

# УВЕЛИЧЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РАДИОСИСТЕМ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

**Н. Сметанин**

*специалист отдела технической поддержки компании «Аргус-Спектр»*

*Для оборудования сигнализацией удаленных объектов или помещений, где уровень радиосигналов значительно ослабляется при прохождении через стены или перегородки, существуют дополнительные способы повышения дальности действия радиосистем. В статье рассмотрены основные принципы использования выносных антенн и усилителей радиосигнала, а также приведены экспериментальные данные увеличения дальности действия радиосистем охранно-пожарной сигнализации.*

Дальность действия (связи между устройствами) является одной из важнейших характеристик радиосистем охранно-пожарной сигнализации (ОПС). Для надежной работы радиосистемы необходимо, чтобы между элементами была обеспечена устойчивая радиосвязь с достаточным энергетическим запасом.

При установке радиосистемы в помещениях реальная дальность связи может быть значительно меньше заявленной для открытого пространства, ее величина зависит от количества, материала и толщины стен и перегородок. Одним из наиболее эффективных способов повышения дальности действия радиоканальных систем в таком случае является использование иерархической структуры построения системы, когда для связи приемно-контрольного устройства (ПКУ) с удаленным дочерним устройством используются промежуточные звенья в виде радиорасширителей.

Однако при проектировании охранно-пожарной сигнализации дачных поселков, садоводств, гаражных кооперативов зачастую требуется обеспечить радиосвязь с удаленным объектом - например, отдельно стоящим коттеджем. Установка промежуточного радиорасширителя (радиорасширителей) в данной ситуации может быть сопряжена с определенными трудностями (необходимо выбрать такое место, где можно обеспечить электропитание, а также защиту от воровства и вандализма) или экономически нецелесообразна. В таких случаях имеет смысл применять дополнительные способы повышения дальности радиосвязи:

- использование выносных антенн;
- использование усилителей радиосигнала.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЫНОСНЫХ АНТЕНН

Использование выносных антенн представляется наиболее оправданным в случае, когда имеет место ослабление сигнала при прохождении через стены здания - например, если ПКУ находится внутри строения и используется штатная антенна. В таком случае внешняя антенна, установленная, например, на крыше, даст значительный выигрыш в дальности, даже если не обладает высоким коэффициентом усиления.

ПКУ радиоканальных систем ОПС имеют возможность подключения (с помощью 50-омного коаксиального кабеля) практически любых внешних антенн.

Условно, все существующие антенны можно разбить на две группы по типу диаграммы направленности: узконаправленные и с круговой диаграммой направленности (ДН).

## НАПРАВЛЕННЫЕ АНТЕННЫ

Основные типы направленных антенн, рекомендуемых для использования в радиоканальных системах ОПС, следующие:

- волновой канал;
- зигзагообразные.

**Антенна типа «волновой канал»** (рис. 1) состоит из ряда параллельных вибраторов, расположенных в одной плоскости. В зависимости от количества вибраторов, усиление может составлять от 7 до 15 dBd.

**Зигзагообразные антенны** (рис. 3) состоят из плоского излучателя в форме «восьмерки», расположенного параллельно рефлектору (отражателю), представляющему собой металлическую сетку. Такой

Рис. 1. Внешний вид антенны типа «волновой канал»

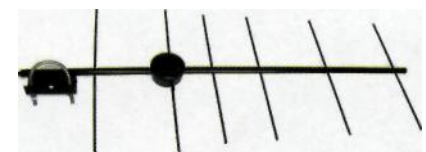
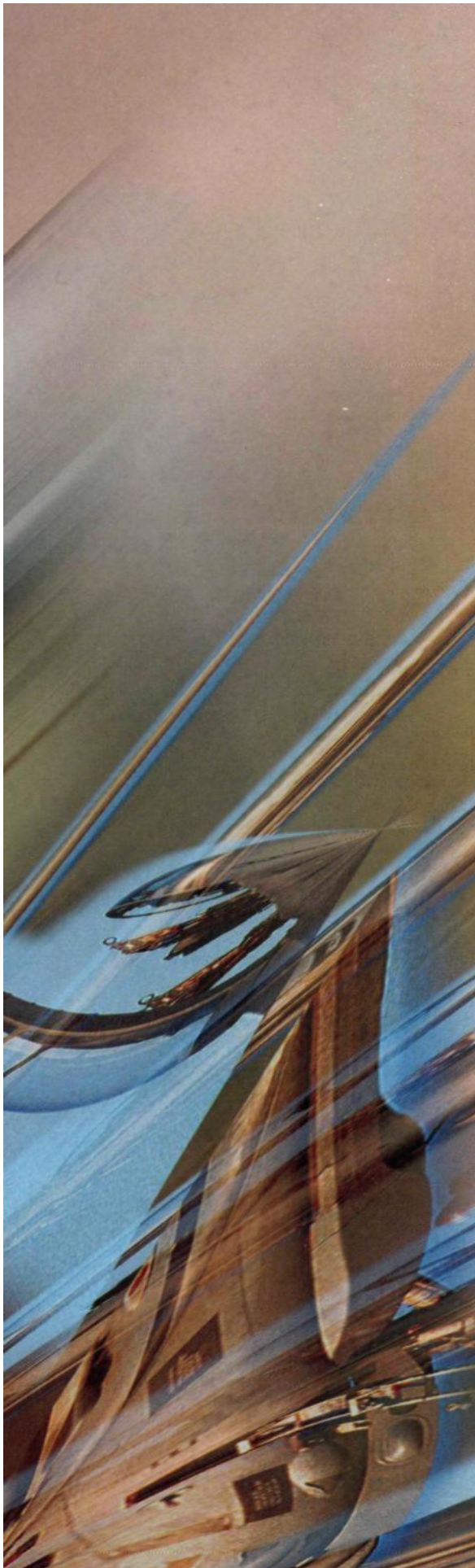
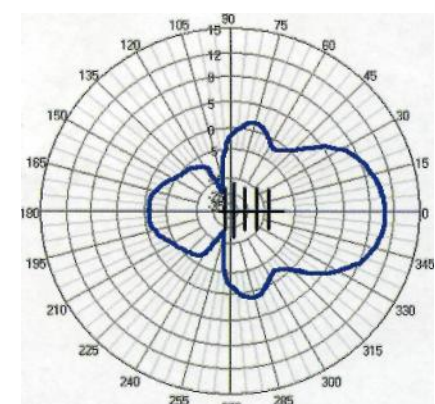


Рис. 2. Диаграмма направленности антенны «волновой канал» в горизонтальной плоскости





## БЕСПРОВОДНЫЕ ОПС



Рис. 3. Внешний вид зигзагообразной антенны

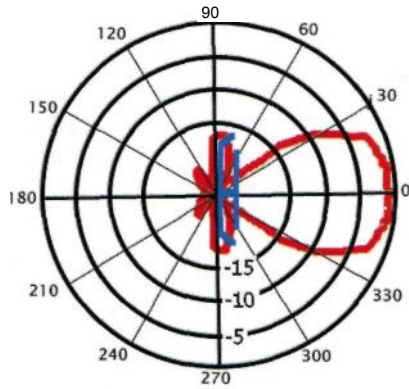


Рис. 4. Типовая диаграмма направленности зигзагообразной антенны в горизонтальной плоскости

рефлектор увеличивает коэффициент усиления антенны, при этом практически полностью подавляя излучение в направлении, противоположном главному лепестку ДН антенны (рис. 4). Существуют также модификации таких антенн без рефлектора, отличающиеся несколько меньшим коэффициентом усиления, но при этом имеющие два противоположных друг другу главных лепестка ДН. Также существуют модификации с несколько другой формой излучателя (не ромбовидной, а круглой). Коэффициент усиления зигзагообразных антенн с рефлектором, как правило, составляет 10 dBd.

### АНТЕННЫ С КРУГОВОЙ ДИАГРАММОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Антенны с круговой ДН (иногда их называют «ненаправленные») обеспечивают одинаковый уровень излучения в любом направлении в горизонтальной плоскости. Основные типы антенн с круговой ДН следующие:

- штыревые антенны (5/8 X);
- коллинеарные антенны;
- антенны типа «Шайба».

**Штыревые антенны** имеют простейшую конструкцию, состоящую из вертикального штыря, длиной 5/8 длины волны, и нескольких противовесов у основания антенны, лежащих в горизонтальной плоскости. Такая антенна обеспечивает усиление ненамного лучше штатных антенн радиорасширителей. На рисунке 5 показана типовая диаграмма направленности антенны данного типа в трехмерном изображении, с учетом влияния земной поверхности.

**Коллинеарные антенны** (рис. 6) фактически, представляют собой несколько (обычно от 2-х до 6-ти) излучателей 5/8 X, расположенных по одной оси. В зависимости от количества излучателей коэффициент усиления таких антенн может достигать 8 dBd. Усиление достигается за счет того,

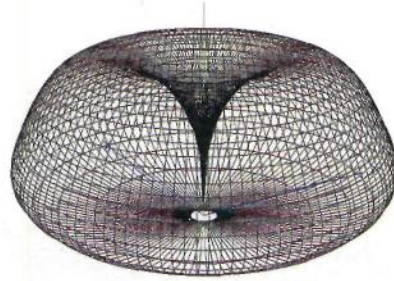


Рис. 5. Типовая диаграмма направленности антенны 5/8 X

что основная часть излучения направляется вдоль земной поверхности. На рисунке 7 показана типовая диаграмма направленности коллинеарной антенны в трехмерном изображении.

**Антенны типа «Шайба»** (рис. 8) отличаются тем, что имеют очень низкий профиль (около 50 мм) и при этом обеспечивают усиление около 5 dBd, что ненамного хуже, чем усиление коллинеарной антенны 2\*5/8 X, при гораздо меньших габаритах.

Антенны типа «Шайба», работающие в диапазоне 434 МГц, должны крепиться на металлическую поверхность или на специальный металлизированный экран. Крепление может осуществляться с помощью магнита, расположенного в корпусе антенны.

### ТИПИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫНОСНЫХ АНТЕНН

Направленные антенны имеют больший коэффициент усиления, чем антенны с круговой ДН, однако имеют некоторые ограничения при построении радиосистемы. При использовании направленной антенны все устройства, с которыми требуется обеспечить радиосвязь, должны находиться в направлении главного лепестка ДН антенны, либо в непосредственной близости от самой антенны (рис. 9). В случае, если устройство расположено вне основного лепестка ДН, рабочая дальность радиосвязи с ним может быть значительно меньше.

В случае, если необходимо обеспечить радиосвязь в разных направлениях в горизонтальной плоскости (рис. 10), применение направленной антенны неоправданно, и рекомендуется использовать антенну с круговой диаграммой направленности, предпочтительно коллинеарную.

При построении радиосистемы, следовательно, могут быть использованы антенны обоих типов-см. пример на рисунке 11. В данном случае родительское ПКУ (РРО - радиорасширитель 0) находится на пульте охраны и имеет радиосвязь только с одним дочерним ПКУ (РР1).

РР1 является здесь наиболее «загруженным» узлом радиосистемы и должен обеспечивать связь со многими радиоустройствами, расположенными в разных направлениях. Поэтому к РР1

Рис. 6. Внешний вид коллинеарной антенны

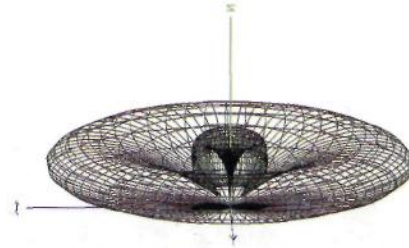


Рис. 7. Типовая диаграмма направленности коллинеарной антенны

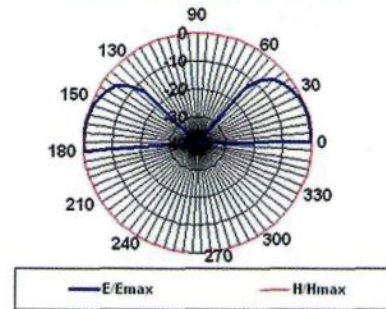


Рис. 8. Внешний вид антенны «Шайба» и ее диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях

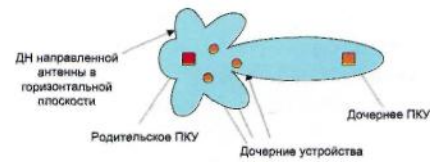


Рис. 9. Типичный вариант использования направленной антенны

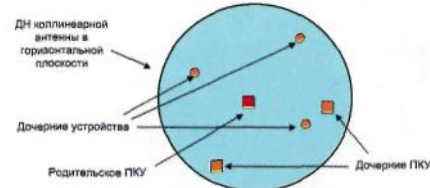


Рис. 10. Типичный вариант использования коллинеарной антенны

должна быть подсоединена коллинеарная антенна. Кроме того, антенну данного радиорасширителя следует устанавливать как можно выше (т.к. дальность радиосвязи существенно зависит от высоты установки антенны), поэтому РР1 целесообразно установить в наиболее высоком здании, а антенну установить на крыше на высокой мачте. Для этого радиорасширителя будет наиболее оправдана установка усилителя радиосигнала (см. далее).

РР2 в данном случае имеет радиосвязь с РР1, с одним дочерним устройством, находящимся в том же направлении, что и РР1, а также с дочерним устройством, расположенным в том же здании, что и РР2, так что в этом случае целесообразно использовать направленную антенну.

Для РР3, так же как и для РР1, требуется обеспечить радиосвязь с устройствами, находящимися в разных направлениях, поэтому к нему следует подключить антенну с круговой ДН.

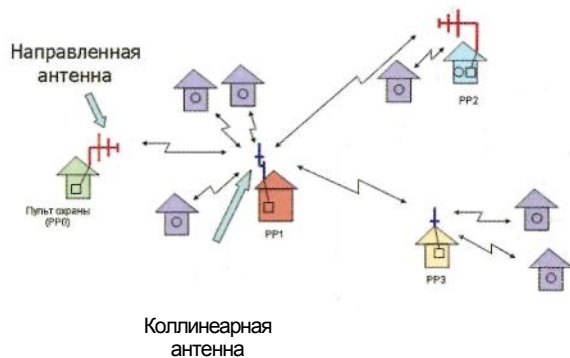


Рис. 11. Пример построения радиосистемы с использованием антенн разных типов

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ ВНЕШНЕЙ АНТЕННЫ

Для установки внешней антенны требуется следующее дополнительное оборудование:

- коаксиальные кабели;
- ВЧ-разъемы;
- сумматор/делитель.

От качества и правильной установки дополнительного оборудования в значительной степени зависит качество радиосвязи. Рассмотрим важнейшие характеристики данного оборудования.

#### КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ

Коаксиальные кабели характеризуются следующими основными потребительскими характеристиками:

- волновое сопротивление;
- внешний диаметр изоляции;
- погонное затухание.

**Волновое сопротивление** кабеля должно соответствовать волновому сопротивлению устройств, к которым подключается кабель. Поскольку практически все радиосистемы ОПС имеют входное и выходное сопротивление 50 Ом, коаксиальный кабель и антенна должны иметь также волновое сопротивление 50 Ом И.

**Внешний диаметр изоляции** определяет тип используемых ВЧ-разъемов. Как правило, большему диаметру изоляции соответствует меньшее погонное затухание. Диаметр внешней оплетки кабеля соответствует определенной спецификации. В частности, спецификациям RG-58, RG-59 и RG-6 соответствует диаметр оплетки соответственно 4,95, 6,15 и 8,4 мм.

**Погонное затухание** является важнейшей характеристикой коаксиального кабеля. Затухание измеряется в дБ/м и зависит от частоты. Как правило, на частотах до 1 ГГц можно считать, что затухание пропорционально корню из частоты. Таким образом, если, например, для кабеля указано затухание 0,2 дБ/м на частоте 100 МГц, на рабочей частоте 434 МГц затухание будет составлять величину порядка 0,2 дБ/м.

(<sup>1</sup>) При несоблюдении этого требования в излучаемый и принимаемый сигнал будет внесено дополнительное ослабление, величина которого зависит от соотношения длины волны и длины кабеля и в худшем случае может достигать до 3 дБ.

(<sup>2</sup>) Уменьшение мощности радиосигнала вдвое соответствует уменьшению рабочей дальности радиосвязи в открытом пространстве примерно на 20%.

(<sup>3</sup>) По российским нормам, допустимым является только уровень мощности не выше 10 мВт.

Рис. 12. Штекер N-type



Рис. 13. Штекер TNC



При использовании кабеля с затуханием 0,2 дБ/м мощность радиосигнала будет ослаблена вдвое<sup>(2)</sup> при длине кабеля 15 м. При использовании кабеля с затуханием 0,4 дБ/м аналогичное уменьшение мощности радиосигнала будет при длине кабеля 30 м.

#### ВЧ-РАЗЪЕМЫ

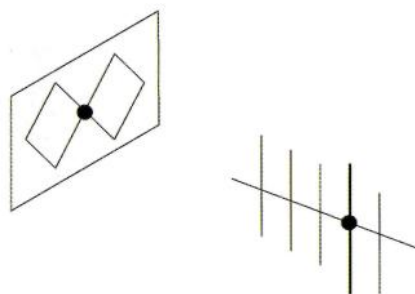
Как правило, на антеннах устанавливаются разъемы типа N-гнездо и TNC-гнездо, т.е. для подключения к ним коаксиальный кабель должен иметь соответственно штекер типа N (рис. 12) или TNC (рис. 13). Разъемы также различаются в зависимости от размеров используемого кабеля. При выборе типа штекера следует удостовериться, что данный тип штекера подходит для имеющегося коаксиального кабеля. Обычно для штекеров указываются тип разъема, вид крепления и спецификации совместимых кабелей, например: TNC-штекер, обжим, RG-58, RG-59.

#### ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ АНТЕННЫ

Для увеличения дальности радиосвязи большое значение имеет высота установки антенны. В любом случае она должна быть такой, чтобы обеспечить «прямую видимость» между антеннами, причем высота подъема над крышей должна быть не менее 1 м (кроме антенн типа «Шайба»).

Не следует устанавливать антенну ближе, чем в 2-3 м от других антенн или металлических объектов. Если при прокладке кабеля остались лишние метры, то его следует либо укоротить, либо, по крайней мере, выпрямить (например, пустить по периметру помещения), поскольку в скрученном кабеле затухание сигнала может быть несколько выше.

Рис. 14. Иллюстрация правильной установки антенн: и зигзагообразная антенна, и антенна «волновой канал» установлены с вертикальной поляризацией.



Антенны должны быть установлены с одинаковой поляризацией, причем обязательно вертикальной, в случае, если в радиосистеме используются коллинеарные антенны. Для установки антенны «волновой канал» с вертикальной поляризацией вибраторы (штыри на траверсе) должны располагаться вертикально. При установке зигзагообразной антенны два излучателя должны располагаться по горизонтали, т.е. антенна должна быть установлена широкой частью параллельно земле (рис. 14). Антенны типа «Шайба» имеют вертикальную поляризацию при установке плоской частью параллельно земле.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ДВУНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Помимо направленных антенн, для увеличения дальности радиосвязи могут использоваться двунаправленные усилители радиосигнала.

Двунаправленный усилитель имеет в своем составе два усилителя, подключенных навстречу друг другу, а также переключатели, управляемые детектором входного сигнала (рис. 15).

Общий алгоритм работы таких усилителей следующий. В случае, если на вход 1 усилителя сигнал не поступает, т.е. ПКУ работает на прием, усилитель также работает на прием, т.е. усиливает сигнал с антенны (на ПКУ идет усиленный сигнал со входа 2). Это приводит к улучшению чувствительности приемника и, соответственно, увеличению дальности радиосвязи.

В случае, если на вход 1 начинает поступать сигнал (есть некоторый пороговый уровень мощности), усилитель переходит в режим усиления передачи, на антенну идет усиленный сигнал с входа 1, т.е. от ПКУ.

В случае, если усилитель содержит систему автоматического регулирования уровня (АРУ), уровень выходной мощности практически не зависит от входной мощности<sup>(3)</sup>. Устанавливать усилитель, оборудованный системой АРУ, следует как можно ближе к антенне, поскольку при этом будут максимально скомпенсированы потери в кабеле. Однако, при больших суммарных потерях в кабеле и/или сумматоре есть опасность, что уровень на входе усилителя мощности будет ниже порогового и усилитель не сможет переключиться в режим передачи. В этом случае усилитель следует устанавливать ближе к ПКУ.

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ РАДИОСВЯЗИ

Для оценки эффективности различных способов увеличения рабочей дальности радиосвязи между устройствами радиосистемы ОПС СТРЕЛЕЦ<sup>®</sup> специалистами компании «Аргус-Спектр» был проведен ряд экспериментов.

Эксперименты проводились в условиях открытой местности, антенны устанавливались на высоте около 5 м над уровнем

## БЕСПРОВОДНЫЕ ОПС

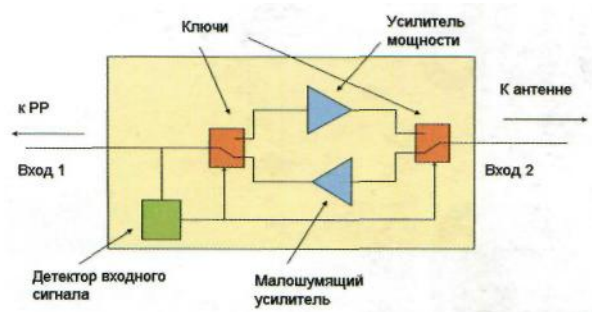


Рис. 15. Структурная схема двунаправленного усилителя радиосигнала

земли. Использовались направленные антенны с усилением около 10 dBd, а также коллинеарные антенны с усилением 5,5 dBd. В ряде экспериментов был использован также усилитель «Модус-А». Результаты представлены в таблице 1.

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что как использование внеш-

них антенн, так и использование двунаправленных усилителей позволяет значительно увеличить рабочую дальность между ПКУ (РР - радиорасширителями). Следует заметить, что рабочая дальность радиосвязи между ПКУ и дочерним устройством в открытом пространстве будет примерно в полтора раза ниже, чем дальность радиосвязи

Табл. 1. Экспериментально полученная рабочая дальность радиосвязи между устройствами радиосистемы ОПС СТРЕЛЕЦ®

Штатная антенна	0,6 км				
Коллинеарная антенна	1 км	1,5 км			
Направленная антенна	1,5 км	2,5 км	6 км		
Коллинеарная антенна + усилитель	2 км	3,5 км	7 км	6 км	
Направленная антенна + усилитель	4 км	7 км	10 км	9 км	14 км
Оборудование РР0 / РР1	Штатная антенна	Коллинеарная антенна	Направленная антенна	Коллинеарная антенна + усилитель	Направленная антенна + усилитель

с другим ПКУ со штатной антенной. К примеру, дальность радиосвязи между дочерним устройством и ПКУ (РР), оборудованным направленной антенной и усилителем, составит порядка 2,5-3 км. В случае, если дочернее устройство находится в строении, рабочая дальность уменьшится.

В таблице приведены данные для рабочей дальности радиосвязи, т. е. для дальности с оценкой качества радиосвязи не ниже «4». Максимальная дальность, при которой возможна радиосвязь, может быть заметно выше рабочей дальности (в 1,5-2 раза), однако устанавливать радиорасширители на расстоянии, близком к предельному, не рекомендуется. Следует также учитывать, что в таблице приведены ориентировочные данные. Реальная рабочая дальность может быть несколько ниже или выше в зависимости от рельефа местности, уровня внешних радиопомех и высоты установки антенны.

**Таким образом, применение выносных антенн и усилителей радиосигнала позволяет значительно увеличить дальность действия радиосистем ОПС. При использовании этого оборудования необходимо учитывать рельеф местности, высоту установки антенн и соблюдать общие рекомендации по установке.**