

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАДИОВОЛНОВЫХ И ПРОВОДНОВОЛНОВЫХ ДВУХПОЗИЦИОННЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРОВ

Андранинов Е.Ю.  
заместитель директора по научной  
работе НПЦ "Омега-микродизайн"

Одними из лидеров рынка технических средств охраны периметров на протяжении многих десятилетий остаются двухпозиционные **радиоволновые** (радиолучевые) **извещатели**. Относительно невысокая себестоимость, надежность работы, широкий выбор конструкций антенн, определяющих форму и свойства объемной зоны обнаружения, простота монтажа и эксплуатации сделали их «фаворитами». Универсальные двухпозиционные **проводноволновые извещатели** появились относительно недавно, не более 20 лет назад. Благодаря возможности блокирования сложных участков пересеченной местности они практически сразу нашли довольно широкое применение. Извещатели данных типов довольно просты в монтаже и настройке, имеют хорошие обнаружительные характеристики, стабильно работают в течение всех сезонов, в любых климатических условиях. Малогабаритные и больших размеров, отечественные и импортные, с аналоговой или цифровой обработкой, в пластиковых или металлических корпусах – все варианты просто не перечислить.

Основные показатели охранных извещателей:

- 1) Возможность получения зоны обнаружения необходимой конфигурации и размеров;
- 2) Обнаружительная способность в определенных условиях эксплуатации;
- 3) Наработка на ложное срабатывание, включая срабатывания от допущенных биологических и атмосферных влияний, при необходимой чувствительности;
- 4) Наработка на отказ, и возможность быстрого восстановления работоспособности;
- 5) Живучесть, способность выдерживать критические воздействия (прочность и стойкость корпусов, надежность элементной базы и т. п.);
- 6) Наличие сертификатов, подтверждающих заявленные характеристики и свойства;
- 7) Удобство монтажа и юстировки;
- 8) Наличие стандартных интерфейсов и достаточного диапазона питания;
- 9) Расходы на поддержание в рабочем состоянии и обслуживание;

## Немного о технике

В основе конструкции радиоволновых двухпозиционных извещателей «лежат» излучающая СВЧ-энергию передающая (ПРД) и приемная (ПРМ) антенны, между которыми образуется электромагнитное поле (чувствительная зона) в форме эллипсоида вращения (см. рис.1). Главный лепесток диаграммы направленности антенн в основном и формирует чувствительную зону, которая может искачаться боковыми лепестками. Ширина и высота чувствительной зоны определяются выбранной рабочей частотой (как правило, от 1 ГГц до 28 ГГц и выше), диаграммой направленности, боковыми лепестками антенн, длиной участка (расстоянием между ПРД и ПРМ), алгоритмом обработки сигналов, включением в обработку высших (2, 3, ...) «зон Френеля» и значениями порогов. Для рабочей частоты ~10ГГц и размера антенн ~200×200 мм<sup>2</sup> ширина чувствительной зоны в середине 300 метрового участка примерно равна 5 м.

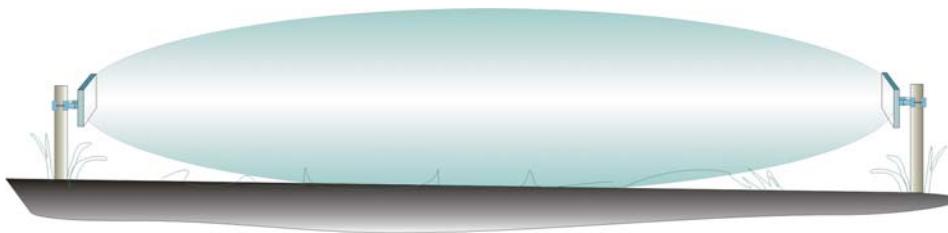


Рис. 1

(ПРД→объект→ПРМ) лучей электромагнитной волны и количеством переотражений (ПРД→объект1...→объектN→ПРМ). Объекты могут быть как статическими, так и подвижными. Отражающие поверхности (земля, заграждение и т. п.) играют большую роль в сигналообразовании и, как следствие, значительно ухудшают характеристики извещателей из-за нестабильности отра-

При попадании объектов в чувствительную зону, часть электромагнитной энергии рассеянной поверхностью объекта переизлучается в приемную антенну с фазой определяемой разностью хода прямого (ПРД→ПРМ) и отраженного объектом

жающих поверхностей при изменении метеоусловий (дождь, снег и т. п.). Это усложняет использование радиоволновых извещателей вблизи различных заграждений. **Отраженная от заграждения или земли электромагнитная волна** (см. рис.2) вычитается из прямой (основной) волны и снижает суммарный сигнал на приемной антенне до уровня шумов или сильно изменяет его при суммировании.

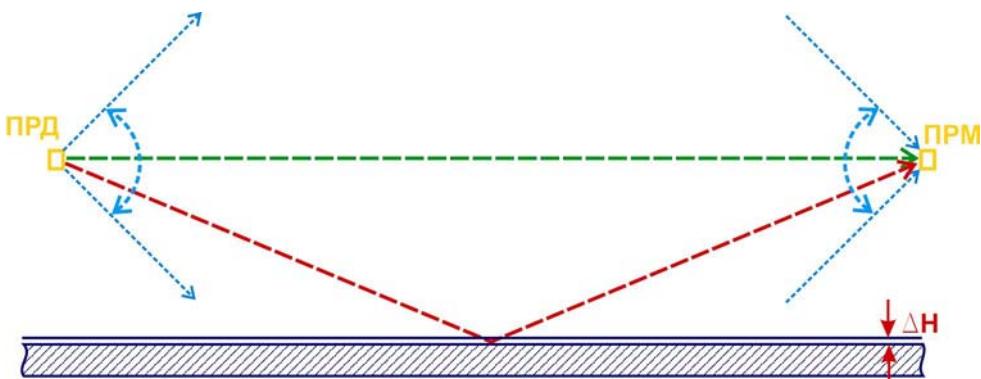


Рис. 2

увеличением апертуры антенн в плоскостях, перпендикулярных к прилегающим поверхностям (земля, заграждение, стена здания и т. п.), или уменьшением длины волны ( $\lambda$ ), что позволяет уменьшить угловую ширину главного лепестка ( $\Theta \sim \lambda/D$ ). Указанные действия приводят к ограниченному расширению возможностей извещателей, но достаточно приблизить чувствительную зону ближе к прилегающей поверхности и все повторяется.

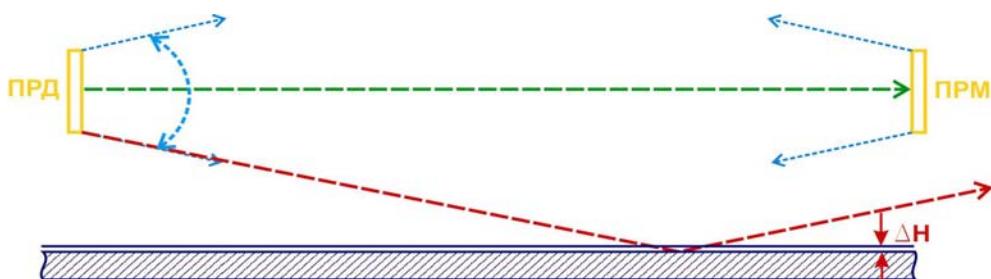


Рис. 3

решение о выдаче патента на изобретение. (авт. Андрианов Е.Ю.).

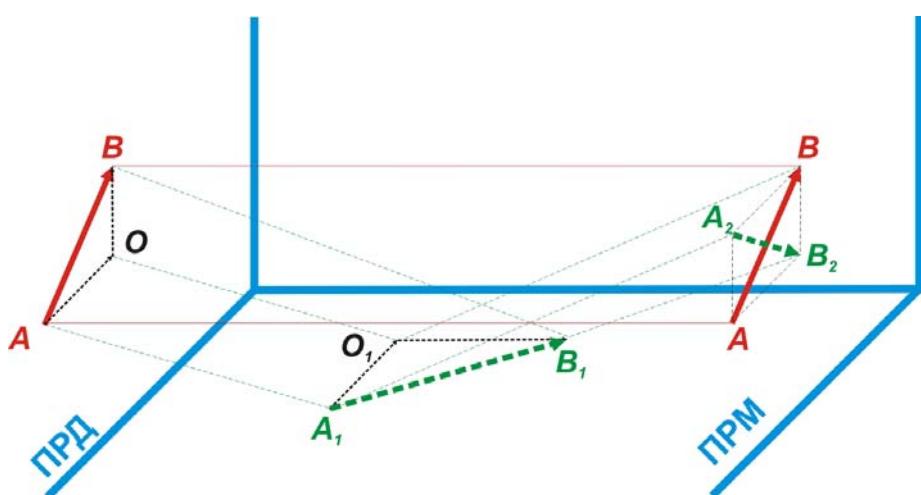


Рис. 4

ничтожно мал.

**Излучающие и приемные антенны** или СВЧ-модули для радиоволновых извещателей имеют различные исполнения. Выбор рабочей частоты и размеров антенн определяет направленность излучения и приема СВЧ-энергии, чем лучше направленность, тем больше дальность и меньше ширина зоны обнаружения и, как следствие, меньше влияние окружающих негативных факторов. Традици-

Это приводит к значительному влиянию «незначительных» воздействий (изменение уровня  $\Delta H$  подстилающей поверхности при дожде и снегопаде или качание заграждения при ветре, что может вызывать ложные тревоги).

Значительного снижения влияния отраженных сигналов добиваются

В 2008 г. с помощью нового способа обнаружения объектов удалось решить проблему переотражений, не уменьшая длины волн и не увеличивая габаритных характеристик. По данному способу получено положительное

Смысл изобретения заключен в формировании плоскополяризованного электромагнитного поля с вектором поляризации **AB** формируемым под углом  $\approx 45^\circ$  по отношению к прилегающим поверхностям (земле, заграждению и т. п., см. рис. 4). Вектор, отраженной от поверхностей, волны (вектор **A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>**) попадает на приемную антенну **ПРМ** под углом  $\approx 90^\circ$  по отношению к ее вектору поляризации **AB**. В результате вклад отраженного сигнала в суммарный сигнал на выходе приемной антенны **ПРМ**

онные конструкции содержат объемные волноводы, щелевые излучатели со встроенными СВЧ-генераторными и детекторными камерами, а также параболические отражатели, имеющие различные формы и размеры.

Применение полосковых печатных антенн, позволяет снизить габаритные размеры блоков и делает их более надежными и долговечными.

Некоторые производители применяют полосковые антенны совместно с параболическими отражателями, что несколько увеличивает поток СВЧ-энергии в направлении детектора.

Увеличение апертуры (одного или двух линейных размеров излучающей поверхности) антенных устройств, при условии их эффективности, позволяет значительно снизить влияние прилегающих к зоне обнаружения поверхностей (земли, стены, заграждения и другой, перпендикулярной к увеличивающемуся размеру антенны). И наоборот, уменьшение какого-либо размера антенны значительно увеличивает влияние поверхности, перпендикулярной к уменьшаемому размеру. Это хорошо проявляется при изменении отражающих свойств поверхности, например, при намокании, во время дождя, могут появиться флюктуации сигнала вызывающие необъяснимые срабатывания извещателя.

В **проводноволновых извещателях объемная зона обнаружения** формируется вдоль двухпроводной направляющей системы и в сечении имеет форму овала (см. рис. 5), она повторяет конфигурацию (повороты и изгибы) двухпроводной направляющей системы.

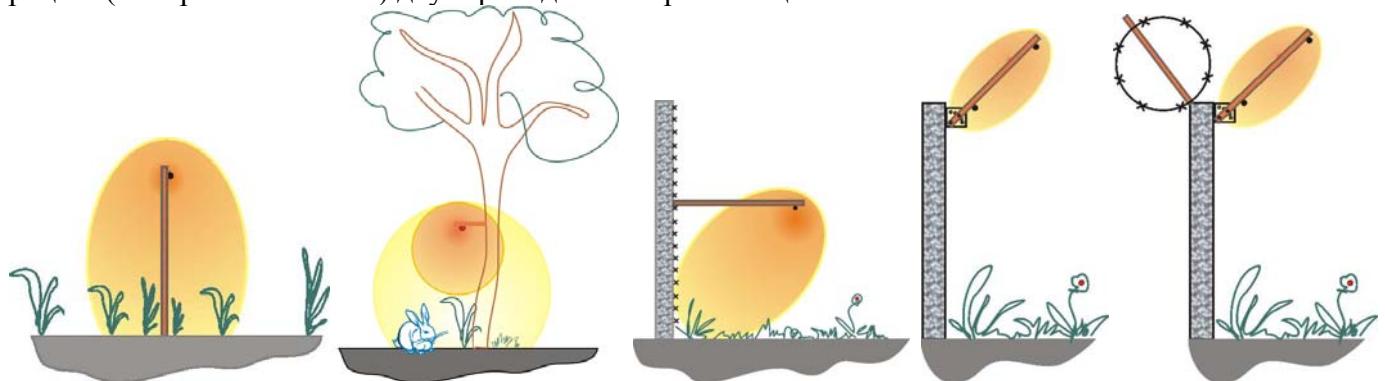


Рис. 5

Самым привлекательным в данных извещателях является их способность пространственно адаптироваться к неровностям рубежей охраны практически с любым числом поворотов и перепадов по высоте (см. рис. 6, 7), что позволяет значительно сэкономить на количестве необходимых для блокирования извещателей.

Проводноволновые извещатели не имеют излучающих антенн и являются псевдопассивными устройствами,



Рис. 6

а проводная направляющая система является фидером, доставляющим видеопульсы или радиопульсы УКВ диапазона в направлении от задающего (передающего) блока к приемному.

В настоящее вре-



Рис. 7

мя изготавливаются несколько извещателей, однофланговых и двухфланговых, в различных корпусах, с разными схематическими и алгоритмическими решениями, от однопороговых до многопороговых. Настройка производится по одному или нескольким параметрам, как в ручном режиме, так и в режиме ОБУЧЕНИЕ.

Также разработаны и изготавливаются извещатели с трехпроводной направляющей системой (см. рис. 8), кото-

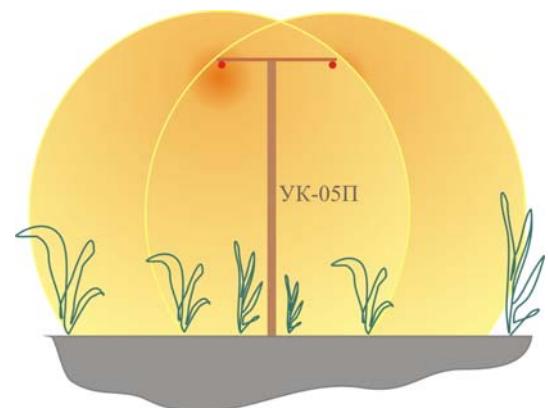


Рис. 8

рые позволяют определять направление движения нарушителя и улучшить показатели по назначению (вероятность обнаружения и период ложных тревог). Два провода при этом размещаются над землей, а третий укладывается либо на поверхность земли, либо заглубляется на 10..15 см.

**Методы и устройства обработки** извещателей, рассматриваемых классов, также значительно различаются: от простых аналоговых пороговых обнаружителей до сложных цифровых или аналого-цифровых, реализующих алгоритмы различных преобразований сигналов. Практически во всех выпускаемых извещателях поддерживается баланс аналогового преобразования и цифровой обработки, а производители микросхем и процессоров для обработки сигналов все чаще включают в их состав сложные аналоговые схемы.

Что касается вероятности обнаружения и других характеристик по назначению, то нижние доверительные границы вероятности обнаружения варьируют в основном в интервале 0,95...0,98, при выборе доверительной вероятности из интервала 0,9...0,8. Период наработки на ложное срабатывание в среднем составляет около 1000 часов, что, как правило, подтверждено испытаниями при сертификации. Более продолжительные периоды наработки потребуют длительности испытаний, выходящей за пределы разумной и достижимой. Как правило, даже 1000 ч подтверждается ускоренными испытаниями при значительном снижении (до 0,8 и ниже) доверительной вероятности.

**Интерфейс.** Стандарты на охранные системы и устройства пока предусматривают в извещателях только «сухую» контактную группу или размыкаемое сопротивление. Большинство радиоволновых извещателей имеют соответствующий выход. Некоторые извещатели имеют встроенные интерфейсы обмена информацией с центральными устройствами системы охраны, которые функционируют на расстояние до 1,2 километра, но слабая защита от наведенных напряжений, например во время грозы, и необходимость трансляции сигналов при увеличении расстояний до центрального устройства, ограничивают их использование в качестве стандартных интерфейсов. Поэтому RS-232, RS-485 или подобные интерфейсы развиваются как внутрисистемные для комплексов сбора информации, оставляя извещателю небольшую номенклатуру сигналов обмена (ТРЕВОГА, Дистанционный Контроль и т. п.).

**Питание** извещателей самое разнообразное: постоянное или переменное, в широких или узких диапазонах, с небольшой или даже супермалой потребляемой мощностью. Ранее существовали два требования к диапазонам питания: 1) 20...30 В и 2) 10...30 В. В настоящее время диапазонов гораздо больше. Среди инсталляторов существует не совсем правильное мнение о необходимости применения извещателей с расширенным диапазоном питающего напряжения, ввиду больших потерь в линиях связи и разницы напряжений для питания вблизи и на удалении от блоков питания. К сожалению, почти все извещатели при уменьшении напряжения питания значительно увеличивают ток потребления, хотя при этом потребляемая мощность и остается практически неизменной (при высоком КПД).

**Конструкции** извещателей (рис. 9, 10) обеспечивают характеристики необходимые для заданных условий эксплуатации. Для работы внутри помещений или на улице в благоприятных «мягких» климатических зонах используются пластмассовые (термопластичные) корпуса блоков. Покраска блоков или применение светостабилизирующих добавок уменьшает влияние солнечной радиации и снижает возможность коробления и растрескивания корпусов. Однако для работы в сложных климатических условиях, применение термопластичных корпусов является проблематичным.

Существуют несколько вариантов исполнения корпусов передающих и приемных блоков радиоволновых извещателей. Обязательным условием является наличие радиопрозрачных лицевых поверхностей, обеспечивающих пропускание радиоволн в направлении от передающей антенны к приемной. Элементы крепления извещателей выпускаемых в настоящее время позволяют монтировать их как на плоские поверхности (заграждения или стены), так и на трубы или столбы, как вдоль поверхности земли, так и в верхней части заграждений.



Рис. 9

радиопрозрачных лицевых поверхностей, обеспечивающих пропускание радиоволн в направлении от передающей антенны к приемной. Элементы крепления извещателей выпускаемых в настоящее время позволяют монтировать их как на плоские поверхности (заграждения или стены), так и на трубы или столбы, как вдоль поверхности земли, так и в верхней части заграждений.



Рис. 10

Каждый производитель выбирает свои ***варианты электронных модулей*** управления и обработки сигналов от аналоговых до цифровых и микропроцессорных, включая ЦСП (цифровой сигнальный процессор) для получения как можно лучших характеристик исходя из проведенных исследований, возможностей освоения элементной базы и квалификации сотрудников.

В **заключение** можно добавить, что в последнее время наметился большой интерес разработчиков и производителей к радиолучевым и проводноволновым извещателям. Невысокая себестоимость и большие нереализованные возможности открывают новые горизонты на рынке безопасности. Как пример инновационного решения, можно привести недавнее появление извещателей «Призма 2» и «Импульс-20» с совершенно новыми функциональными возможностями и параметрами, что почти сразу же было отмечено признанием широкого круга специалистов в области безопасности и множеством наград и дипломов. Российские разработчики извещателей создают все более совершенные изделия, которые помогут решить сложные задачи обеспечения безопасности объектов и вывести Россию на лидирующие позиции в области высоких технологий обеспечения безопасности.

**Тенденции** развития радиоволновых и проводноволновых извещателей будут определяться дальнейшим развитием элементной базы и требованиями рынка безопасности. В настоящее время основными требованиями являются: улучшение качественных показателей по обнаружению и ложным тревогам, а также эстетичность, уменьшение энергозависимости и массо-габаритных характеристик. Возможны и «революционные» принципиальные изменения, т. к. в последнее время многие предприятия уделяют внимание инновационным исследованиям и разработкам.