

«ГРАБЛИ» ИНСТАЛЛЯТОРОВ

В.П. Берсенов,
эксперт фирмы «ЮМИРС»

Вопросы, касающиеся нестабильной работы двухпозиционных извещателей (микроволновых «барьеров»), задаются часто. Даже в том случае, если все монтажные работы сделаны в полном соответствии с «грамотным» проектом, может возникнуть нестабильная работа установленного оборудования. Надо сказать, что специфика работы микроволновых барьеров практически одинакова для всех моделей, которые имеются на рынке РФ. Поэтому инсталляторы, устанавливающие различные модели, иногда наступают на одни и те же «грабли».

Причины нестабильной работы двухпозиционных радиоволновых извещателей

Причины сбоев работы двухпозиционных радиоволновых извещателей в каждом конкретном случае сложно установить без измерительной аппаратуры, поэтому поиск этих причин не прост. Существенно облегчить работу в этом случае могут хорошее знание физических принципов работы конкретного извещателя и особенности работы его электроники.

Будем считать, что комплект извещателей исправен, и рассмотрим наиболее вероятные причины его нестабильной работы. Нестабильной работой будем считать постоянные «ложные» срабатывания и «пропуски» нарушителя при контрольных проходах.

Основные причины «ложных» срабатываний:

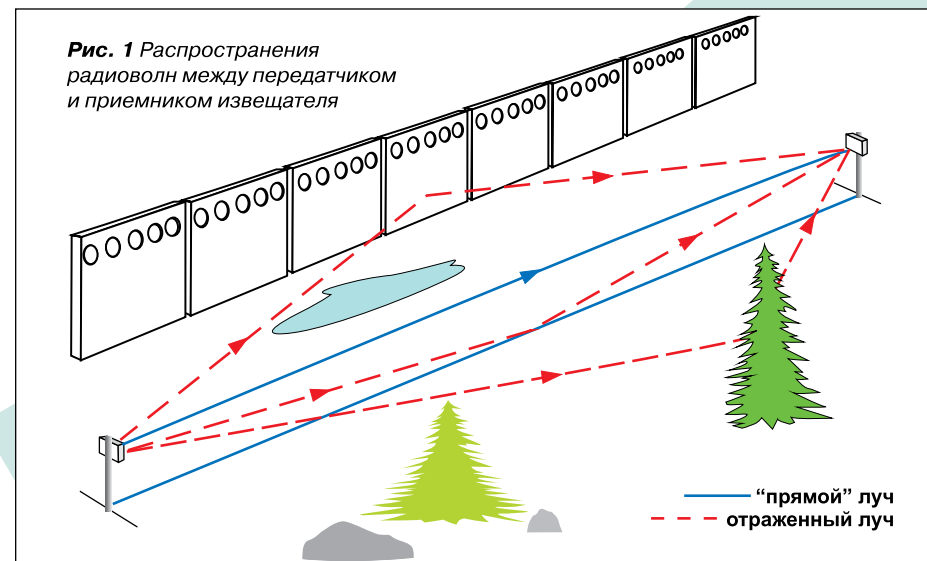
- уменьшение сигнала на приеме до минимального;
- стационарные и движущиеся объекты в зоне отчуждения;
- импульсные наводки по цепям питания;
- влияние посторонних излучателей радиоволн;
- установка слишком высокой чувствительности при настройке.

Основные причины «пропуска» нарушителя:

- неправильная настройка извещателя при установке;
- сезонные изменения рельефа охраняе-



Извещатель радиоволновой
многопозиционный линейный "Корд"



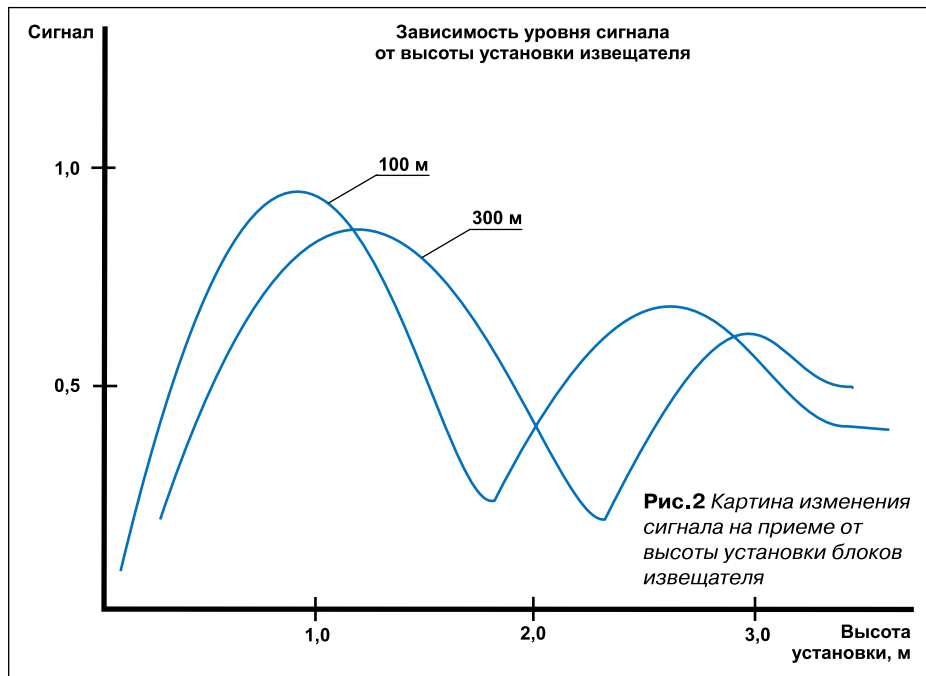
мого рубежа (необходимость перенастройки).

Выявление импульсных наводок и влияния посторонних излучателей - работа, которая производится на этапе предпроектных исследований. А вот факторы уменьшения сигнала на приеме до минимального и влияние посторонних объектов могут быть не приняты во внимание на данном этапе работ.

В случае недостаточного запаса сигнала на приеме, при малом отношении «сигнал/шум», извещатель работает в неустойчивом режиме. Одна из причин такой работы состоит в том, что комплект извещателей установлен на предельно возможной дальности. Несмотря на то, что производители гарантируют устойчивую работу извещателей на дальностях «от ...и до...», лучше избегать таких предельных случаев. Производитель, безусловно, может сказать, что Ваш рубеж не соответствует рекомендациям, изложенным в Руководстве по эксплуатации (РЭ). Ведь не всегда можно подготовить охраняемый рубеж, с идеально ровной поверхностью грунта. Чаще встречаются участки с ямками, буграми, болотцами и т.д.

Наиболее скрытые причины уменьшения сигнала на приеме до минимального обусловлены особенностями распространения радиоволн между приемником и передатчиком. Если представлять себе эти особенности, гораздо проще выявить причины и устранить их.

Особенности распространения радиоволн между передатчиком и приемником извещателя заключаются в значительном проявлении эффектов интерференции и дифракции радиоволн. Очень упрощенная модель представляется в виде «прямого» и «отраженных» от окружающих объектов «лучей», распространяющихся от передатчика к приемнику (рис. 1). При этом можно считать, что распространение лучей подчиняется законам геометрической оптики. Интерференция (результат сложения всех отраженных «лучей» отличающихся по фазе от «прямого» луча в приемнике) дает определенную амплитуду сигнала на приеме для дальнейшей обработки. В такой модели количество «лучей» зависит от того, что за объекты выделены как основные



источники «отражения». При использовании данной модели очень важно понять, какие окружающие объекты могут быть значимыми по своему влиянию на суммарный сигнал в приемнике извещателя.

Одними из важнейших подобных «объектов» являются поверхность грунта и плоскости ограждений.

Зависимость изменения сигнала на приеме от высоты установки блоков извещателя приведена на **рис.2**. Такая картина типична для частот диапазона 9-10 ГГц и расстояний между приемником и передатчиком 100-300 метров. Для каждого типа грунта и его неровностей, каждого конкретного расстояния между приемником и передатчиком, для разных размеров антенн извещателя, эта зависимость будет уникальна. Существенно то, что наиболее высокий уровень сигнала достигается при установке блоков извещателя на высоте от 0,8 м до 1,1 м, а сигнал при других значениях падает, в некотором случае - почти до нуля! Точно такое же влияние на сигнал оказывают ограждения различного типа. К сожалению, в РЭ нет конкретных рекомендаций по расположению блоков приемника и передатчика вблизи ограждений или стен зданий. Отмечено лишь то, что оптимальное расположение определяется опытным путем. Проведение таких исследований - довольно трудоемкое занятие, поэтому их результаты сложно найти в публикациях.

Эффекты дифракции радиоволн проявляются на препятствиях с размерами, которые сравнимы с длиной волны. Также радиоволны дифрагируют на краях стен и ограждений, краях других объектов. Образно говоря, радиоволны «оггибают» такие препятствия. Так, например, приемник извещателя, установленный «за углом», в области оптической «тени», может принимать сигнал постороннего передатчика;

тонкие стволы деревьев не являются препятствием для волн диапазона 2,4 ГГц; сетчатые ограждения с размерами ячеек 5 см и толщиной проволоки сетки 3 мм, прозрачны для волн диапазона 9 ГГц. Эффекты дифракции проще понять, если использовать «волновую» модель распространения радиоволн. Антенна передатчика извещателя излучает электромагнитные волны преимущественно в направлении приемника, но при этом часть излучения направлена во все стороны, в том числе и назад. Это проявление дифракции электромагнитных волн в пространстве. Именно поэтому нельзя устанавливать приемник извещателя рядом с передатчиком соседнего участка: благодаря высокой чувствительности приемника «заднее излучение» будет вызывать сбой в работе. Из-за дифракции на сетчатых ограждениях извещатель может срабатывать, к примеру, от проезжающего мимо автомобиля.

Зона «обнаружения» и зона «отчуждения»

При оценке влияния предметов на уровень сигнала в приемнике извещателя, следует обратить внимание на размеры «зоны отчуждения». Эти данные приводятся в РЭ на конкретный извещатель. Фактически это зона, где не допускается наличие посторонних предметов, стационарных или движущихся.

В том случае, если нахождение посторонних предметов в зоне отчуждения неизбежно, придется проводить эксперименты по выяснению работоспособности конкретного извещателя в конкретном месте будущей установки. Для стабильной работы потребуется уточнить места установки блоков, то есть повлиять на фазу сигнала отраженного от посторонних предметов или поверхностей. Учитывая то, что фаза электромагнитной волны (сигнала) при распространении в пространстве меняется на противоположную через каждые $1/2$ длины волны, шаг перемещения блоков ПРМ (ПРД) должен быть равен нечетному количеству полуволн. Для извещателей диапазона 9,5 ГГц можно выбрать шаг равный 4-5 см (это примерно $3/2$ длины волны). Значит, при нестабильной работе извещателя можно попробовать:

- изменить высоту установки над уровнем грунта или другой поверхности (крыши, верха ограждения) на величину 5...20 см с шагом 4-5 см;
- изменить положение относительно плоскости ограждения на величину 5...20 см с шагом около 4-5 см;
- изменить расстояние между блоками ПРМ и ПРД на величину 20...200 см с шагом около 17 см.

Наиболее опытные проектно-монтажные организации всегда проводят предпроектное исследование объекта. При этом проводятся измерения уровня электромагнитных помех и уточняются места установки извещателей. Такие работы позволяют предотвратить нестабильности в работе установленного оборудования в процессе эксплуатации.

Понятие зоны «обнаружения» вызывает самые различные трактования. Многие представляют эту зону только в виде «огурца», и от этого возникают самые различные недоразумения. Большинство современных извещателей выдают сигнал тревоги при пересечении охраняемого рубежа нарушителем. Стандартное значение вероятности обнаружения при этом равно 0,98. Нарушитель, вошедший внутрь зоны между приемником и передатчиком и возвратившийся обратно (не пересекая рубеж), может быть не обнаружен, поскольку в алгоритме принятия решения о тревоге «заложено» пересечение рубежа. Очень важно понимать, что обнаружение нарушителя возможно с определенной степенью вероятности. Максимально точно зону «обнару-



Извещатель охранный радиоволновый
двухпозиционный линейный РМ-150



Извещатель радиоволновый (радиолучевой)
двухпозиционный линейный «Радий-2»

жения» можно определить лишь опытным путем для конкретного типа извещателя на конкретном участке объекта и даже для конкретного «нарушителя»!

Для этого совершаются проходы «нарушителя» и фиксируется «тревога». Если внешние условия изменятся (например, наметет снежный сугроб зимой) зона «обнаружения» может измениться. А вот для самого грубого представления о форме зоны обнаружения используется «огурец».

Отдельно следует сказать о «мертвой» зоне. Самое точное определение – это зона, где обнаружение нарушителя может быть с вероятностью менее 0,98. При этом такая зона может возникнуть не только вблизи блоков передатчика или приемника, но и в другом месте участка (например, в том случае, если неровности грунта на участке больше указанных в РЭ.). Точное расположение «мертвой» зоны также определяется опытным путем в каждом конкретном случае.

Бывает так, что критерием хорошей работы микроволновых извещателей является полное отсутствие «ложных» тревог. Действительно, установив минимальную чувствительность, можно снизить влияние многих факторов помех. Важно помнить, что при этом мы однозначно снижаем вероятность обнаружения нарушителя и увеличиваем количество «мертвых» зон.

Историческая справка

Исследования возможности построения извещателей микроволнового диапазона началось в 60-70 года прошлого столетия и успешно продолжается. За это время были исследованы, и выбраны конкретные рабочие частоты, оптимальные для построения извещателей: 9,5 ГГц, 10,525 ГГц, 24 ГГц. Постепенно осваивается миллиметровый диапазон – частоты более 36 ГГц.

Поскольку теоретическое моделирование работы микроволновых извещателей в непосредственной близости от поверхности земли и ограждений является сложной задачей, основными инструментами были и остаются эксперименталь-

ные исследования. Все основные требования к особенностям охраняемого рубежа были экспериментально определены за последние 40 лет и в настоящее время дополняются для конкретных моделей извещателей. Именно поэтому различные производители двухпозиционных извещателей дают практически одинаковые рекомендации по установке своих извещателей.

Рекомендации и типовые требования к охраняемому рубежу для извещателей диапазона 9-10 ГГц можно найти в РЭ на конкретную модель извещателя. Очень важно ими не пренебрегать. Если Вы по каким-то причинам не можете выполнить эти требования на конкретном объекте, то без предварительных исследований на этом объекте Вам не обойтись.