником линии зона называется первой зоной Френеля. Принято считать, что она является существенной

при распространении радиоволн, так как электромагнитные поля зон с более высокими номерами взаимно компенсируются.

Если первая зона Френеля на всем протяжении от передатчика к приемнику открыта (не имеет препятствий), то радиоинтервал называют открытым. Если препятствие частично закрывает зону Френеля, но не пересекает линию прямой видимости, то интервал полуоткрытый, в противном случае интервал считается закрытым. Вопрос оценки пригодности полуоткрытых и закрытых интервалов обсуждался в журнале № 5/2010 в статье "Оценка пригодности радиолинии вне помещений". В данной статье будем рассматривать открытые радиоинтервалы.

### Открытые радиоинтервалы

В расчетах открытых радиоинтервалов основная задача заключается в поиске и анализе влияния зон отражения сигнала от подстилающей поверхности.

Наиболее типичны подстилающие поверхности в виде воды, солончаков, пойменных лугов, ровных участков среднепересеченной местности. В городских условиях это площади, автостоянки, хозяйственные дворы и т.п.

В беспроводных системах в условиях городской застройки на распространение радиоволн дополнительно влияют здания, находящиеся в непосредственной близости от радиолинии. К примеру, с третьего этажа одного дома на третий же этаж другого дома, находящегося в прямой видимости, требуется передавать сигналы системы ОПС. И вдруг выясняется, что на расстоянии всего каких-нибудь 200–300 м внутри дворовой территории сигнала нет. Использование направленных антенн тоже результата не дает. И тут начинаются разговоры о непригодности вообще беспроводного оборудования,

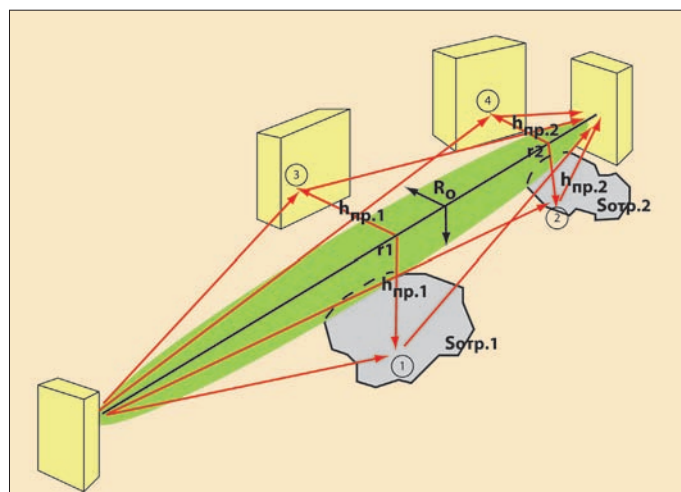


Рис. 1. Формирование отраженной электромагнитной волны на открытом интервале

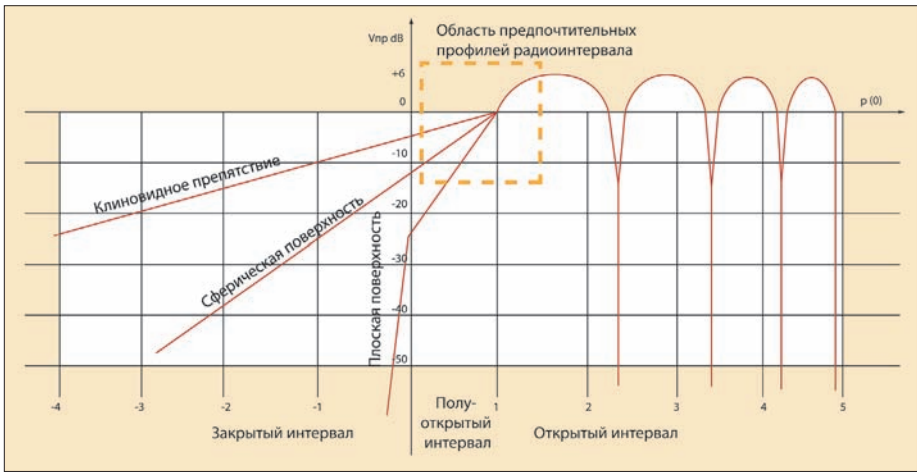


Рис. 2. Зависимость ослабления сигнала от величины относительного просвета на радиointервале

хотя для решения проблемы необходимо просто разобраться в самой природе радиоканала.

### Условия отражения радиоволн

На открытых интервалах электромагнитное поле в месте расположения приемника определяется суммой волн – прямой и отраженных (от земли и местных предметов). При определенных условиях возможно отражение радиоволн с последующим их сложением в приемном тракте. Вспомним из курса физики известное выражение, определяющее множитель ослабления сигнала за счет отражения:

$$V_{\text{осл}} = (1 + \Phi^2 - 2\Phi \cdot \cos(\pi \cdot r_{(0)}^2/3))/2,$$

где  $\Phi$  – коэффициент отражения (например, для водной поверхности равен 0,9–0,95),  $r_{(0)}$  – относительный просвет интервала, равный отношению расстояния от линии прямой видимости до подстилающей поверхности  $h_{\text{пр}}$  к радиусу первой зоны Френеля в этой точке  $r$  (рис. 1).

Если  $\Phi$  и  $\cos(\pi \cdot r_{(0)}^2/3)$  стремятся к единице, множитель ослабления  $V_{\text{осл}}$  стремится к нулю. В этом случае уровень принимаемого сигнала падает практически до нуля. Условие, при котором  $\cos(\pi \cdot r_{(0)}^2/3)$  становится равным единице, выполняется при величинах относительного просвета  $r_{(0)}$ , равных 2,44; 3,36 и 4,24 – они называются соответственно точками первых трех интерференционных минимумов.

Второе условие появления отраженной волны: минимальная протяженность отражающей подстилающей поверхности  $l_{\text{пр}}$  для первых трех интерференционных минимумов должна быть 0,38; 0,28 и 0,23 от длины интервала соответственно.

Третье условие: неровность местности  $\Delta h_{\text{пр}}$  должна быть не более  $0,3 \cdot r_{(0)}/n^{1/2}$ , где  $n$  – номер интерференционного минимума, принимающий значения, равные 1, 2, 3... и т.д.

Если все эти условия одновременно имеют место, то ослабление сигнала может достигать

60–80 дБ, что приводит к потере радиосигнала на приемнике (рис. 2).

К примеру, на интервале протяженностью 300 м для диапазона 430 МГц получаются результаты, приведенные в таблице.

Таким образом, если в центре трассы радиолинии имеется заасфальтированная площадка или стоит дом (рис. 1, точки 1 и 3) на расстоянии 10, 14,4 или 17,8 м от линии прямой видимости, то в точке приема уровень сигнала будет практически равен нулю. Если же площадка (точка 2) или дом (точка 4) находятся на расстоянии 30 м от приемника или передатчика, то минимум будет наблюдаться при нахождении препятствия на расстояниях 6, 9 и 10 м от линии прямой видимости.

### Как с этим бороться: рекомендации

В ситуации с возможным появлением отраженных сигналов **достаточно сместить передатчик или приемник либо их антенны на 1–2 м** по вертикали или по горизонтали в зависимости от месторасположения возможной точки отражения. Неплохо работает принцип сужения диаграммы направленности излучения путем **перемещения передатчика из оконных проемов внутрь помещения** – так, чтобы стены, примыкающие к окну, ограждали предполагаемые участки отражения на интервале. Можно также использовать имеющиеся у зданий выступы или углубления.

Отметим, что применение направленных антенн на таких участках не приносит требуемого эффекта. Углы, при которых происходит переотражение сигнала, как правило, не превышают угла раскрытия направленной антенны в данном диапазоне. Таким образом, соотношение уровней прямой и отраженной волны при этом не изменяется. Использование направленных антенн обоснованно при большой протяженности радиointервала и наличии постоянных непреднамеренных помех в используемом диапазоне частот.

### Ближняя зона

Коснемся еще одной особенности распространения радиоволн. Практически все имеющиеся методики оценки радиointервалов, в том числе модель зон Френеля, применимы в так называемой дальней зоне электромагнитного поля.

Помимо дальней зоны у излучателей существует еще и ближняя. Границей областей принято считать расстояние, на котором волновое сопротивление перестает меняться и становится постоянным и равным волновому сопротивлению вакуума  $Z_0 = 120\pi$  (377 Ом). Граница между ближней и дальней зоной находится примерно на расстоянии  $\lambda/2\pi$ . Для диапазона 433 МГц это порядка 0,11 м.

В ближней же зоне, которую еще называют областью статического поля, переноса энергии не происходит, и излучение отсутствует. Ближняя зона характеризуется наличием только электрического поля и высоким волновым сопротивлением. Вследствие этого любой токопроводящий предмет, вносимый в ближнюю зону, изменяет распределение электрического потенциала, и как следствие это приводит к значительному изменению диаграммы направленности излучающих устройств.

Как ни странно, но строительные конструкции, к которым крепятся беспроводные технические средства, являются частично токопроводящими и вносят свой вклад в распределение электромагнитного поля в пространстве. В кирпичных стенах еще могут находиться металлические кладочные сетки, в потолочных перекрытиях – арматура. Поэтому, как бы это ни казалось парадоксальным, **небольшое смещение в пространстве беспроводных устройств оказывает значительное влияние на качество связи**. Достаточно, например, переместить извещатель на 10–15 см, и уровень связи может измениться на 10–15 дБ.

### Предупрежден – значит вооружен!

Вероятность возникновения рассмотренных в этой статье ситуаций невелика, но если у одного из сотни установленных беспроводных извещателей будет выявлено низкое качество связи при минимальном расстоянии до приемно-контрольного прибора, тогда уместно вспомнить приведенные здесь рекомендации.

С другой стороны, если в оборудовании предусмотрена возможность автоматической смены рабочих частот и разнесенный радиоприем, то риск столкнуться с описанными ситуациями минимален. Наличие этих возможностей целесообразно учитывать непосредственно при выборе самих технических средств.

Вполне вероятно, что большинство специалистов, работающих с беспроводными системами, никогда не столкнутся с перечисленными особенностями радиоканала. Но, как говорится, предупрежден – значит вооружен! И именно опыт мобильной сотовой связи наглядно доказал, что радиоканал действительно может являться надежной альтернативой проводным системам.

Ваше мнение и вопросы по статье направляйте на

ss@groteck.ru

### Примеры точек интерференционных минимумов на интервале протяженностью 300 м

Расстояние до отражающей поверхности	Интерференционные минимумы								
	1-й			2-й			3-й		
	$h_{\text{пр}}$ , м	$l_{\text{пр}}$ , м	$\Delta h_{\text{пр}}$ , м	$h_{\text{пр}}$ , м	$l_{\text{пр}}$ , м	$\Delta h_{\text{пр}}$ , м	$h_{\text{пр}}$ , м	$l_{\text{пр}}$ , м	$\Delta h_{\text{пр}}$ , м
150 м	10	114	0,8	14,4	84	0,6	17,8	69	0,5
30 м	6,1			8,7			10,1		