



МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
ВНЕВЕДОМСТВЕННОЙ ОХРАНЫ

ФКУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР "ОХРАНА"

# ОХРАНА МЕЖДУНАРОДНЫХ АЭРОПОРТОВ

МОСКВА 2012

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОХРАНЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА И ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК АЭРОПОРТА.....</b>	<b>7</b>
<b>Вибрационные трибоэлектрические средства обнаружения.....</b>	<b>7</b>
<b>Вибрационные микрофонные средства обнаружения .....</b>	<b>14</b>
<b>Вибрационные средства обнаружения с локализацией места воздействия на основе импульсного рефлектометра.....</b>	<b>18</b>
<b>Волоконно-оптические средства обнаружения .....</b>	<b>19</b>
<b>Зарубежные системы .....</b>	<b>24</b>
<b>Емкостные средства обнаружения.....</b>	<b>39</b>
<b>Радиоволновые средства обнаружения.....</b>	<b>42</b>
<b>Проводноволновые средства обнаружения.....</b>	<b>49</b>
<b>Средства обнаружения на основе «линии вытекающей волны».....</b>	<b>52</b>
<b>Сейсмические средства обнаружения .....</b>	<b>58</b>
<b>Активные оптико-электронные средства обнаружения .....</b>	<b>65</b>
<b>Пассивные оптико-электронные средства обнаружения .....</b>	<b>70</b>
<b>Комбинированные и совмещенные средства обнаружения .....</b>	<b>72</b>
<b>Средства обнаружения и охранные комплексы на основе радиолокационных станций .....</b>	<b>82</b>
<b>Быстроразворачиваемые радиоволновые комплексы охраны .....</b>	<b>88</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Проведение масштабных террористических актов последнего десятилетия, выход терроризма на международную арену вызывает озабоченность правительства всех цивилизованных стран и вынуждает принимать меры по обеспечению безопасности своих граждан. Во многом эти меры направлены на предотвращение чрезвычайных ситуаций, к которым могут привести диверсионно-террористические акции в отношении критически важных объектов промышленности, науки, транспорта и т. п., а также мест массового скопления людей. Реализация террористами своих целей на таких объектах – беспрецедентные по своим масштабам и жестокости акции, вызывающие справедливое возмущение всего человечества.

В последние годы в нашей стране значительная часть потенциально опасных объектов, таких как международные аэропорты, объекты топливно-энергетического комплекса и кредитно-финансовой сферы, радиационно-, биологически-, химически-, взрыво- и пожароопасные объекты промышленности и науки, ряд объектов массового скопления людей: школы, больницы, стадионы, кинотеатры, супермаркеты перешли из государственной собственности в частные руки. Система государственной охраны данных объектов была нарушена, исполнение законодательных и правительственных актов стало для негосударственных собственников необязательным. К тому же, собственники получили право самостоятельно выбирать субъект охраны имущества, в результате чего обеспечение безопасности объектов было возложено на вновь созданные собственные службы безопасности, зачастую профессионально и технически неподготовленные.

Одними из основных объектов террористических акций являются аэропорты. Несмотря на то, что в последние годы на воздушном транспорте применяются новейшие средства обеспечения безопасности - возможность совершения терактов в этой области сохраняется.

Для надежного функционирования подобных объектов должна быть обеспечена комплексная безопасность, наиболее важной составляющей которой является инженерно-техническая система безопасности, которая позволяет обеспечить надежную защиту любого объекта, а также обнаружить и нейтрализовать террористические угрозы практически при любых условиях и сценариях развития событий. Мировой опыт убедительно показывает, что одно только применение надежных технических средств охраны, созданных на базе новейших технологий, позволяет существенно снизить процент террористических посягательств на охраняемые объекты.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2009 г. № 1629-р международные аэропорты и аэродромы, на которых имеются пункты пропуска через государственную границу Российской Федерации, и объекты их инфраструктуры подлежат обязательной охране подразделениями полиции вневедомственной охраны при органах внутренних дел Российской Федерации.

Постановлением Правительства РФ N 42 от 1 февраля 2011 г. определены правила охраны аэропортов и объектов их инфраструктуры. Основной задачей в области охраны аэропортов и объектов их инфраструктуры является предотвращение несанкционированного прохода, проезда лиц и транспортных средств, проноса оружия, взрывчатых веществ и других опасных устройств, предметов, веществ на территорию аэропортов. Охрана периметров международных аэропортов осуществляется подразделениями вневедомственной охраны при органах внутренних дел Российской Федерации.

Учитывая, что одной из приоритетных задач Главного управления вневедомственной охраны МВД России является защита особо важных объектов, основной упор в деятельности НИЦ «Охрана» был сделан на решение проблем, связанных с организацией охраны именно этой категории объектов. Для обеспечения авиационной безопасности и защиты международных аэропортов от террористических актов и иных противоправных посягательств вневедомственная охрана ставит перед собой цель исключить проникновение нарушителя на объект и в жизненно важные зоны.

Основная задача охраны периметра - обнаружить нарушителя (группы) во время преодоления линии периметра, как можно точнее определить место проникновения и локализовать нарушителя до того, как его действия смогут нанести вред охраняемому объекту.

Для решения основной задачи охраны периметра необходимо решить следующие вопросы:

1. Оборудование контролируемого периметра инженерными заграждениями.
2. Оборудование контролируемого периметра техническими средствами охраны.
3. Организация реагирования сил физической охраны на несанкционированные действия нарушителя.

Первым шагом в обеспечении авиационной безопасности и защиты международных аэропортов от террористических актов и иных противоправных посягательств является устройство ограждений по периметру основной территории аэропорта и периметрам его жизненно важных центров, а также организация контрольно-пропускных пунктов.

Ограждения представляют собой инженерно-технические сооружения, которые оборудуются инженерно-техническими системами, препятствующими умышленному или непреднамеренному проникновению людей и транспорта на территорию охраняемого объекта, либо на отдельные его участки.

Ограждения следует выполнять в виде прямолинейных участков с минимальным количеством изгибов и поворотов, затрудняющих применение технических средств охраны и ограничивающих контроль состояния периметра и прилегающей территории стационарными и подвижными (включая моторизованные) нарядами охраны. Ограждения не должны иметь лазов, проломов и других повреждений, а также незапертых дверей, ворот и калиток. К ограждениям нельзя пристраивать какие-либо сооружения, кроме зда-

ний, являющихся продолжением периметра.

Периметр территории аэропортов должен иметь сплошное ограждение высотой 2,13 - 2,44 м по всему периметру с предупредительными аншлагами, запрещающими проникновение в контролируемую зону. Расстояние между предупредительными аншлагами не более 100 м. Размещение информации о штрафных санкциях повышает сдерживающий эффект таких знаков.

Контрольно-пропускной пункт - стационарный пост, выставляемый для обеспечения пропускного режима на территорию охраняемого объекта.

Контрольно-пропускные пункты должны оборудоваться:

- средствами связи;
- освещением;
- турникетами;
- металлическими воротами с автоматизированными системами открытия и закрытия, приводимыми в действие с помощью средств дистанционного управления;
- системой видеонаблюдения и видеозаписи;
- тревожной сигнализацией;
- стационарными техническими средствами досмотра физических лиц;
- смотровыми площадками;
- специальными устройствами для досмотра транспортных средств и грузов;
- средствами принудительной остановки транспортных средств. автоматизированными устройствами принудительной остановки;
- автоматизированными системами контроля и управления доступом персонала в международных аэропортах;
- стендом с образцами действующих в аэропорту удостоверений и пропусков, а также с образцами подписей должностных лиц, имеющих право подписи постоянных, временных, разовых и материальных пропусков, установленным в помещении для сотрудников охраны.

Участки возможного подъезда автотранспортных средств с внешней стороны ограждения к КПП должны быть оборудованы устройствами ограничения скорости их движения (железобетонными блоками, столбами и т. п., расположенными в определенном порядке).

Технические средства охраны решают следующие задачи:

- обнаружение факта попытки проникновения нарушителя;
- определение места проникновения нарушителя;
- оповещение группы задержания.

Для оборудования стальных и крупногабаритных конструкций, например ворот, из различных материалов применяют извещатели поверхностного монтажа. Также стальные конструкции допустимо оборудовать извещателями скрытого монтажа (исполнение с контактом на размыкание).

Данные извещатели по сравнению с другими, имеющимися на российском рынке, обладают высокой надежностью срабатываний при сравнительно низкой стоимости.

В соответствии с Федеральными авиационными правилами «Требования авиационной безопасности к аэропортам» под постоянной охраной в контролируемой зоне аэропорта должны находиться: территории отдельно стоящих объектов, коммерческие склады; склады хранения опасных грузов, КПП.

Федеральные авиационные правила в обязательном порядке требуют наличие видеонаблюдения и видеозаписи на КПП аэропорта, а также допускают возможность использования системы видеонаблюдения в ограждении системы и для контроля запасных выездов. Для повышения эффективности и сдерживающего фактора желательно, чтобы ограждение постоянно находилось под наблюдением.

Целесообразность применения систем охранного телевидения для усиления охраны объектов очевидна. Информацию о ситуации на охраняемом объекте, о поведении и индивидуальных особенностях нарушителя может дать только телевизионное изображение. В некоторых случаях специфика задач, решаемых с помощью систем охранного телевидения, требует, чтобы наблюдение было незаметным. В других случаях, телевизионные камеры и мониторы, демонстративно установленные на объекте, могут отпугивать потенциальных преступников.

Подразделения вневедомственной охраны имеют все возможности для обеспечения безопасности особо важных объектов на должном уровне, в том числе аэропортов, и спокойствие миллионов людей, ежедневно пользующихся услугами российских авиалиний.



## **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОХРАНЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА И ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК АЭРОПОРТА**

В настоящее время на рынке охранной техники существует большое количество различных типов средств обнаружения, предназначенных для охраны территорий и периметров.

Сигнализационную надежность средств обнаружения определяют обнаружительная способность, оцениваемая вероятностью обнаружения, и помехоустойчивость, оцениваемая средней наработкой на ложную тревогу. К другим важным характеристикам можно отнести длину блокируемого рубежа, потребляемую электрическую мощность, стоимость, надежность, а также уязвимость средств обнаружения к нестандартному способу преодоления – «обходу».

Специфика отечественных условий проектирования и эксплуатации периметровых систем защиты заключается в широком разнообразии климатических и почвенно-геологических условий. Большие сезонные колебания температуры, изменения климатических условий делают практически невозможным использование какой-либо единой системы для любой климатической зоны России. Температурный диапазон применения для отечественных извещателей имеет границы от минус 40°C до плюс 50°C.

От извещателей требуется универсальность и гибкость возможность работы в широком диапазоне условий эксплуатации. Любая периметральная система должна легко интегрироваться с другими охранными системами, в частности, с системой видеонаблюдения.

По регистрируемому физическому параметру или физическому эффекту, положенному в основу действия, средства обнаружения традиционно получили свои названия, фигурирующие в технической литературе.

### **Вибрационные трибоэлектрические средства обнаружения**

Среди различных типов линейных извещателей по критерию эффективности охраны (надежность обнаружения/погонная стоимость) вибрационные извещатели занимают ведущую позицию.

Вибрационные извещатели устанавливаются на «мягкие» ограждения из металлической сетки, колючей проволоки, армированной колючей ленты.

Для извещателей со «стандартными телефонными» кабелями («Трезор», «Гюрза», «Мурена», «Микрос-102») руководства по эксплуатации рекомендуют двойную, многопроходную (до 6 проходов) или «синусоидальную» прокладку ЧЭ по ограждению

Вибрационное средство обнаружения «Дельфин-М» (Рисунок 1) предназначено для создания участков сигнализационных рубежей охраны периметров объектов.



*Рисунок 1 - Вибрационное средство обнаружения «Дельфин-М»*

«Дельфин-М» предназначен для защиты оград из сварных металлических сеток, рекомендуемая длина одной зоны охраны составляет 250 м (до 500 м для прямых однородных участков периметра). Чувствительный элемент, воспринимая механические колебания при попытках преодоления ограждения, преобразует их в электрические сигналы. Сигналы поступают в блок обработки, обеспечивающий их частотный, амплитудный и логический анализ. Извещатель обеспечивает возможность калибровки чувствительности под конкретную ограду и позволяет автоматически отстраиваться от промышленных помех. Электронный блок Дельфин-М выполнен в пылевлагозащищенном корпусе. Его отличительными чертами являются надежность, низкое энергопотребление, простая и понятная настройка, низкая рабочая температура, позволяющая применять его на севере РФ.

Предприятие ЗАО «НПП «СКИЗЭЛ» в извещателях типа «Гюрза» применяет в качестве ЧЭ модификации телефонного кабеля типа ТППЭп. Отличительной особенностью этой серии является реализация методов компенсации негативного влияния низких температур на характеристики изделия. Один из этих методов - снижение силы токов, протекающих в блоке обработки сигналов (БОС). Из-за их малого уровня влияния, обусловленным изменениями свойств полупроводниковых материалов, ничтожно мало. БОС регистрирует сигналы, возникающие в ЧЭ и местах его жесткого крепления к ограждению (узлах напряжения), при механическом воздействии на элементы ограждения.

Извещатель охранный трибоэлектрический «Гюрза-035ПВЗ» (Рисунок 2) отличается от аналогичных изделий, прежде всего тем, что ЧЭ имеет оболочку из специального ПВХ пластика. Изделие предназначено для оборудования ограждений, расположенных во взрывоопасных зонах, за счет применения искробезопасных электрических цепей уровня ic, подгруппы IIВ и специального кабеля для ЧЭ. Прибор имеет маркировку «2ExicIIВ Т6Х».





Рисунок 2 –Извещатель «Гюрза-035ПВЗ»

К достоинствам извещателей охранных вибрационных типа «Гюрза» различных модификаций можно отнести также низкое энергопотребление: ток в режиме «Охрана» составляет 1,5 мА, в режиме «Тревога» - 0,6 мА и широкий диапазон питающих напряжений - от 8 до 35 В. Срок эксплуатации извещателя не менее 10 лет.

Особенностью другого извещателя «Гюрза-070ПЗ» является возможность создания двух зон охраны на базе одного извещателя («Вправо - Влево» или «Козырек – Полотно»), длина каждого чувствительного элемента - до 500 м. Имеется возможность его использования на комбинации заграждений различных типов. Производитель указывает, что извещатель обладает высоким уровнем защиты от воздействия электромагнитных и вибрационных помех, в специальном исполнении извещатель имеет диапазон рабочих температур от минус 50<sup>0</sup> до плюс 70<sup>0</sup>С.

Группа компаний «Старт-7» предлагает датчик регистрации преодоления заграждений «Точка». Изделие представляет собой вибрационное средство охраны на основе трибоэлектрического эффекта. Датчик обеспечивает обнаружение попыток преодоления путем перелаза или частичного разрушения ограждений. Максимальная протяженность рубежа охраны для одного изделия - 1000 м (два участка по 500 м).

Отличительной особенностью является подключение двух ЧЭ на каждый участок. Это позволяет отдельно охранять нижнюю и верхнюю части ограждения, на которые воздействуют различные по своей природе помехи и с различной интенсивностью.

Отличиями от других извещателей также являются:

- наличие гальванической развязки внешних цепей;
- упрощенное меню настройки с готовыми установками для различных типов ограждений и способов их преодоления.

Оснащение датчика сигнальным «DSP» процессором позволяет реализовать возможность независимой обработки сигналов от четырех ЧЭ.

Принцип работы извещателей со специальным кабелем с центральным проводником (КТВ) основан также на регистрации деформаций заграждения,

возникающих при несанкционированных воздействиях нарушителя, но при изготовлении кабель нормируется по параметру: воздействие - электрический сигнал.

В новом поколении вибрационных извещателей серии «МУРЕНА-2» ЗАО «Фирма «ЮМИРС» (Рисунок 3) полностью модернизирован алгоритм анализа сигналов от чувствительного элемента (ЧЭ). Специально разработанный вибрационный кабель позволяет определять разрушение полотна способами перепиливания и перекусывания. В новой версии программы «МУРЕНА-2» анализируется весь спектр частот сигнала от предполагаемого нарушителя, делающего попытку преодолеть заграждение, на котором установлен вибрационный кабель (ЧЭ). При установке «МУРЕНА-2» на заграждении фиксируются попытки перелаза, подкопа (при заглублении ЧЭ в грунт), разрушения заграждения перепиливанием или «выкусыванием» прутьев сетки. При этом полностью «отсекаются» провокационные воздействия нарушителя: одиночные удары или серия ударов по заграждению, а также кратковременное сотрясение заграждения.



*Рисунок 3 - Извещатель «МУРЕНА - 2»*

Блок «МУРЕНА-2» имеет 4 независимых входа для подключения ЧЭ. На каждый вход можно подключить ЧЭ длиной до 500 метров. Общая длина участка, охраняемого одним блоком «МУРЕНА-2», составляет до 1000 метров. При этом дополнительные 1000 метров ЧЭ можно установить по верху заграждения. Новая модификация извещателя дополнена интерфейсом, который позволяет производить установку параметров обнаружения предполагаемого нарушителя. Настройка «МУРЕНА-2» производится с помощью ноутбука или с помощью стационарного компьютера в помещении охраны.

Извещатель «МУРЕНА» не требует большой зоны отчуждения. Так же на работоспособность не влияют растущие в непосредственной близости от ограждения, деревья, кустарники и другие растения. Единственное ограничение (как и для остальных вибрационных извещателей): ветви растений не должны касаться ограждения, так как при порывах ветра это может вызвать ложные тревоги.

В большинстве зарубежных вибрационных периметральных систем используются специальные трибоэлектрические коаксиальные кабели, которые крепятся вдоль прямой линии. Анализаторы таких систем оснащены системами автоматического контроля окружающей среды, позволяющими минимизировать ложные срабатывания.

Из аналогичных зарубежных систем подобного типа здесь можно упомянуть систему «Multisensor» израильской фирмы «Galdor». В диэлектрической изоляции таких кабелей при деформации или трении наводятся поверхностные заряды, которые регистрируются электронным блоком охранной системы. Трибоэлектрический кабельный чувствительный элемент «Supersensor» («MuLtisensor») на рисунке 4, состоит из 2-х сплетенных между собой жил с покрытием алюминиевой фольгой и двумя внешними экранами, обеспечивающими его устойчивость к внешним атмосферным воздействиям и солнечному излучению в широком диапазоне температур.

Механическое давление на чувствительный кабель автоматически преобразуется в электронные сигналы, которые постоянно определяются задающим устройством (TRU), подключаемым к одному концу чувствительного кабеля и устройством обнаружения (DU или SDU), присоединяемым к другому концу кабеля. Микропроцессорный анализатор системы обрабатывает параметры сигнала – частоту, амплитуду, последовательность импульсов, и по этим признакам определяет, является ли источником сигнала попытка вторжения.

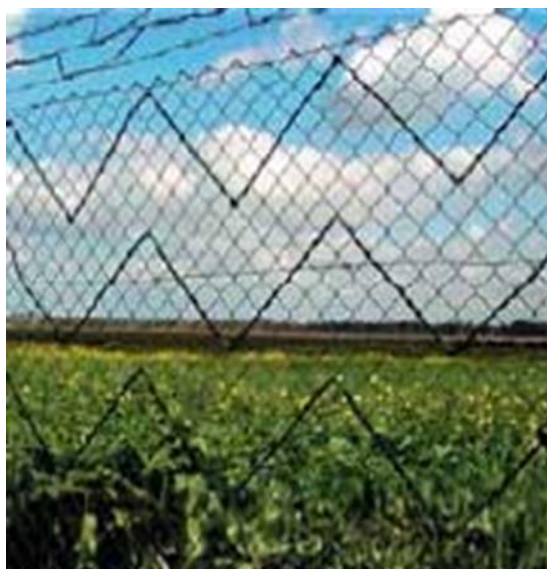


*Рисунок 4 - Кабельный чувствительный элемент «Supersensor»*

Система использует уникальную технологию «G-Max Security» («Galdor-Secotec») и обладает низким уровнем ложных тревог при относительно низкой стоимости оборудования.

Система «Multisensor» (Рисунок 5) выпускается в двух конфигурациях: полностью аппаратная реализация контроллеров с релейным выходом и компьютерно-ориентированная реализация с объединением контроллеров по коммуникационному интерфейсу. Аппаратная версия (HWS) обеспечивает сухой релейный контакт, который может быть подключен к стандартной панели срабатывания тревоги. Версия компьютеризированный мультиплексор

(CMS) включает мультиплексированный транспондер, установленный в контроллере и передающий сигналы тревоги по одноканальному коммуникационному кабелю на персональный компьютер, на котором установлена соответствующая цветная графическая система «G-Max Security» («Galdor-Secotec») на базе «Windows NT» и программы «COM-4000NT». Версия «CMS» позволяет конечному пользователю перенастраивать чувствительность системы и тестировать ее по различным параметрам непосредственно со своего компьютера.



*Рисунок 5 - Вибрационное средство обнаружения «Multisensor»*

Система «Multisensor» эффективно обнаруживает попытки проникновения путем перелезания через ограждение, пролома и подкопа.

Система «Intelli-Flex» регистрирует попытки перелезть через ограду, перекусить или приподнять сетку. Электронный блок системы «Intelli-Flex» анализирует количество импульсов в заданном временном окне (разрушение ограды), а также интегральную энергию сигнала при длительных воздействиях (перелаз). На стандартном для США и Европы ограждении из сетки высотой до 2,5 м кабель можно устанавливать в один проход; двухпроходная конфигурация рекомендуется для обеспечения большей надежности. В последнем случае кабель крепится вдоль верхней и нижней кромок на расстояниях, равных одной трети высоты ограды. Максимальная длина защищаемой зоны может достигать 300 м (2×300 м при использовании двухзонного анализатора).

Для настройки системы «Intelli-Flex» используется специальный программатор, который подключается к электронному блоку и фиксирует сигналы, сопровождающие попытки реального преодоления периметра. Записанные программатором сигналы используются затем в качестве критериев обнаружения вторжения. Для каждой зоны охраны требуется индивидуальная настройка анализатора на нескольких участках зоны. Предусмотрена возможность установки на каждом анализаторе специального погодного датчика

для мониторинга текущих погодных условий и адаптации алгоритма обработки сигналов.

Английская компания «Advanced Perimeter Systems» (APS) выпускает систему «Flexiguard», также использующую в качестве чувствительного элемента специальный коаксиальный трибоэлектрический кабель. Для типовых периметров система выпускается в двух основных модификациях: «FG2000» — для легких металлических оград (сетка типа «рабица» и сварная проволочная решетка) и «FG2500» — для так называемых «палисадных» европейских оград, выполненных из штампованных стальных тонкостенных элементов.

Система «FG5000» фирмы «APS» предназначена для охраны периметров взрывоопасных объектов — нефтехимических предприятий, газовых станций, складов взрывчатых веществ и т.п. Модификация «FG3000» используется для охраны стен и крыш зданий.

Сенсорный кабель «Flexiguard» крепится непосредственно к сетчатой ограде с помощью пластиковых стяжек, устанавливаемых через каждые 100 мм. Кабель отличается высокой гибкостью и прочностью, что упрощает процесс его монтажа. Сенсор подключается к анализатору «FS200», оснащенной системой автоматического контроля окружающей среды. Эта система позволяет отстроиться от сигналов, вызванных климатическими воздействиями (дождь, ветер, град), и тем самым заметно снизить частоту ложных срабатываний. Максимальная длина зоны охраны составляет 300 м; для управления системой фирма APS выпускает специальные контрольные панели FG10 и FG20 на 10 и 20 зон соответственно. Кроме визуального контроля сигналов тревоги эти панели позволяют прослушивать звуковые сигналы сенсора, помогающие идентифицировать тип вторжения.

Трибоэлектрический кабельный охранный комплекс PPS2 компании «Perpro» предназначен для охраны оград из сеток, проволочных решеток и колючей проволоки. Она характерна тем, что реагирует только на растяжения ячеек ограды и нечувствительна к вибрациям. ЧЭ монтируется на сетке не вдоль прямой линии, а в виде зигзагов, что повышает эффективность регистрации нарушителя, перелезающего через ограду. Кабель срабатывает при внешнем растягивающей воздействию величиной от 5 до 200 кг. Для защиты ограды из сетки или колючей проволоки высотой 2,5 м требуется от 3-х до 5-ти проходов сенсора. Стандартный сенсорный кабель системы PPS2 рассчитан на температурный диапазон от минус 30°C до плюс 70°C, а по заказу поставляется в специальной оболочке и работает при температурах до минус 40°C. Анализатор системы PPS2 обрабатывает сигналы от двух зон; максимальная длина каждой зоны — 400 м.

Трибоэлектрические коаксиальные кабели использует в качестве датчиков и итальянская компания «GPS Standard». В проводном трибоэлектрическом периметральном извещателе типа WPS реализован принцип деформации натянутых проводников. Несколько лучей специально разработанного коаксиального кабеля со стальной центральной жилой натягиваются вдоль линии периметра на расстоянии примерно 15 см друг от друга, образуя тем



самым дополнительным физическим барьером. При попытке преодолеть такой барьер нарушитель деформирует (растягивает) кабель, в котором появляется электрический сигнал. Сигнал после усиления обрабатывается микропроцессором, который выдает сигнал тревоги. В систему входит концентратор, контролирующий до 8 отрезков сенсорного кабеля, каждый из которых может иметь протяженность до 300 метров. Программное обеспечение позволяет, отслеживая сигналы кабеля, автоматически адаптировать чувствительность системы к окружающим погодным условиям. Система работоспособна в диапазоне температур от минус 30°C до плюс 60°C.

Основным отрицательным моментом в трибоэлектрических средствах обнаружения является то, что в них используется паразитный эффект, который вносит существенные ограничения в функционал, связанные с тем, что диапазон регистрируемых частот, как правило, не превышает 0,1-300 Гц, поскольку в более высокочастотной области велик собственный шум электроники, а коэффициент преобразования уменьшается. Как следствие, «перелаз» (низкочастотное воздействие) отечественными вибрационными средствами обнаружения выявляется более надежно, чем «перекус» (высокочастотное воздействие). Поэтому для организации эффективной защиты от преодоления ограждения путем перекуса, т.е. разрушения полотна ограждения путем удаления его части, производители рекомендуют укладывать кабели на полотне ограждения зигзагом или выполнять несколько проходов, что значительно уменьшает линейные размеры защищаемого участка периметра и увеличивает трудоемкость монтажных работ. Сегодня, когда на свободном рынке представлен широкий спектр приспособлений для разрезания полотна ограждения механическим путем (или электрогазосваркой), особенно актуальным становится обнаружение проникновения путем перекуса. Особенно это важно для объектов, на которых можно ожидать заранее подготовленное проникновение с преступными намерениями.

Для повышения чувствительности отечественные вибрационные средства обнаружения, могут оснащаться зарубежными специализированными ЧЭ, однако это существенно увеличит их стоимость и уменьшит конкурентоспособность на отечественном рынке ТСО приходит все больше зарубежных производителей СО. Поэтому логичной выглядит разработка новых российских специализированных ЧЭ основанных на трибоэффекте обладающих пониженной стоимостью.

### **Вибрационные микрофонные средства обнаружения**

Анализаторы системы «Guardwire» (Рисунок 6) обеспечивают двухканальную обработку сигналов, необходимую для регистрации двух основных типов вторжения: перелаза через ограду (продолжительное воздействие) или разрушения ограды (ударное воздействие). Чувствительность системы устанавливается независимо по каждому каналу. Сменные фильтры позволяют подавлять помехи (например, от ветра или дождя) и оптимизировать отклик системы для заданного типа ограды. В канале регистрации ударных воздей-

ствий («перерезания ограды») задается длительность «временного окна» и определенное количество «событий», после которых анализатор включает сигнал тревоги. Максимальная длина зоны охраны — 400 м.

Отличительной особенностью анализаторов «Guardwire» является наличие звукового канала, позволяющего оператору прослушивать обстановку в каждой зоне.



*Рисунок 6 - Анализатор системы Guardwire*

Аппаратура серии «Guardwire» предназначена для защиты периметральных оград из металлической сетки, тонкой сварной решетки, колючей проволоки или сравнительно легких оград из дерева. Для более массивных оград (тяжелых сварных или кованых решеток и т.п.) компания «Geoquip» выпускает систему «Defensor» с усовершенствованным сенсорным кабелем типа «GDALPHA». Кабель содержит только два проводника, которые помещены в полиэтиленовые трубки с силиконовой смазкой, обеспечивающие повышение подвижности проводников и, соответственно, уровня сигнала. Для минимизации внешних наводок активные проводники сформированы в виде витой пары. Центральный многожильный провод выполняет роль упрочняющего элемента и ограничивает термические деформации сенсорного кабеля.

Анализатор системы «Defensor» (Рисунок 7) по своим техническим и эксплуатационным характеристикам близок к системе «Guardwire»: напряжение питания 10 — 24 В, потребляемый ток — 60 мА. Система работоспособна при температурах от минус 50°C до плюс 70°C.

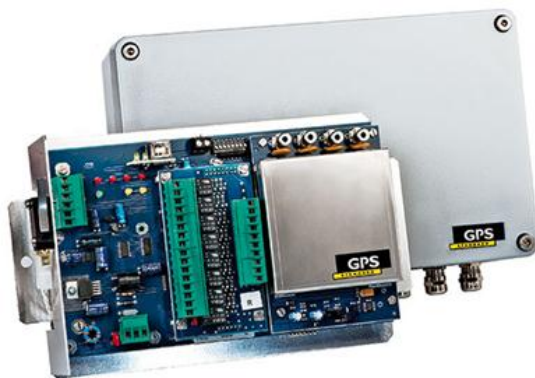


*Рисунок 7 – Варианты установки системы «Defensor»*

Оба анализатора имеют стандартные релейные выходы, конфигурируемые как нормально замкнутые или нормально разомкнутые. Кроме реле тревоги, анализатор содержит реле отказа, сигнализирующее о повреждении кабеля, вскрытии блоков системы или отключении питания в зоне. Анализаторы «Guardwire» и «Defensor» также имеют выходы звукового канала, что позволяет оператору прослушивать обстановку в каждой зоне и идентифицировать сигнал вторжения на слух.

Обе системы отличаются тем, что не нуждаются в адаптации к погодным условиям или сезонной подстройке параметров, не требуют программатора или компьютера со специальным программным обеспечением при настройке и эксплуатации. Системы уже достаточно широко применяются на российском рынке - по утверждению её дистрибьюторов, всего смонтировано в России несколько десятков километров. Хотя это и не идет ни в какое сравнение с отечественными системами, объем внедрения которых, составляет сотни, если не тысячи километров, все же это, безусловно, самая популярная из зарубежных систем.

Итальянская компания «GPS Standard» предлагает систему «CPS» (Рисунок 8) с коаксиальным микрофонным кабелем, который крепится к уже существующей ограде. Электронный блок непрерывно анализирует сигналы сенсорного кабеля и при превышении заданного порога активности выдает сигнал тревоги.



*Рисунок 8 - Электронный блок системы «CPS»*

Микропроцессор системы обеспечивает адаптацию к погодным условиям и отстройку от помех (ветер, птицы и т.п.). Блок управления 2-х или 4-х зонный. К электронному блоку подключаются два отрезка кабеля длиной до 300 м; блок имеет релейные выходы сигналов «предтревога», «тревога» и «неисправность». Для программирования и контроля работы системы используется персональный компьютер, параллельно которому можно подключить обычную контрольную панель тревоги. Диапазон рабочих температур системы «CPS» от минус 30°C до плюс 70°C.

Английская компания «Detection Technologies Ltd» для своей системы «DuoTek» выпускает микрофонный сенсорный кабель «VibraTek». В «DuoTek» анализатор, показан на рисунке 9, использует современную цифровую обработку сигнала и обеспечивает адаптацию к погодным

Применение электромагнитных кабелей позволяет получать с периметра звуковые сигналы в диапазоне 3Hz - 3,8 kHz, что позволяет анализатору проводить детальный анализ сигналов от инженерного ограждения, а оператору прослушивать обстановку в зоне установки сенсора и идентифицировать вторжения нарушителей в непосредственной близости от места установки.



Рисунок 9 - Система «DuoTek»

Вибрационные микрофонные СО могут быть применены при защите заграждения, выполненного из железобетона, металла, легких сетчатых и др. типов заграждений, особенность такого чувствительно элемента в том, что он обладает широкой полосой регистрируемых частот.

*Недостатки:*

- применяется на ограждении охраняемой территории;
- существенным недостатком практически всех вибрационных трибо-электрических средств обнаружения невозможность локализации места проникновения нарушителя.



## **Вибрационные средства обнаружения с локализацией места воздействия на основе импульсного рефлектометра**

Уникальность новой технологии «INTREPID MicroPoint» (Рисунок 10) компании «South West Microwave» (США) в том, что она не только фиксирует сам факт наличия возмущения чувствительного элемента, но и определяет место возникновения этого возмущения с точностью до 3 метров на участке кабеля длиной до 200 метров.



*Рисунок 10 – Извещатель «INTREPID MicroPoint»*

Применение этой технологии предоставляет целый ряд качественно новых возможностей:

- индивидуальная настройка чувствительности каждого метра кабеля
- свободное программное разбиение на зоны
- распознавание точечного воздействия – поразительное снижение числа ложных тревог путем анализа пространственной характеристики возмущения.

Современная цифровая процессорная обработка с использованием как временных, так и пространственных фильтров, позволяет значительно снизить уровень ложных тревог и одновременно повысить вероятность обнаружения.

В кабеле «MicroPoint» сигнал от нарушителя сравнивается с шумом, создаваемым только участком длиной 1,1 метра, на который он воздействует. Это приводит к значительному увеличению соотношения сигнал/шум по сравнению с традиционными микрофонными системами. Увеличение отношения сигнал/шум приводит к значительному уменьшению частоты ложных тревог и увеличению вероятности обнаружения.

Чувствительным элементом «INTREPID MicroPoint» является специализированный коаксиальный кабель с двумя дополнительно сформированными диаметрально противоположными каналами, в которых расположены тонкие чувствительные сенсорные проводники. Размер канала позволяет сенсорному проводнику свободно перемещаться в нем относительно центрального изолятора при деформациях кабеля. Сенсорные проводники отделены от



экрана, выполненного из алюминиевой фольги, майларовой оболочкой. По-мехозащищенность кабеля повышается за счёт использования медной оплётки, расположенной поверх алюминиевого экрана. Защитная оболочка кабеля сделана из полиэтилена высокой плотности, невосприимчивого к ультрафиолетовым лучам и стойкого к погодным условиям. Любая механическая деформации сенсоров приводит к тому, что часть зондирующего импульса отражается и начинает двигаться обратно к приёмнику со скоростью, равной 80% скорости света. Кроме того, специализированный кабель обеспечивает передачу данных и подачу питания для всех компонентов системы.

*Достоинства:*

- возможность локализации места проникновения до нескольких метров.

*Недостатки:*

- односторонняя схема сигнализационного блокирования заграждения.

### Волоконно-оптические средства обнаружения

Среди отечественных разработок волоконно-оптических периметровых систем можно отметить систему «ВОРОН<sup>TM</sup>» производства компании ООО «Прикладная радиофизика». Система предназначена для создания протяженных многозонных и многорубежных периметровых систем обнаружения на основе волоконно-оптических кабелей, являющихся распределенным датчиком деформаций, установленных на деформируемых заграждениях различных типов, а также в грунте. Комплекс состоит из двух частей – пультовой аппаратурно-программной и линейной. На рисунке 11 изображена система «ВОРОН<sup>TM</sup>».

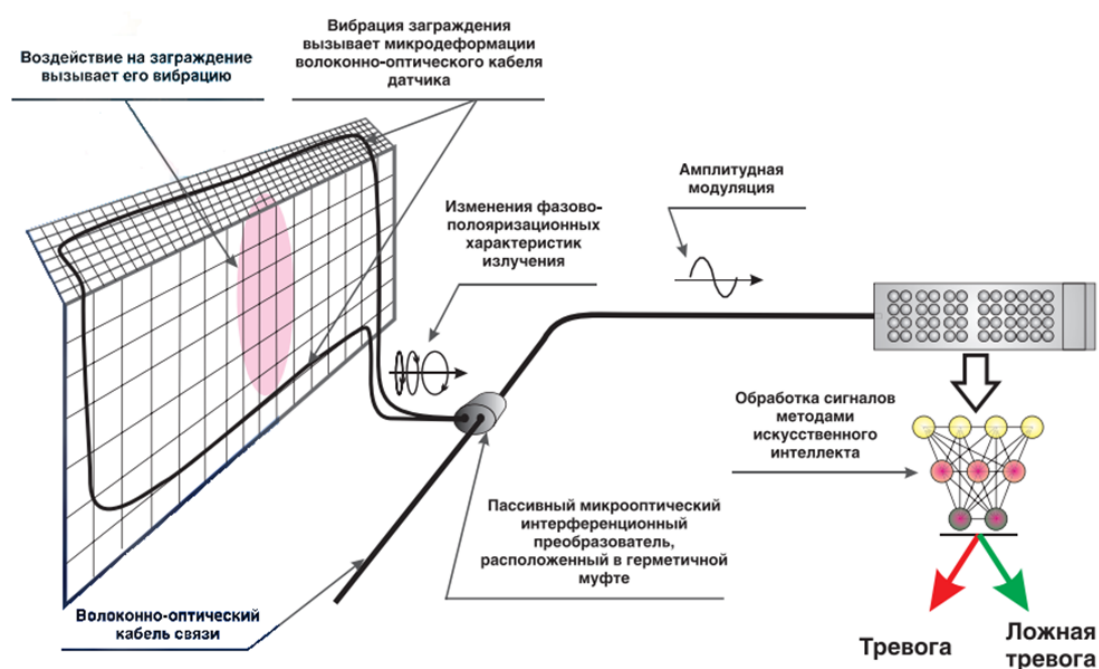


Рисунок 11 - Принцип работы комплекса «ВОРОН<sup>TM</sup>»

В качестве ЧЭ в системе «ВОРОН™» использован специальный многомодовый волоконно-оптический кабель-датчик типа КДВО-18И. От внешних воздействий он защищен полиэтиленовой оболочкой, обеспечивающей работоспособность чувствительного элемента до температур минус 65°C. Кабель усилен двумя стальными жилами и имеет прочность на разрыв 32 кг. В модернизированных системах планируется использовать новый сенсор КДВО-3Т («трос»), в котором ЧЭ защищен армирующей оплеткой из стальных жил, обеспечивающих прочность на разрыв до 600 кг.

Длина одной охраняемой зоны до 500 м, максимальная длина кабель - датчика совместно с кабелем связи могут составлять 60 км. Например, при охране периметра длиной 50 км пультная часть может быть размещена на расстоянии до 10 км.

ЗАО «Омега» представляет на рынке систему непрерывного виброакустического мониторинга протяженного объекта (САМПО), предназначенную для обнаружения проникновений в охранную зону объекта, несанкционированных воздействий на охраняемый объект. Действие системы основано на изменении положения световода, проложенного вдоль контролируемого объекта. Информационным параметром является интенсивность спонтанного комбинационного рассеяния света в материале световода. Производитель указывает, что точность локализации воздействия - +/- 5 м. Для определения координаты внешнего воздействия весь оптоволоконный тракт кабеля-датчика разбивается на независимые каналы (до 14000 каналов по 5 м каждый, на 70 км плеча системы), в каждом из которых проводится отсчет амплитуды сигнала с заданной дискретизацией и многоступенчатая цифровая обработка полученной информации. Взаимное влияние на соседних каналах составляет не хуже 10 дБ. Поэтому количество одновременно локализуемых воздействий на датчик в разных его точках ограничено числом каналов на подключенном кабеле. Длина контролируемого одним модулем «САМПО» участка до 140 км (рекомендуемая 100 км), число каналов измерения до 28000. На рисунке 12 показана схема одиночного модуля «САМПО».

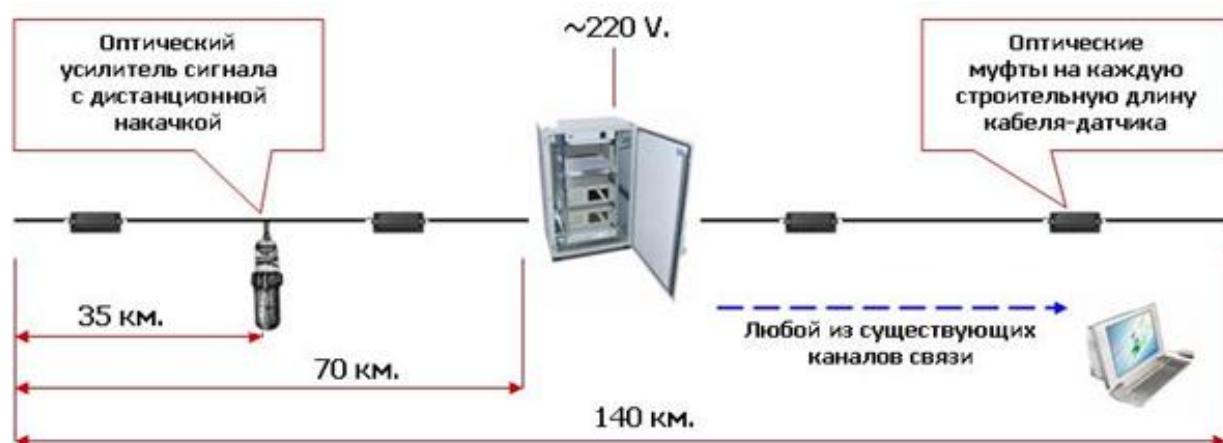
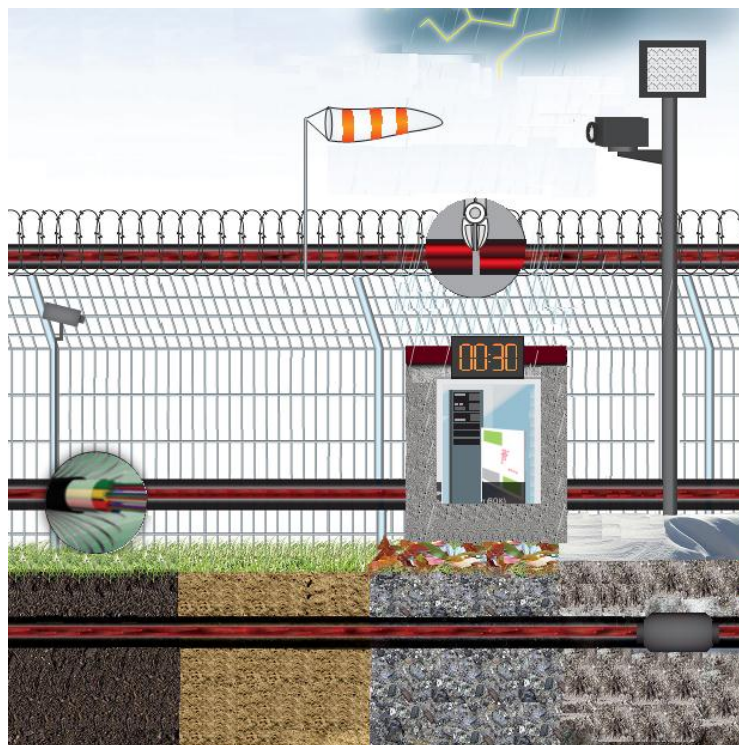


Рисунок 12 - Схема одиночного модуля «САМПО»

Система оптического контроля «Сокол - СПО» (Рисунок 13) производства НПП «Автоматика-С» и ЗАО «СИГМА» по своим параметрам аналогичной системе ЗАО «Омега», но с числом каналов измерения до 20000. Производитель указывает, что количество и длина зон обнаружения не ограничены, определяется программным способом. Минимальный размер зоны обнаружения равен 5 м. При прокладке многожильного оптического кабеля допускает использование свободных оптических волокон для передачи информации, включая видео.

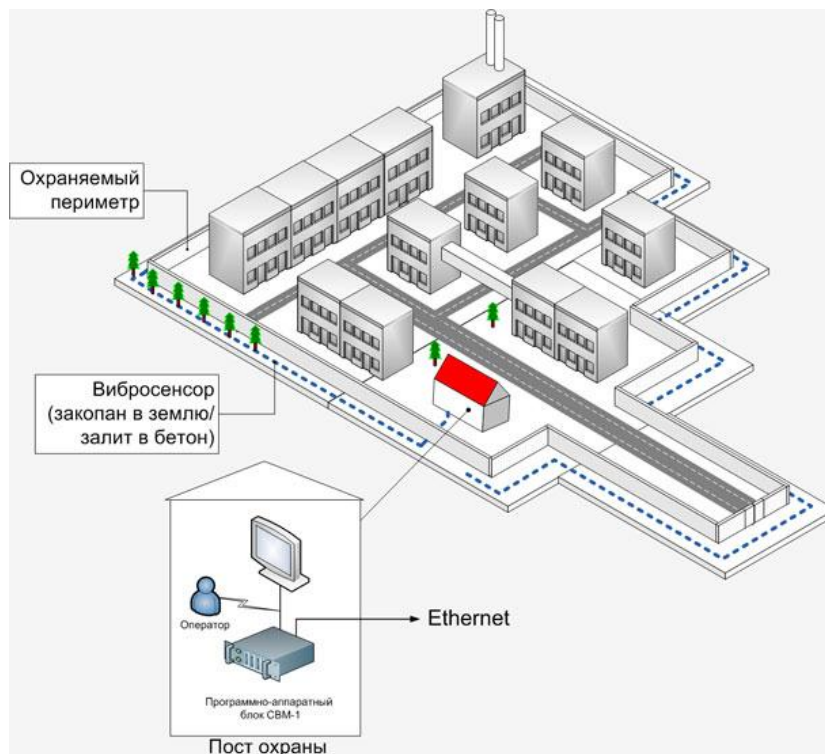


*Рисунок 13 - Система оптического контроля «Сокол - СПО»*

Использование рефлектометрического принципа, аналогичного радиолокационному, позволяет определять место и тип (характеристику) воздействия. Действие системы основано на изменении положения световода, проложенного вдоль контролируемого объекта.

ООО «Оптические измерительные системы» производит и поставляет оптоволоконной системы охраны периметра «СВМ-1» (Рисунок 14). В качестве чувствительного элемента (вибросенсора) в системе вибромониторинга используется одномодовое оптоволокно «SMF-28». Протяженность вибросенсора от 0,05 до 60 км. Программное обеспечение, работающее в составе программно-аппаратного комплекса «СВМ-1» отображает обработанный сигнал в режиме реального времени и осуществляет постоянную запись в память. Программно-аппаратный блок производит сравнение полученного интерференционного сигнала с предыдущими и, в случае преодоления заданного порога, производит его анализ. За счет использования элементов искус-

ственного интеллекта (нейроанализа), происходит «нечеткое» сравнение звуковых образов и их классификация в отличие от аналогичных «жестких» классификаторов. Это позволяет увеличить верность детектирования. Точность измерения места воздействия, от  $\pm 2,5$  до 10м. Система производит спектральный и временной анализ сигнала. Возможно обучение системы в



процессе эксплуатации.

Рисунок 14 – Применение системы охраны периметра «CBM-1»

Распределенная охранная волоконно-оптическая система «Дунай» (Рисунок 15), разработанная и изготовленная ООО «Т8», в качестве чувствительного элемента используется оптическое волокно «SMF-28».

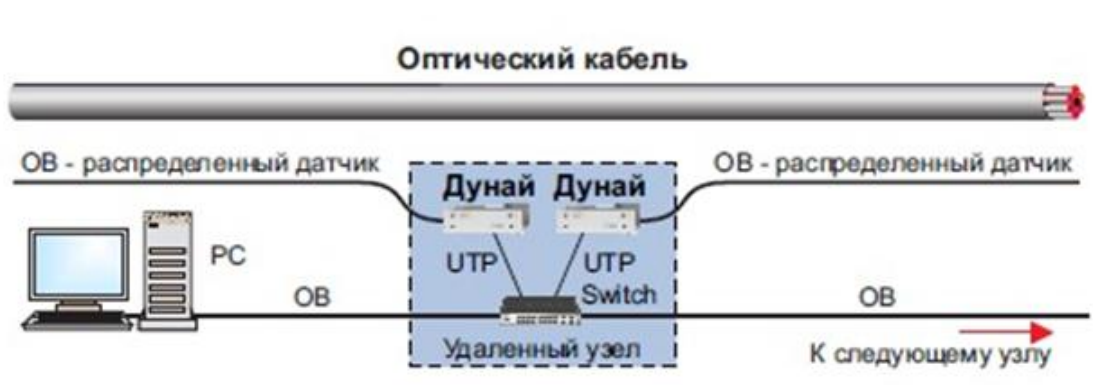


Рисунок 15 - Типовая схема подключения системы «Дунай»

Система представляет собой распределенный датчик акустических воздействий, устанавливаемый в грунт вдоль периметра охраняемого объекта

для обнаружения несанкционированных пересечений периметра или других несанкционированных действий (земляных работ) в охраняемой зоне.

Система обнаруживает любые виды деятельности, вызывающие колебания почвы или воды, происходящие на расстоянии до 100 метров от кабеля на всем его протяжении и позволяет фиксировать приближение к охраняемой зоне и пересечение границы на всем протяжении периметра длиной до 40 км или до 75 км (с дополнительным оборудованием).

В волоконно-оптической системе охраны «СОВА» НПП «Альт-Свет», оптический излучатель при помощи устройства ввода создает последовательность слабокогерентных оптических импульсов в волоконно-оптическом кабеле. В качестве оптического излучателя используется для небольшой длины светодиод, для длины более 70 м. - полупроводниковый лазер. Инфракрасное излучение распространяется по сенсорному оптическому кабелю и регистрируется приёмным блоком, на входе которого установлен пространственный фильтр для эффективного приёма изменения спекл-картины и преобразующий оптический сигнал в электрический. Блок обработки сравнивает принимаемый сигнал с эталонным, который соответствует невозмущённому состоянию сенсора и детектирует смещения, вибрации или деформации кабеля, выдавая из извещателя сигнал тревоги.

Длина стандартного чувствительного элемента 500 м, его длина может быть пропорционально увеличена до 1700 м. Предельными условиями эксплуатации извещателя являются: температура среды от плюс  $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$  до минус  $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

В «Научном центре волоконной оптики Российской академии наук» НЦВО РАН разработаны распределенные волоконно-оптические датчики – системы на основе лазерно-локационных принципов, использующие в качестве чувствительных элементов непосредственно оптические волокна и кабели, подключаемые с одного конца. Дальность регистрации физических воздействий на волокно составляет не менее 20 км при пространственном разрешении 2 м. Распределенные системы перспективны для использования в системах мониторинга протяженных объектов и коммуникаций, а также для систем охраны периметров и периферии.

СОП представляет собой систему с распределенным чувствительным элементом устанавливаемым в грунт вдоль периметра охраняемого объекта для обнаружения несанкционированного проникновения или других несанкционированных действий в охраняемой зоне.

СОП позволяет обеспечить охрану периметра протяженностью до 20 км с возможностью увеличения с разрешающей способностью – 2 м. При этом точность определения места воздействия не нормирована.

Компания ООО «Корпорация Спецгидропроект» (г. Санкт-Петербург) представила на выставке стационарную оптоволоконную систему контроля периметра «ШОРОХ».

Система предназначена для охраны объектов с протяженностью границ (периметра) до 40 км. Для организации контроля более протяженных объек-



тов, системы соединяются последовательно через каждые 40 км. Кроме того, система позволяет без потери качества контролировать объекты на удалении до 20 км от пункта сбора данных, а при возможности применения средств связи – на сотни километров.

Важной особенностью системы является возможность определять место нарушения. Для этого весь периметр разделяется на участки – до 12 контрольных участков. Длина каждого участка определяется необходимостью, но не должна превышать 1000 метров

Кроме того, система определяет типы и уровень воздействия, что позволяет классифицировать тревожные сигналы. Это даёт возможность значительно сократить количество ложных срабатываний и в любой момент времени иметь полную картину происходящего на каждом контролируемом участке.

### Зарубежные системы

Австралийская компания «Future Fibre Technologies» (FFT) использует две основных технологии детектирования с использованием волоконно-оптических датчиков.



Рисунок 16 - Структурная схема технологии M/V фирмы FFT

Первая технология, получившая название M/V, позволяет обнаруживать движение и вибрации кабеля («Movement & Vibration» – M/V). Сенсорный кабель (Рисунок 16) подключается к начальному и оконечному модулям. M/V-анализатор связан с начальным модулем через пассивный оптический кабель. Излучение от полупроводникового лазера подается в чувствительный элемент и система регистрирует отраженный от концевой модуля сигнал.

При перемещениях или вибрациях многомодового оптического волокна изменяется распределение энергии между отдельными модами. Эти изменения регистрируются оптическим фотоприемником и обрабатываются анализатором. В системе M/V используется многомодовые оптические волокна с диаметром сердечника 62,5 мкм. Источником света служит полупроводниковый лазер мощностью 1...2 мВт, работающий на длине волны 1,31 мкм. Технология M/V позволяет регистрировать вибрации в диапазоне частот от нескольких герц до 300...600 Гц. Система на базе многомодового волокна позволяет организовывать зоны охраны протяженностью до 6 км и используется главным образом на эластичных (деформируемых) оградах.

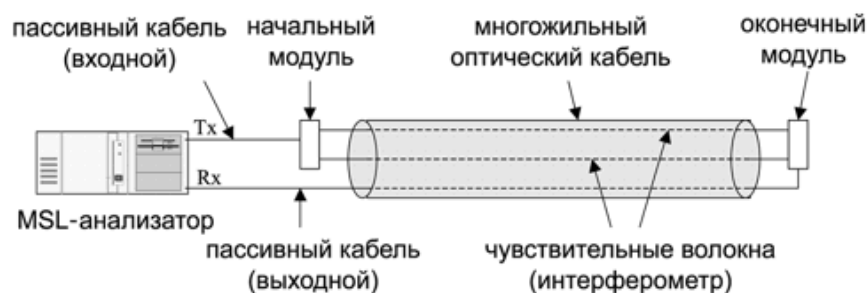


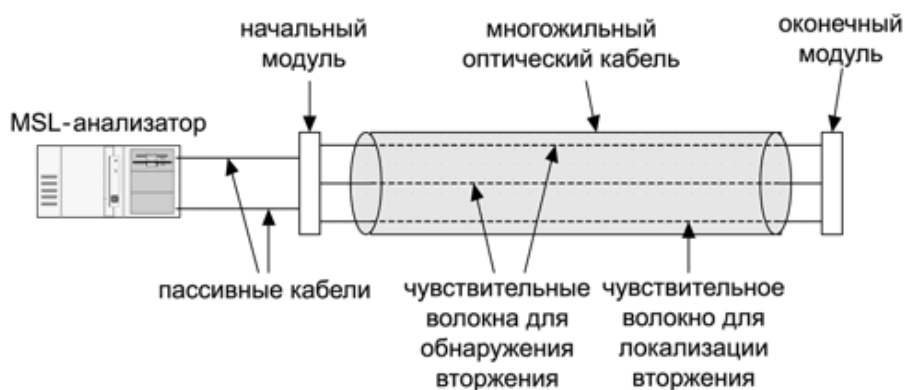
Рисунок 17 - Структурная схема технологии MSL фирмы FFT

Вторая технология фирмы FFT построена на принципе обнаружения микронапряжений в оптическом волокне и получила сокращенное название MSL (от «MicroStrain Locator» – Локатор Микродеформаций). На рисунке 17 показана структурная схема системы.

В состав протяженного датчика входят три отдельных волокна многожильного оптического кабеля. Два верхних волокна выполняют функцию чувствительных элементов: в них подается излучение от полупроводникового лазера, работающего в непрерывном режиме. Третье (выходное) волокно служит для передачи сигналов на анализатор системы. Источник излучения расположен в блоке анализатора, от него излучение лазера по входному пассивному кабелю подается на начальный модуль. В этом модуле излучение расщепляется на два пучка, которые подаются на два волокна. Излучение через оба волокна передается на оконечный модуль, в котором происходит интерференция обоих лучей. При деформациях или вибрациях кабеля оптическая разность хода в чувствительных волокнах (т.е. плечах интерферометра) изменяется и оконечный модуль регистрирует переменную составляющую сигнала, передавая ее на анализатор. В системе MSL используются серийно выпускаемые одномодовые оптические волокна с диаметром сердечника 9 мкм.

Особенность системы MSL состоит в том, что в качестве чувствительных элементов могут использоваться одномодовые жилы стандартного многожильного волоконно-оптического кабеля, предназначенного для передачи сигналов. Жилы должны быть расположены на диаметрально противоположных краях кабеля, чтобы чувствительность сенсора к изгибу была максимальной.

В качестве источников света в технологии MSL используются полупроводниковые лазеры с выходной мощностью 12...50 мВт, работающие на длине волны 1,31 или 1,55 мкм. Высокая мощность излучения и малые потери в сенсоре позволяют увеличить длину отдельной зоны до 60 км. Как заявляют разработчики, по чувствительности технология MSL примерно на три порядка превосходит технологию M/V. Система MSL регистрирует вибрации в диапазоне частот примерно от 300 Гц до 2 кГц, что соответствует характерным частотам, возникающим в типовых металлических оградах при попытках их преодоления.



*Рисунок 18 - Схема волоконно-оптической охранной системы фирмы FFT с функцией обнаружения места вторжения*

Модифицированная технология MSL позволила реализовать функцию определения места вторжения с достаточно высокой точностью. Для этого используются три активных сенсорных волокна, конструктивно объединенных в многожильном оптическом кабеле. Два верхних волокна (Рисунок 18) используются для обнаружения вторжения интерферометрическим способом, а в третье волокно подается зондирующий сигнал, определяющий расстояние от начала кабеля до точки возникновения микродеформаций. Начальный и окончательный модули здесь используются для обработки сигналов от всех трех волокон.

Разработанные FFT технологии реализованы в нескольких версиях охранных систем с протяженными сенсорами. Система «Secure Fence» в версии M/V предназначена для эластичных сетчатых оград. Длина отдельной зоны – до 2 км. Сенсорный кабель крепится непосредственно к сетке с помощью пластиковых стяжек. Начальный и окончательный модули (Рисунок 18) помещаются под землей в стандартных телекоммуникационных колодцах, расположенных на краях зоны.



*Рисунок 19 - Модуль системы «Secure Fence» в подземном колодце*

Протяженность одной зоны охраны системы «Secure Fence» до 80 км, точность обнаружения места вторжения до 25 м. Особенность охранных систем фирмы FFT состоит в том, что в них используются промышленно

выпускаемые многожильные волоконно-оптические кабели, оптические патч-панели (наборные, коммутационные) и промышленные компьютеры в качестве сигнальных процессоров.

Система может применяться на «мягких» оградах (из сетки типа «рабица»), на жестких оградах в виде сварной решетки.

По сообщениям фирмы FFT, вероятность обнаружения системы «Secure Fence» составляет не менее 95% при вероятности ложных срабатываний не выше 3%. Точность локализации максимальна на мягких оградах - на сетке «рабица» достигает 10 м, на жестких сварных оградах гарантируется точность не хуже 25 м. Сенсорный кабель в защитной оболочке, стойкой к УФ-излучению, имеет ресурс не менее 15 лет; диапазон рабочих температур сенсора и других наружных элементов системы: от минус 40°C до плюс 70 °C.

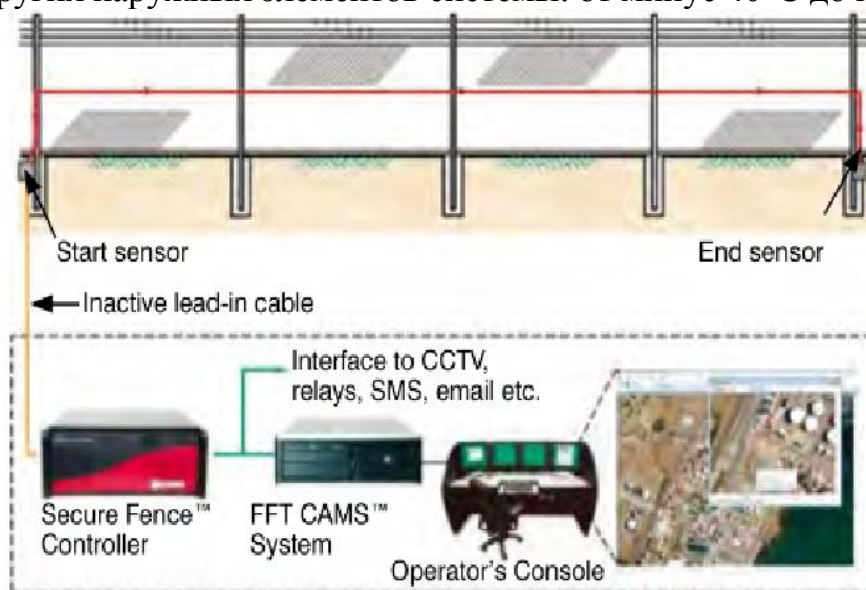


Рисунок 20 - Система «Secure Fence»

Системы «Secure Fence 408» и «Secure Fence 108» (Рисунок 20) не поддерживают функцию локализации вторжения и предназначены для охраны отдельных удаленных объектов. В системе «Secure Fence» один процессор обслуживает до 8 отдельных зон охраны. Все зонные сенсорные кабели подключаются к процессору через многожильный коммуникационный оптический кабель. Длина сенсорного кабеля в зонах охраны не ограничивается жестко; ограничена только общая протяженность сенсора и соответствующего коммуникационного кабеля в данной зоне. Общая длина сенсора и соединительного (пассивного) волокна не должна превышать 40 км (система «Secure Fence 408») или 10 км (система «Secure Fence 108»). Эти системы могут быть привлекательны при организации охраны серии удаленных объектов небольшой протяженности, когда на периметрах не требуется подключать электропитание и устанавливать электронное оборудование. Коммуникационный оптический кабель в этих случаях может быть скрытно проложен под землей. Для передачи сигналов от сенсоров можно также использовать проложенные ранее стандартные связные оптические кабели.



В подземной системе фирмы FFT «Secure Fence BGS», два отдельных сенсорных кабеля прокладываются вдоль периметра. Обычно эта система применяется как второй рубеж охраны, параллельный основной ограде. Кабели укладываются в траншею на глубине 50...75 мм и прикрепляются к пластиковой сетке, которая повышает чувствительность системы. Корреляционная обработка сигналов от обоих волоконно-оптических кабелей позволяет отфильтровать сигналы помех (шум дождя, транспорта и т.п.) и выделить на их фоне сигналы реального вторжения. Система позволяет обнаруживать идущего или бегущего нарушителя, а также регистрировать попытки подкопа под линией периметра. При использовании технологии MSL точность локализации вторжения системы «Secure Fence BGS» составляет +/- 50 м при максимальной длине одной зоны до 60 км.

Периметральная охранная система «Secure Fence Taut Wire» фирмы FFT (Рисунок 21), представляет собой комбинацию волоконно-оптического сенсора и проводнотяжного барьера. Сенсорный кабель монтируется на опорных столбах высотой 3,2 м. Лучи из колючей проволоки механически связаны с волоконными сенсорами на опорных столбах, которые регистрируют изменения натяжения проволоки. Протяженность одной зоны охраны до 80 км с точность обнаружения места вторжения на металлических оградах до 25 м. Система устойчива к ветрам со скоростью до 100 км/час; система автоматической коррекции регулирует параметры сенсоров при изменении температуры в диапазоне от минус 40°C до плюс 75°C. Система «Secure Fence Taut Wire» обнаруживает попытки перелеза через ограду, раздвижения проволочных лучей или перерезания их. Фирма-изготовитель отмечает очень высокую обнаруживающую способность системы при весьма умеренной стоимости ее обслуживания.



Рисунок 21 - кабель системы «Secure Fence» на сварной решетке



Для всех систем фирмы FFT анализатор конструктивно представляет собой промышленный компьютер, устанавливаемый на посту охраны. Алгоритм обработки сигналов сенсора позволяет отфильтровывать помехи окружающей обстановки (ветер, дождь, шум транспорта, птицы и т.п.). Анализаторы снабжены релейными выходами для управления дополнительным оборудованием.

Существует еще один подход к построению сигнального барьера. Датчиком периметральной системы является сеть, спаянная из одножильного многомодового оптического волокна, защищенного пластиковой оболочкой, упрочненной кевларом. Примером может служить система «Sabre Fonic» английской компании «Remsdaq» предназначена для защиты периметров из сетчатых или решетчатых металлических оград. ЧЭ служит пара оптических волокон кабеля типа LS2H. Диаметр сердечника - 62,5 мкм, диаметр оболочки - 125 мкм, внешний диаметр кабеля 4,8 мм. Максимальная длина ЧЭ между передатчиком и приемником – 1000 м. Для системы «Sabre Fonic» компания разработала новый анализатор «Sabre II Processor», снабженный мощной системой цифровой обработки сигналов, потребляемый ток 300 мА, диапазон рабочих температур от -10° до +70° С.



*Рисунок 22 - Сигнальный барьер системы «Sabre Tape»*

Система «Sabre Tape» (Рисунок 22) фирмы «Remsdaq» является примером охранной системы, которая представляет собой комбинацию волоконно-оптического сенсора и проводнонатяжного барьера. ЧЭ системы прикреплен к режущей ленте, смонтированной на ограде или козырьке. Лента натянута так, что попытка перелезть через ограду вызывает ее обрыв, что и регистрируется системой. Система рассчитана только на обнаружение весьма энергичных действий нарушителя, но практически не выдает ложных тревог. Система разработана по спецификации министерства обороны Великобритании,

рассчитана на эксплуатацию в неблагоприятных атмосферных условиях (морской туман, кислотные пары, промышленные выбросы, песок), диапазон рабочих температур от минус 30 до плюс 70 °С.

Система «Sabre Line» фирмы «Remsdaq» предназначена, для блокирования подходов к объектам или запретным зонам (Рисунок 23). Фирма утверждает, что при правильной подготовке траншеи на периметре подземная охранная система эффективно работает в пустынях, на травяных и гравийных грунтах, а также под асфальтовыми дорогами. Для детектирования деформаций кабеля здесь применяют пространственно-чувствительные фотоприемники.

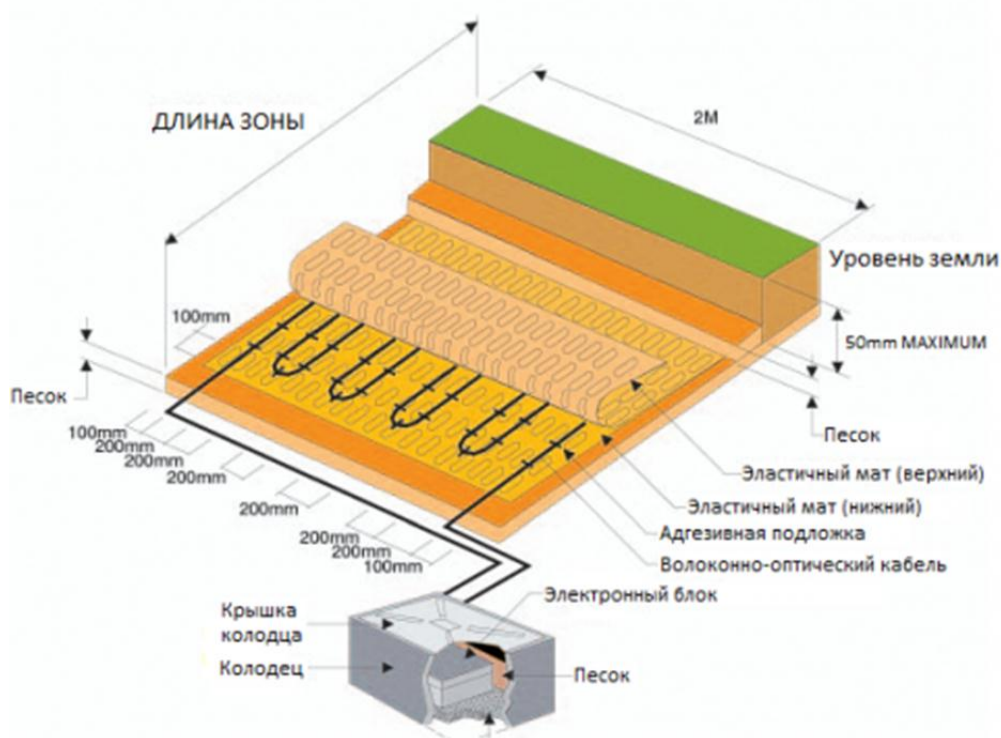


Рисунок 23 – Система «Sabre Line»

ЧЭ система «F-5000» израильской фирмы «TRANS Security Systems and Technology» (TSS) выполнен в виде сети, спаянной из одножильного многомодового оптического волокна, защищенного пластиковой оболочкой, упрочненной кевларом. Диапазон рабочих температур системы от минус 30°С до плюс 70 °С.

ЧЭ устанавливается автономно или крепится рядом с уже существующей оградой. Он разделен на две части: нижняя часть высотой от 2 до 3 м крепится к ограде, а верхняя часть сети выполняется в виде козырька, прикрепленного к эластичным фибергласовым стойкам, устанавливаемым с наклоном 20° через каждые 2 м.

Нижняя часть ЧЭ образует отдельную зону охраны, которая настраивается на срабатывание только в случае разрыва ячеек сети, что позволяет исклю-

чить срабатывания от случайных факторов (животные, проходящие рядом люди, транспорт и т.п.) при использовании системы в густонаселенных районах.

Система «F-5000» может встраиваться в стены (защита зданий и помещений) или монтироваться под землей на глубине до 50 см (противоподкопные барьеры).

Система «F-6000» предназначена для объектов с очень высокой степенью защиты. Фирма выпускает модифицированную систему, образующую защитный барьер высотой 4 м.

Системы серии «F-7000» Компания TSS выпускает сравнительно недорогие системы, ЧЭ которых устанавливаются непосредственно на ограде или под грунтом.

Система «F-7000-FODS» предназначена для сетчатых оград. ЧЭ помещают в трубчатую пластиковую оболочку и монтируют вдоль верхнего края ограды. Вблизи опорных столбов формируют петли из ЧЭ, прикрепляя их к лучам колючей проволоки дополнительного козырька.

Система «F-7000-FODS» предназначена для подземной установки и регистрирует изменение давления почвы, создаваемое нарушителем. Для этого ЧЭ помещают на глубине от 5 до 10 см под поверхность грунта, изгибая его в виде петли, перекрывающей полосу шириной от 1 до 2 метра. Для обеспечения высокой и однородной чувствительности ЧЭ укладывают на легкую металлическую решетку и сверху накрывают такой же решеткой. Такая система может применяться практически во всех типах грунта – песок, гравий, глинистые почвы и т.п. Максимальная длина ЧЭ – 5000 м.

Израильская фирма «Magal» выпускает волоконно-оптический сигнальный барьер «Fiber MESH 2005» (Рисунок 23), устанавливаемый на сетчатых оградах. Верхним элементом сигнального козырька является проводно-натяжной датчик, к которому прикреплена чувствительная волоконно-оптическая сетка. При попытке разрезать или деформировать сетку сигнал тревоги дает волоконно-оптический датчик. При попытке перелезть через ограждение активируется проводнонатяжной (электрохимический) датчик, имеющий регулируемый порог срабатывания (натяжение от 15 до 40 кг).



Рисунок 23 - Волоконно-оптический барьер «Fiber MESH 2005»

Сигнальное ограждение «Fiber MESH 2005» поставляется в виде секций длиной 10 м и высотой 2,0-3,0 м. Соседние секции соединяются механически и состыковываются по оптическому каналу. Стандартная длина одной зоны составляет 100 м. Электронный блок для обработки сигналов располагается в центре зоны; к нему подключаются две 50-метровых половины волоконно-оптического барьера и преобразователь натяжного датчика. По сообщению разработчиков, система устойчива к ветрам со скоростью до 70 км/ч и сохраняет работоспособность при дожде и снеге; диапазон рабочих температур от минус 30 °С до плюс 72 °С.

Система «INNO-FENCE» (Рисунок 24) фирмы «Magal» предназначена для защиты «жестких» металлических оград.



*Рисунок 24 - Сенсорный кабель системы «INNO-FENCE», вмонтированный в специальную металлическую ограду*

Отличительная особенность системы состоит в том, что ЧЭ встроен в верхний горизонтальный элемент металлических панелей ограды. Полностью скрытый ЧЭ реагирует на деформации ограды, возникающие при попытке ее преодоления.

По заявлениям разработчиков, система отличается низким уровнем ложных тревог и практически не нуждается в техническом обслуживании, однако недостатком системы является ее относительно низкая чувствительность. Для срабатывания системы к ограде требуется приложить усилие более 40 кг или деформировать прутья ограды, создав между ними зазор не менее 220 мм. Поэтому система будет регистрировать только «силовые» вторжения, сопровождающиеся значительными механическими воздействиями. Диапазон рабочих температур системы – от минус 20 °С до плюс 71 °С.

Модели серии «Fiber Defender» (FD) американской компании «Fiber Sen Sys» могут использоваться с двумя видами чувствительного кабеля: для



прокладки по забору и в землю. В системах этой серии сенсорные кабели монтируются на ограде в виде замкнутой петли (Рисунок 25), так что оба конца сенсора подключены к процессору с помощью стандартных оптических разъемов. Максимальная длина одной зоны охраны составляет 2 км. Цифровая обработка сигналов позволяет автоматически компенсировать воздействие ветра и дождя. В изделиях этой фирмы использованы не серийные, а специально разработанные оптические кабели, отличающиеся от стандартных оболочкой оптических волокон. Эти оболочки устроены так, чтобы повысить чувствительность кабеля к внешним механическим воздействиям - давлению, деформациям и вибрациям. В сенсорах использованы многомодовые оптические волокна.

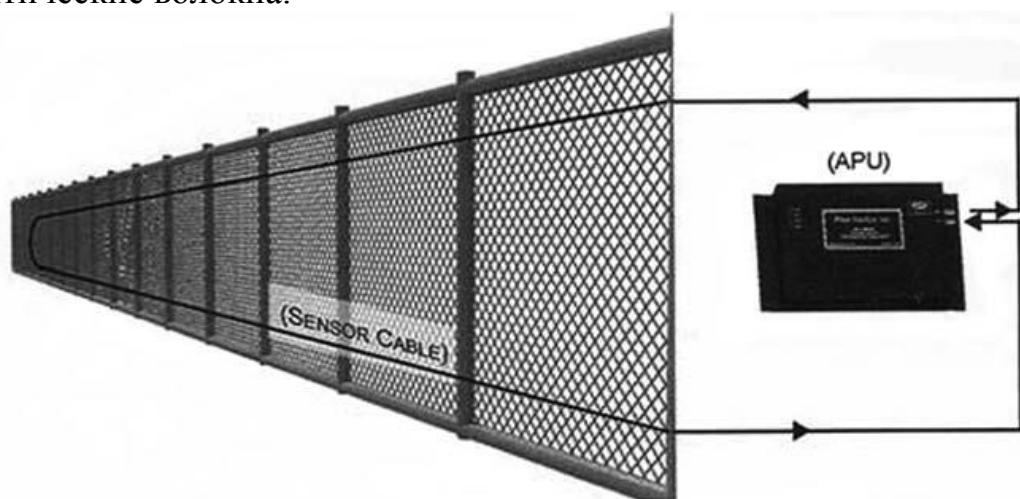


Рисунок 25 - Система «Fiber Defender» (FD)

Модель FD-205 предназначена как для охраны оград и стен, так и для подземной установки. Максимальная протяженность одной зоны охраны составляет 2000 м. Система использует цифровую обработку сигналов сенсоров; процессор системы автоматически регулирует параметры системы. Процессоры серии FD-205 монтируются на ограде; в единую систему с помощью одного коммуникационного волоконного кабеля можно включить до 127-ми процессоров.

Система FD-208 предназначена для объектов с неблагоприятными условиями для работы электронной аппаратуры. Все процессоры устанавливаются в стойке на посту охраны, который может быть удален от периметра на расстояние до 10 км.

Модификация системы, получившая наименование FD-220, использует как стандартные волоконные кабельные сенсоры (типа SC3), так и сенсоры в защитной оболочке (SC4). Максимальная длина одной зоны охраны - 2000 м.

По данным изготовителей срок службы кабельного сенсора составляет не менее 20 лет. Процессор системы FD-220 может использоваться как в качестве автономного охранного прибора, так и в составе сетевой системы с последовательным опросом через интерфейс RS-232C. Процессор устанавливается в стойке на посту охраны, который может быть удален от



периметра на расстояние до 10 км, питается от источника с напряжением 10...24 В, потребляемая мощность 2,1 Вт. Диапазон рабочих температур систем серии SDI - от -30° до +55° С.

Кроме однозонных процессоров FD-331 и FD-341, «Fiber Sen Sys» выпускается серия двухзонных процессоров FD-332 и FD-342. Процессоры серии FD имеют прошивку, которая позволяет отличить сигналы внешней среды от сигналов нарушителя. «Fiber Sen Sys» предлагает также использовать анемометр (модель AN-220) в качестве альтернативного метода определения скорости ветра и компенсации этого фактора. Процессоры FD-341 и FD-342 устанавливаются на посту охраны и подключаются к сенсорам с помощью пассивных оптических кабелей.



Рисунок 26 - Установка ЧЭ серии FD «Fiber SenSys»

Система «FD-342» состоит из двух основных компонентов – процессора и оптоволоконного ЧЭ. Процессор с помощью лазера передает в ЧЭ луч с определенным шаблоном рисунка. При прокладке ЧЭ по забору либо по периметру (Рисунок 26), вибрации создаваемые нарушителем, пытающимся пересечь линию периметра или перелезть через забор, приводят к смещению лазерного луча в ЧЭ, изменению шаблона, в результате чего выдается извещение о тревоге. Длина одного отрезка чувствительного кабеля может достигать до 5 км. В системе предусмотрено использование двух каналов, каждый из которых может быть запрограммирован отдельно и защищать две зоны различными методами (к примеру, в одной зоне проложить кабель по забору, а в другой – под землю), используя одно устройство. В системе применяется специализированный кабель, разработанный для оптимизации эффектов вибрации и давления, оказываемых на ограждения.

В системе «FD-525R» («Fiber SenSys») применяется технология локализации множественных вторжений. К процессору подключается до 50 отдельных зон охраны.

Особенностью системы «FD-525R» является режим последовательного «опроса» зон охраны с использованием лазерных импульсов. Номер зоны определяется методом измерения времени задержки отраженных сигналов. Такая технология позволяет обнаруживать одновременное вторжение на нескольких участках периметра, т.е. предотвращать маскирование реального вторжения на фоне умышленно имитированного сигнала нарушения периметра.

Максимальная общая протяженность сенсоров, подключенных к одному процессору составляет 2 км, максимальная протяженность одной зоны 100 м. При рекомендованной общей длине сенсора 500 м и максимальном числе зон (50) точность локализации вторжения составляет 10 м, что соответствует длине отдельной зоны. Длина соединительного пассивного кабеля - до 5 км.

Канадская компания «Senstar-Stellar» выпускает волоконно-оптическую охранную систему «Intelli FIBER», предназначенную для защиты сетчатых периметральных оград. Сенсорный кабель содержит две волоконно-оптические жилы в защитной оболочке; сенсор крепится непосредственно к ограде. Канадская компания «Senstar-Stellar» выпускает волоконно-оптическую охранную систему «Intelli-FIBER», Анализатор системы базируется на использовании электронного блока «Intelli-FLEX» от вибрационной системы электронный блок дополняют оптическим модулем, который содержит лазерный излучатель, фотоприемник и измеритель мощности принимаемого излучения. Оптический модуль потребляет мощность 1,2 Вт. Процессор «Intelli-FLEX» настраивается на обнаружение двух основных типов вторжения – перелаз через ограду или разрушение ее. По каждому из каналов в процессоре задаются пороги чувствительности, минимальная продолжительность вторжения и временное окно счетчика событий. С помощью автономного программатора задаются параметры чувствительности процессора и режимы компенсации погодных условий. Максимальная протяженность одной зоны охраны с волоконно-оптическим сенсором составляет 2 км; диапазон рабочих температур системы от минус 40° С до плюс 70° С.

Чувствительный элемент системы «FOM Guard» (Рисунок 27) корейской фирмы «Huneed Technologies» является сеть, состоящая из ячеек со стороной 20-25 см, в каждом пересечении которой волокна спаяны и защищены пластиковой накладкой. В зависимости от метода установки волоконно-оптическая сеть может быть как единым целым, так и разделена на две части: нижняя часть крепится к ограде, а верхняя часть сети выполняется в виде козырька, который может устанавливаться отдельно на различные типы оград.

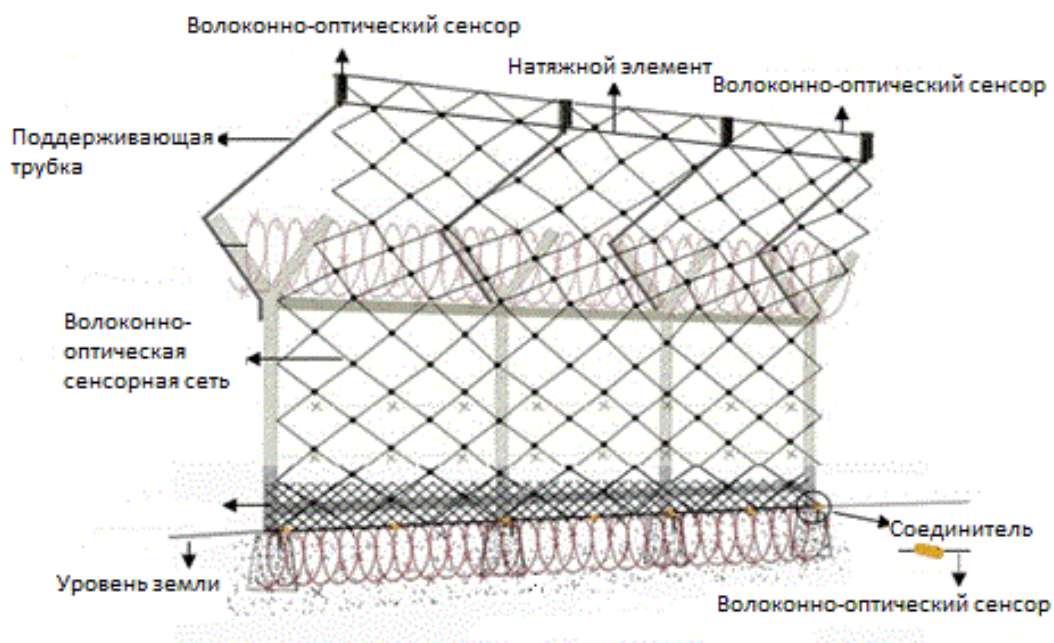


Рисунок 27 - Система «FOM Guard»

Верхняя и нижняя часть сигнального барьера образуют отдельные зоны охраны, которые могут иметь разные пороги срабатывания и выдавать сигнал тревоги при натяжении или при обрыве волокна в любой из ячеек сети.

Использование технологии оптической рефлектометрии (OTDR) позволили добиться точности обнаружения микродеформаций  $\pm 25$  см при длине одной зоны 400 м. Вероятность обнаружения более 99%. Диапазон рабочих температур системы от минус 55°C до плюс 85°C. Система «FOM Guard» может также встраиваться в стены (защита зданий и помещений) или монтироваться под землей (противопожарные барьеры).

Американская система FP 3000 фирмы «Fiber Patrol» предназначена для защиты стен, фасадов зданий, крыш, мостов и других твердых архитектурных сооружений. В зависимости от типа установки система может защищать как внешние, так и внутренние края стены или всю стену в верхней части (Рисунок 28). Благодаря повышенной чувствительности система обнаруживает любые попытки перелезть через стену. Точность обнаружения вторжения составляет 25-75 м при длине зоны контроля до 100 км. Диапазон рабочих температур от минус 40°C до плюс 70°C.

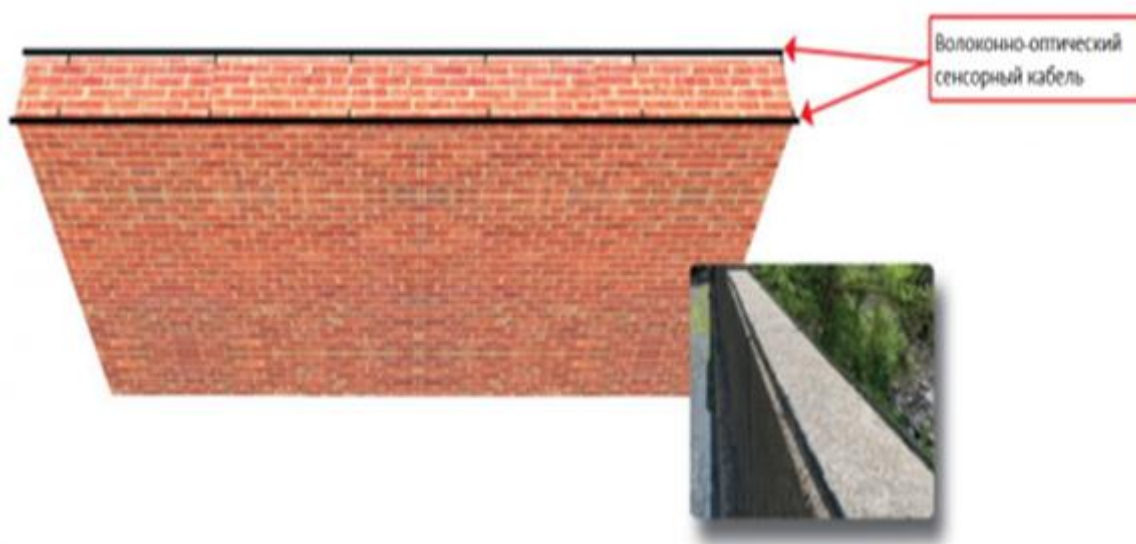


Рисунок 28 - Пример установки система «FP3000»

Система оказывает минимальное влияние на внешний вид декоративных стен, а также проста в установке.

*Достоинства волоконно-оптических систем:*

- их невосприимчивость к электромагнитным и радиочастотным помехам, что позволяет использовать их в зонах с высоким уровнем таких помех;
- возможность их применения для защиты не только ограждений, но и не огражденных территорий;
- возможность организации охраны достаточно протяженного периметра с конфигурацией практически любой сложности;
- возможность использования для блокирования зоны со скрытой подземной установкой.
- высокая электробезопасность, зону обнаружения с этим ЧЭ можно организовать на взрывоопасных объектах, а также под водой (пресной или морской);
- отсутствие излучения электромагнитной энергии (трудно обнаружить с помощью поисковой техники);
- возможность эксплуатации в неблагоприятных атмосферных условиях (морской туман, кислотные пары, промышленные выбросы, песок) и в диапазоне температур от минус 40<sup>0</sup>С до плюс 70<sup>0</sup>С. Оболочка ЧЭ обеспечивает защиту оптоволокну от УФ излучения, влаги, и т.п;
- легкость монтажа и минимальное время пуско-наладки позволяет оборудовать протяженные объекты за относительно короткое время;
- благодаря значительной длине чувствительного элемента возможен монтаж кабеля на заграждении в несколько проходов, что позволяет более эффективно организовать охрану периметра, сохранив при этом достаточно протяженную зону обнаружения;
- высокая коррозионная стойкость и работоспособность в агрессивных внешних условиях;

- минимальное энергопотребление при значительной удаленности от точки измерений;

- высокая технологичность, возможность интегрирования в материал конструкции на стадии изготовления.

*Недостатки волоконно-оптических систем:*

- высокая стоимость работ при укладке ЧЭ в грунт;

- необходимость использования ЧЭ в оболочке при установке на ограждении, что повышает стоимость системы;

- сложность процедуры сращивания и ремонта ЧЭ в полевых условиях (требуется применение дорогостоящего устройства для сварки волокон), хотя в последнее время появились технологии позволяющие проводить данную работу в полевых условиях без непосредственной сварки оптического волокна;

- отстройка от помех приводит к тому, что система способна обнаруживать только «силовые» вторжения, сопровождающиеся значительными механическими воздействиями;

- потеря чувствительности при промерзании грунта;

- усложнение аппаратуры ВОС для локализации места нарушения с достаточной точностью.

*Достоинства вибрационных извещателей:*

- извещатели, позволяют определять, как преодоление ограждения нарушителем, так и его разрушение;

- отечественные вибрационные средства обнаружения обладают существенно меньшим энергопотреблением, меньшей стоимостью, лучше подходят для эксплуатации в российских условиях низких температур, широкого диапазона питающих напряжений и отсутствия (минимума) ТО, обеспечивают стойкость к ударам и «неправильному» питанию.

*Недостатки вибрационных извещателей:*

- предъявляются высокие требования к монтажу ЧЭ, качеству ограждения, качество работы вибрационных извещателей прямо зависит от правильного проектирования инженерного ограждения и аккуратности выполнения монтажа, чувствительный элемент подбирается под ограждение и ограждение подбирается под ЧЭ;

- техногенные и природные помехи, воздействующие на ограждение и непосредственно на ЧЭ, могут приводить к формированию ложных тревог;

- отечественные вибрационные средства обнаружения уступают зарубежным аналогам по чувствительности, пользовательскому интерфейсу и наличию дополнительных функций.

- опыт эксплуатации потребителями вибрационных извещателей показывает, что самой главной причиной ложных срабатываний является сильный ветер и стаи крупных птиц;

- рабочая температура некоторых зарубежных изделий мала для использования в условиях РФ (до - 30 °С), что накладывает ограничение на их применение.



## Емкостные средства обнаружения

Современные емкостные извещатели частично или полностью защищены от помех и выдают ложные тревоги только при экстремальных условиях. Бесспорное лидерство по разработке и производству емкостных извещателей принадлежит СНПО «Элерон» и его дочерним предприятиям «НИКИ-РЭТ» и «ДЕДАЛ», создавшим и продолжающим создавать новые периметровые извещатели. К таким извещателям можно отнести «Радиян-М», «Радиян-13», «Радиян-14», «Радиян-14П», «Радиян-16».

«Радиян-14П» - прибор, по утверждению разработчиков, хорошо зарекомендовавший себя при массовом выпуске и длительной эксплуатации. «Радиян-14П» может устойчиво работать даже при выпадении обильного мокрого снега, а также вблизи химических производств, где характерно снижение изоляции и появление паразитных утечек на изоляторах. Длина охраняемого участка – до 500 м.

Главное достоинство «Радиян-14П» - это увеличение его помехоустойчивости к самым «опасным» метеовоздействиям: началу дождя и тающему снегу, которые являются основной причиной выдачи ложных тревог емкостными извещателями. Классические традиционные методы типа частотной фильтрации не дают достаточного эффекта, т.к. как правило, частотные спектры сигнала и помех перекрываются. В извещателе реализован новый оригинальный алгоритм обработки сигнала с учетом его фазовых особенностей. В нем используется двухканальный алгоритм обработки сигналов с анализом «активной» и «реактивной» составляющих сигнала. Это позволяет отстроиться от помех, создаваемых атмосферными осадками, и снизить вероятность ложных тревог от воздействий индустриальных помех. На рисунке 29 изображен извещатель «Радиян-14».



Рисунок 29 - Извещатель «Радиян-14»

Украинская компания «Юго-Запад» поставляет на рынок емкостной извещатель «СО-03», который с помощью комплекта переходников и кронштейнов может подключаться вместо приборов «Радиан-М», «Радиан-А». По сравнению с указанными приборами, извещатель имеет расширенные диапазоны выбора чувствительности и порогов срабатывания, развитую многоуровневую систему автоподстроек на постоянные возмущающие факторы и интеллектуальную обработку сигналов, позволяющую понизить степень ложных срабатываний и локализовать участок (левое плечо – правое плечо). На рисунке 30 показан внешний вид извещателя «СО-03».



*Рисунок 30 - Емкостной извещатель «СО-03»*

Извещатель подключается к системе охранной сигнализации, включающей персональную ЭВМ, через физический интерфейс типа RS-485 в режиме ретрансляции и полного дуплекса (4-х проводный режим). Извещатель имеет также релейный выход, который используется в системах охранной сигнализации при замене приборов типа «РАДИАН».

Извещатель выполнен на основе современной интегральной однокристалльной микро-ЭВМ, которая за счет автоматического выбора режимов обеспечивает надежную работу при неблагоприятных погодных условиях (туман, дождь, снегопад, грозовые разряды), в непосредственной близости от железных дорог и автомобильных магистралей, перекрещивающихся ЛЭП, при пролете и посадке на ограждения птиц. Извещатель автоматически настраивается на постоянные входные параметры объекта и автоматически осуществляет тестирование основных функциональных узлов с передачей диагностической информации через канал связи.

Программно-аппаратные средства извещателя позволяют при работе как автономно, так и в составе системы охранной сигнализации, дистанционно контролировать его работоспособность, управлять основными режимами: чувствительностью, величиной напряжения, величиной порогов срабатывания, рабочей частотой (5,4 кГц и 10,8 кГц).

Одним из наиболее известных у нас зарубежных охранных устройств емкостного типа является система «E-Field» фирмы «Senstar-Stellar» (США). Сенсор такой системы представляет собой конструкцию из 3-х проводников, устанавливаемых на кронштейнах, которые крепятся к ограде (крыше) или устанавливаются вокруг открытых неогражденных территорий. Центральный передающий электрод антенной системы подключен к источнику сигнала, а два боковых — анализатору (однозонному или двухзонному). Генератор, и анализатор смонтированы в общем корпусе.

При попадании нарушителя в зону обнаружения анализатор отслеживает изменения сигналов и при превышении заданного порога активности выдает сигнал тревоги.

Анализатор системы «E-Field» оценивает сигнал по трем характеристикам:

- амплитуда изменения сигнала, пропорциональна массе нарушителя;
- скорость изменения сигнала, характеризует скорость движения нарушителя;
- продолжительность возмущения, время нахождения нарушителя в зоне охраны;

Сигнал тревоги выдается при одновременном наличии всех трех факторов, что обеспечивает весьма низкую вероятность ложных срабатываний.

В зарубежном извещателе «Prox-Watch» американской компании «Perimeter Products Inc» для компенсации изменений чувствительности, связанных с изменением влажности, увеличением проводимости изоляторов и кабелей предусмотрен режим автоматической балансировки, отслеживающей медленные изменения электрической емкости охраняемых объектов. Справедливости ради, необходимо отметить, что автоматическая балансировка работает только при охране объектов, установленных под навесом, защищающим их от осадков.

*Достоинства:*

- *отсутствие «мертвых» зон и высокая чувствительность;*
- *зона обнаружения легко настраивается и регулируется;*
- *в качестве ЧЭ используют инженерное ограждение;*
- *позволяют устанавливать контроль за периметром сложной конфигурации;*
- *позволяют использовать для построения системы охраны уже имеющиеся защитные ограждения;*
- *емкостные извещатели весьма универсальны и привлекательны своей нечувствительностью к неровностям профиля почвы или линии ограды.*

*Недостатки*

- *к ограничениям на применение емкостных извещателей можно отнести усложнение аппаратуры для снижения воздействия дестабилизирующих факторов, которыми являются воздействие вредных, паразитных сигналов от большого числа внешних помех (метеосадки, промышленные помехи);*

- воздействие птиц при посадке на ЧЭ и влияние растительности в ближней зоне ЧЭ или при непосредственном его касании оказывают значительное влияние на работу емкостного извещателя.
- ЧЭ емкостного извещателя требует надежного надежном закреплении;

### **Радиоволновые средства обнаружения**

В настоящее время широко внедряются разработки по оптимизации размеров зоны обнаружения. Техническое решение по оптимизации размеров зоны обнаружения достигается в основном двумя способами: увеличением частоты излучения и применением ассиметричных планарных антенн.

Применение рабочей частоты извещателей в диапазоне  $(24150 \pm 100)$  МГц позволяет устанавливать их на объектах аэропортов. Эта частота не влияет на работу радиолокационных станций (РЛС), как установленных в аэропорту, так и на авиалайнерах.

В цифровых генераторах СВЧ имеется возможность программной установки конкретной частоты в пределах выделенной полосы и это позволяет установить несколько десятков частотных каналов для извещателей диапазона 24 ГГц. Такая особенность позволяет полностью избавиться от взаимного влияния извещателей на охраняемом объекте.

Инновационные решения воплощены в извещателе «dHunt» ЗАО «Фирма «ЮМИРС», в виде микроволнового «барьера» радиочастотного диапазона 24 ГГц. Внешний вид извещателя приведен на рисунке 31.



*Рисунок 31 - Извещатель «dHunt»*

Длина охраняемого рубежа извещателем «dHunt» до 500 м. Ширина зоны отчуждения при длине охраняемого рубежа 300 метров около 1 метра.

Допускается установка вплотную к заграждениям, без ухудшения параметров обнаружения нарушителя. Высокая помехоустойчивость, обусловленная частотным диапазоном и цифровой фильтрацией сигнала. Программно изменяемые функции обнаружения нарушителя и алгоритма принятия решения о выдаче тревоги.



Рисунок 32 - Извещатель «Тантал – 200»

На рисунке 32 представлен «Тантал - 200М» - микроволновый «барьер» радиочастотного диапазона 24 ГГц.

При разработке новой модели извещателей серии «Тантал», использованы более современные и надежные электронные компоненты, в состав которых входит специализированный антенный модуль диапазона 24 ГГц, разработанный и производящийся в Германии, а также микропроцессор, разработанный фирмой «Texas Instruments».

В результате модернизации улучшена помехоустойчивость, расширены функциональные возможности, снижена стоимость.

Высокостабильный цифровой генератор СВЧ. Количество частотных каналов передатчика -250 (шаг установки рабочей частоты 1 МГц), что полностью исключает влияние извещателей друг на друга.

Супергетеродинный приемник с высокой чувствительностью. Это существенно повышает помехоустойчивость извещателей при воздействии различных помеховых факторов: электромагнитные помехи, резкая смена температуры окружающей среды, ливневые дожди, сильный снегопад, изменение уровня снега, рост травы и т.д. Высокая помехоустойчивость к электромагнитным помехам, обусловлена частотным диапазоном 24 ГГц и цифровой фильтрацией помех промышленных частот с глубиной подавления до 60 дБ.

Итальянская компания «Sicurit Alarmitalia» представила двухпозиционный радиолучевой датчик «DAVE» – с цифровой обработкой сигналов и снабженный параболическими антеннами; рабочая частота - 9,9 ГГц, протяженность зоны охраны - 180 м.

Фирма «CIAS BIS Engineering» применила новую конструкцию антенн: ассиметричные планарные антенны и специальные антенны типа «бабочка».

В извещателе с ассиметричными планарными антеннами, которые формируют зону обнаружения с относительно малой шириной, соотношение между шириной и высотой зоны обнаружения равно примерно 1:3. Ширина зоны обнаружения - от 1 до 4 м, высота – от 3 до 12 м.

Конструкция антенны типа «бабочка» формирует ассиметричную в поперечном сечении зону обнаружения относительно небольшой ширины по сравнению с высотой и минимизирует «мертвые» зоны вблизи блоков извещателя. Внешний вид извещателя показан на рисунке 33.





*Рисунок 33 - Двухпозиционный извещатель с антенной типа «бабочка»*

Особо необходимо отметить, что разрабатываются и применяются антенны для оптимизации обнаружения проникновения не только по земле, но и с воздуха. Например, «TMPS-21300» однопозиционный датчик имеет полусферическую диаграмму чувствительности и предназначен для охраны территорий объектов от вторжений с воздуха. Радиус чувствительной полусферы регулируется в пределах от 22 до 78 метров. Датчик генерирует сигнал тревоги по заданному алгоритму, реагируя только на вход в охраняемую зону, только на выход из нее или на оба действия нарушителя. Диапазон регистрируемых скоростей объекта – от 0,44 до 26,7 м/сек (от 1,6 до 96 км/час).

Например, извещатель «Торос» (Рисунок 34) определяет попытку вторжения только при пересечении двух радиолучей со сдвигом во времени. Это позволяет с большой степенью вероятности отделить сигнал помехи от реального сигнала при пересечении зоны обнаружения нарушителем



*Рисунок 34 - Извещатель «Торос»*

Определение направления нарушителя, предварительная цифровая фильтрация и алгоритм последующей обработки сигнала обеспечивают не

более одной ложной тревоги в год при сохранении вероятности обнаружения 0,98. Длина зоны обнаружения от 10 до 100 м, ширина – не более 6 м.

Примером современного линейного радиоволнового извещателя может служить «ERM0482X», выпущенный итальянской фирмой «CIAS» (Рисунок 35).



*Рисунок 35 - Извещатель «ERM0 482X»*

Извещатели отличаются от своих «аналоговых» предшественников наличием цифровой обработки сигналов. Применяется система распознавания образов на принципах «нечеткой логики», что позволяет существенно повысить обнаруживающую способность.

Это позволяет не просто регистрировать появление посторонних объектов в зоне обнаружения, а сравнивать их характеристики в энергонезависимой памяти с характерными образами, связанными с вторжением нарушителя (идуший, бегущий или ползущий человек). При совпадении сигналов с эталоном извещатель формирует извещение о тревоге. Он контролирует параметры окружающих условий и автоматически корректирует алгоритм обработки сигналов.

Кроме этого программа настройки «ERM0482X» позволяет сформировать зону обнаружения с сечением не в виде круга, а в виде вертикально ориентированного эллипса. Это позволяет уменьшить влияния сигналов, которые отражаются от деревьев, ограждений и других предметов, расположенных на краях зоны обнаружения.

Кроме этого, реализован метод уменьшения ширины зоны обнаружения (FSTD) с использованием принципов распознавания цели методом «нечеткой» логики, что позволяет изменять чувствительность извещателя на краях зоны обнаружения для отстройки от влияния рядом расположенных предметов (растительность, вибрирующие ограды). Особенность извещателя «Manta».

Извещатель охранной линейной радиоволновой «Наст» содержит комплект блоков ПРД и ПРМ, что позволяет охранять 16 участков по 8 м, допускается наличие травы, деревьев, кустов. Основными отличительными чертами извещателя «НАСТ» являются его уверенная работоспособность в условиях пересеченной местности (в кустах, в лесу, в высокой траве) и его

малозаметность. Средство устанавливается на высоте 0,6 м, при этом на местности допускаются перепады высот до 5 м. Не требуется юстировка и предварительная подготовка участков охраняемых периметров.

Пример нового изделия с повышенной обнаружительной способностью извещатель «Model 320SL» («Southwest Microwave»), в котором используются два приемопередаточных модуля, работающих в двух частотных диапазонах:

- К (24,1 ГГц) и Х (10,5 ГГц), формирующих две несовпадающие зоны обнаружения.

Нижняя «узкая» зона (высота установки К-модуля 0,4 м) предназначена исключительно для обнаружения медленно ползущего нарушителя, устраняя важнейший недостаток всех ранних образцов-аналогов. Верхний Х-модуль (высота установки 0,9 м) обеспечивает «широкую» зону обнаружения, надежно обнаруживая ходьбу, бег и прыжки.

Комплект «РАС 300В» американской фирмы «Southwest Microwave» (Рисунок 36) состоит из передатчика, приемника, двух автономных аккумуляторных блоков питания, радиопередатчика сигналов тревоги, двух опорных штативов и комплекта кабелей.



*Рисунок 36 – Быстро разворачиваемый комплект*

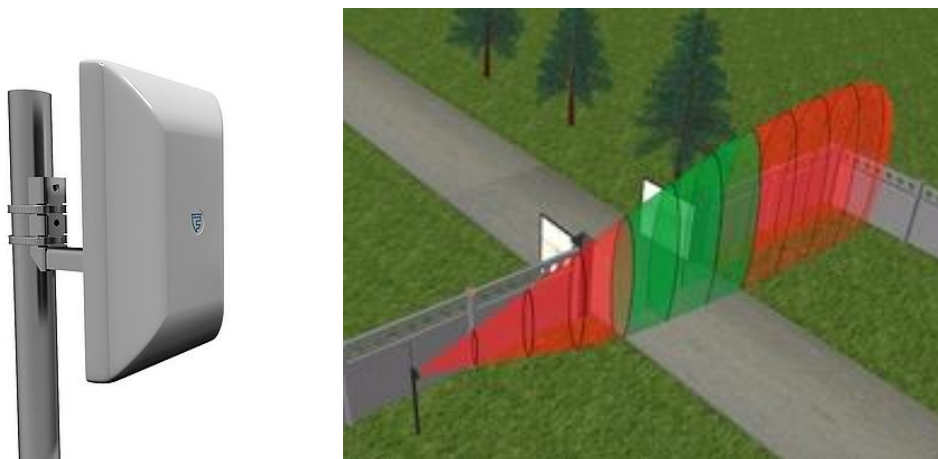
В комплекте предусмотрено применение сменных антенн, позволяющих выбирать оптимальную длину зоны обнаружения: 30, 107 или 183 м. Она может изменяться в диапазоне от 0,6 м. до 12,2 м, с помощью установки соответствующих антенных модулей и регулировки чувствительности приемника. Высота зоны обнаружения меняется в соответствии с её шириной.

Упрощенные версии линейных радиоволновых извещателей фирмы «Southwest Microwave», выпускаемых под наименованиями «РАС 375С» и «РАС 385», работают соответственно в Х-диапазоне (регулируемая длина зоны до 61 м) и К-диапазоне (длина зоны до 122 м). Для модели «РАС 385» рабочая частота в 2,5 раз выше, чем у моделей, работающих на 10,5 ГГц, поэтому сигнал, вызванный нарушителем также в 2,5 раза выше по частоте при одинаковых скоростях перемещения.

Радиоволновый однопозиционный извещатель «Зебра 30/60» (ЗАО «Охранная техника») имеет зону обнаружения, разделенную на 12 подзон и на 24 подзоны у извещателя «ЗЕБРА-100», что позволяет:

- четко определить границы зоны обнаружения;
- увеличить помехоустойчивость к движению людей и транспорта вне зоны обнаружения;
- отключать любую из подзон для создания коридора «санкционированных» проходов, либо для создания зоны с «выборочным» обнаружением.

В извещателе имеется функция «АНТИМАСКИНГ» для определения преднамеренной деактивации извещателя. На рисунке 37 показан внешний вид извещателя и зоны обнаружения.



*Рисунок 37 - Извещатель «Зебра 30/60»*

В извещателях «Armidor» применено распознавание ближних объектов (SRTD). Данная функция реализована на принципах «нечеткой логики». Функция «SRTD» позволяет исключить ложные тревоги извещателя от небольших предметов (птиц, мелких животных), движущихся в непосредственной близости от извещателя.

С помощью специальной программы «Wave-Test» можно при настройке задавать диапазон расстояния от извещателя, в котором игнорируются мелкие предметы. В извещателе предусмотрена регулировка зоны обнаружения, автоматическая температурная компенсация, для исключения влияния погодных условий на работу извещателя.

Применен цифровой анализ принимаемых сигналов на базе типовых моделей нарушителя, используется принцип «нечеткой логики». Эти принципы применяются для обнаружения нарушителей, движущихся как параллельно, так и перпендикулярно осевой линии зоны обнаружения. Причем чувствительность извещателя одинакова для обоих направлений движения.

Извещатель имеет цифровой фильтр для исключения шумов от окружающей обстановки (дождя, влияния подстилающей поверхности — качания травы и кустов). Внешний вид извещателя показан на рисунке 38.

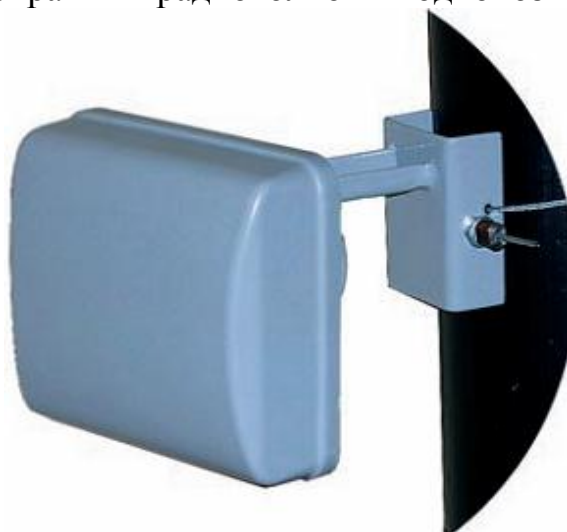




*Рисунок 38 - Однопозиционный извещатель «Armidor»*

Излучение сложного сигнала позволяет измерить расстояние до объекта, определить перемещается он или вибрирует. На этом принципе построен алгоритм обнаружения извещателей «Фон-3» и «Агат 24-40».

В извещателе «Хамелеон» (Рисунок 39), принцип действия также основан на методе линейной частотной модуляции СВЧ излучения, но есть возможность проводить управление чувствительностью приемного тракта для сигналов, поступающих с отдельных выделенных зон. Аналогичные характеристики имеет и извещатель охранной радиоволновой однопозиционный «ОПД-5L».



*Рисунок 39 - Извещатель «Хамелеон»*

Микроволновый радар-сенсор «АГАТ-7» (Рисунок 40) предназначен для охраны территории объектов от проникновения нарушителей.

Особенности извещателя:

- размеры объемной зоны охраны 80 метров «Hi-Tech» антенные модули высокого качества и стабильности параметров, прецизионная настройка параметров обнаружения с помощью ноутбука: размер зоны обнаружения, программирование времени работы в режиме охраны, установка предполагаемой скорости движения цели, визуальный контроль порогов тревоги при настройке;



- интерфейс RS-485 для интеграции с комплексными системами охраны объектов;

- высокая помехоустойчивость, обусловленная частотным диапазоном 24 ГГц и цифровой фильтрацией. Автоматическая адаптация к погодным условиям (дождь, снег, влажность).



Рисунок 40 - Извещатель «Агат – 7»

#### *Достоинства:*

- объёмная невидимая зона обнаружения;
- безопасный уровень излучения;
- малое энергопотребление;
- РЛСО обладают неплохой устойчивостью к изменениям условий окружающей среды и помехам в виде: снега, дождя, тумана, ветра, мелких животных, птиц, УКВ радиостанций, вибрации, помехам по питанию, электростатическим разрядам, воздействию внешнего излучения в рабочем диапазоне частот с целью саботажа.

#### *Недостатки:*

- РЛСО требуют наличия прямой видимости между приемником и передатчиком;
- для устойчивой работы РЛСО должна быть обеспечена зона отторжения, несколько превышающая размеры ЗО;
- для обеспечения устойчивой работы РЛСО необходимо обслуживать охраняемые периметры и зону отторжения.

### **Проводноволновые средства обнаружения**

На российском рынке широко представлены проводноволновые средства обнаружения отечественного производства - «Газон-21» (НИКИРЭТ), «Рельеф» (ЗАО «Охранная техника»), «Импульс» (НПЦ «Омега-микродизайн»), «Трасса» («Старт-7»), «Параллель» (ЗАО «Фирма «Юмирс»).



*Рисунок 41 – Извещатель «Газон-21»*

Извещатель «Газон - 21» производства «НИКИРЭТ» предназначен для охраны двух участков длиной до 250 м каждый. На рисунке 41 показан БО извещателя и верхний проводник ЧЭ.

На рисунке 2.29 показана установка ЧЭ извещателя «Газон-21» в четырех вариантах.

Производитель утверждает, что извещатель при такой установке надежно функционирует при высоте снежного и травяного покрова до 1,0 м.

Диапазон рабочих температур от минус 50 °С до плюс 50 °С.

ЗАО «Охранная техника» пополнило список оборудования способного работать в тяжелых климатических условиях. Имея в номенклатуре извещатели, работающие при температуре до минус 50°С предприятие разработало и запустило в производство модификации проводноволнового извещателя «Рельеф» (Рисунок 42).



*Рисунок 42 - Проводноволновой извещатель «Рельеф»*

Проводноволновой извещатель «Рельеф» обеспечивает непрерывную круглосуточную работу и сохраняет свои характеристики при температуре окружающей среды от минус 40°С до плюс 65 °С Выпускается модификация извещателя для районов Крайнего Севера с диапазоном рабочих температур минус 60°С до плюс 65 °С. Извещатель работоспособен при уровне снежного покрова до 1 м

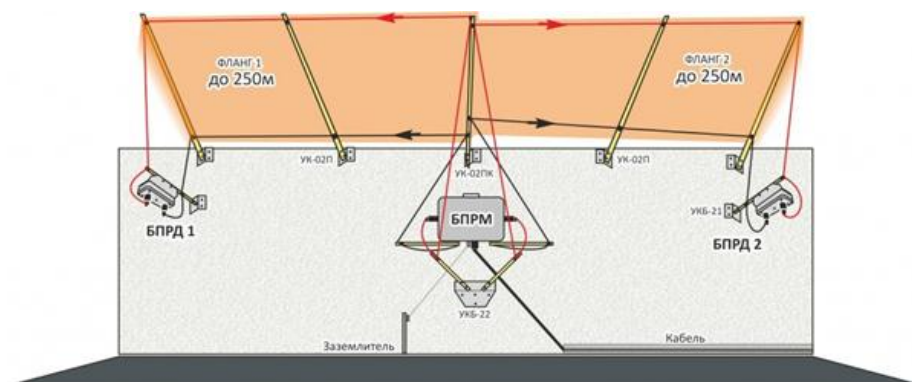


Рисунок 43 - Извещатель «Импульс-14ТМ»

Извещатели серии «Импульс» производства НПЦ «Омега-микродизайн» предназначены для установки на неподготовленной пересеченной местности, а также для блокирования верха или полотна различных заграждений (металл, дерево, кирпич, железобетон). Объемная зона обнаружения протяженностью от  $2 \times 20$  м до  $2 \times 250$  м. Извещатель «Импульс-14ТМ» (Рисунок 43) является двуфланговой модификацией модернизированного извещателя «Импульс-12ТМ». По заявлению производителя извещатель высокая устойчивостью к воздействию электро и радиопомех. Модификация «Н» имеет возможность настройки как в ручном, так и в полуавтоматическом режимах.

Охранный извещатель «Intelli-FIELD» компании «Senstar» одновременно может использоваться как инженерное заграждение. Он имеет четыре параллельных проводника, которые монтируются на отдельно стоящих мачтах. Проводники выполнены из нержавеющей стали. Они формируют зону обнаружения с поперечным сечением 1,0 м и высотой до 2,5 м. Нарастивание проводников до восьми позволяет защитить периметры высотой до 5 м при максимальной длине зоны до 150 м.

Зона обнаружения извещателя остается практически постоянного размера при различных погодных изменениях. Процессор извещателя автоматически регулирует выходную мощность генератора в зависимости от погодных условий, а также компенсирует эффект загрязнения изоляторов, поддерживающих провода. Извещатель обнаруживает нарушителя массой более 35 кг, перемещающегося со скоростью от 0,05 до 8,0 м.

Постоянно совершенствуются функциональные возможности проводноволновых систем. Практически все они имеют возможность настройки для детектирования объектов в зависимости от их массы, чтобы исключить срабатывание извещателей при попадании в зону чувствительности мелких животных или птиц. Общей тенденцией в разработке средств охраны периметра является постоянное снижение потребляемой мощности датчиков. В современных системах используются мощные процессоры, которые четко фиксируют изменения амплитуды и фазы принимаемого сигнала. Выбор алгоритмов обработки позволяет гибко настраивать систему в зависимости от окру-

жающих условий и выбранного критерия срабатывания (приближение человека к стене, движение вдоль нее, перелаз и т.п.).

*Достоинства:*

- *проводноволновых извещателей является независимость зоны обнаружения от профиля почвы и точное следование линии ограждения;*
- *проводноволновые системы нечувствительны к сейсмическим и акустическим воздействиям, поэтому их можно устанавливать на ограждении вблизи с автомобильными или железнодорожными путями;*
- *простота и небольшая стоимость ЧЭ, в качестве проводников ЧЭ используется провод полевой телефонной связи П-274М, который обеспечивает достаточную механическую прочность и стойкость к атмосферным воздействиям и при этом является прекрасным проводником;*
- *не сложный монтаж системы, техническое обслуживание сводится, в основном, к периодической проверке работоспособности и контролю за состоянием натяжения и крепления проводов линейной части.*

*Недостатки:*

- *недостаточная помехозащищенность при воздействии электромагнитных полей на ЧЭ, который фактически является распределенной приемной антенной;*
- *параметры импульсного сигнала могут изменяться например, при смещении проводов относительно друг друга в результате их провисания, превышающего допустимое значение, при нахождении в зоне обнаружения качающихся ветвей деревьев, кустарников и стай птиц;*
- *двухфланговые извещатели могут определять направление пересечения рубежа, но по временной последовательности формирования сигналов флангов.*

### **Средства обнаружения на основе «линии вытекающей волны»**

Зона обнаружения извещателя «Трезор-R» (Рисунок 44) ООО НПЦ «Трезор» формируется двумя параллельными кабелями, закрепляемыми на ограждении, которые выступают в качестве антенн. В зависимости от необходимых размеров зоны обнаружения расстояние между кабелями может быть от 1,5 до 3 м. Смещение кабелей вверх или вниз по заграждению смещает соответственно и зону обнаружения. Выбирая расположение кабелей на ограждении можно решать различные задачи охраны, в том числе защиты от подкопа.



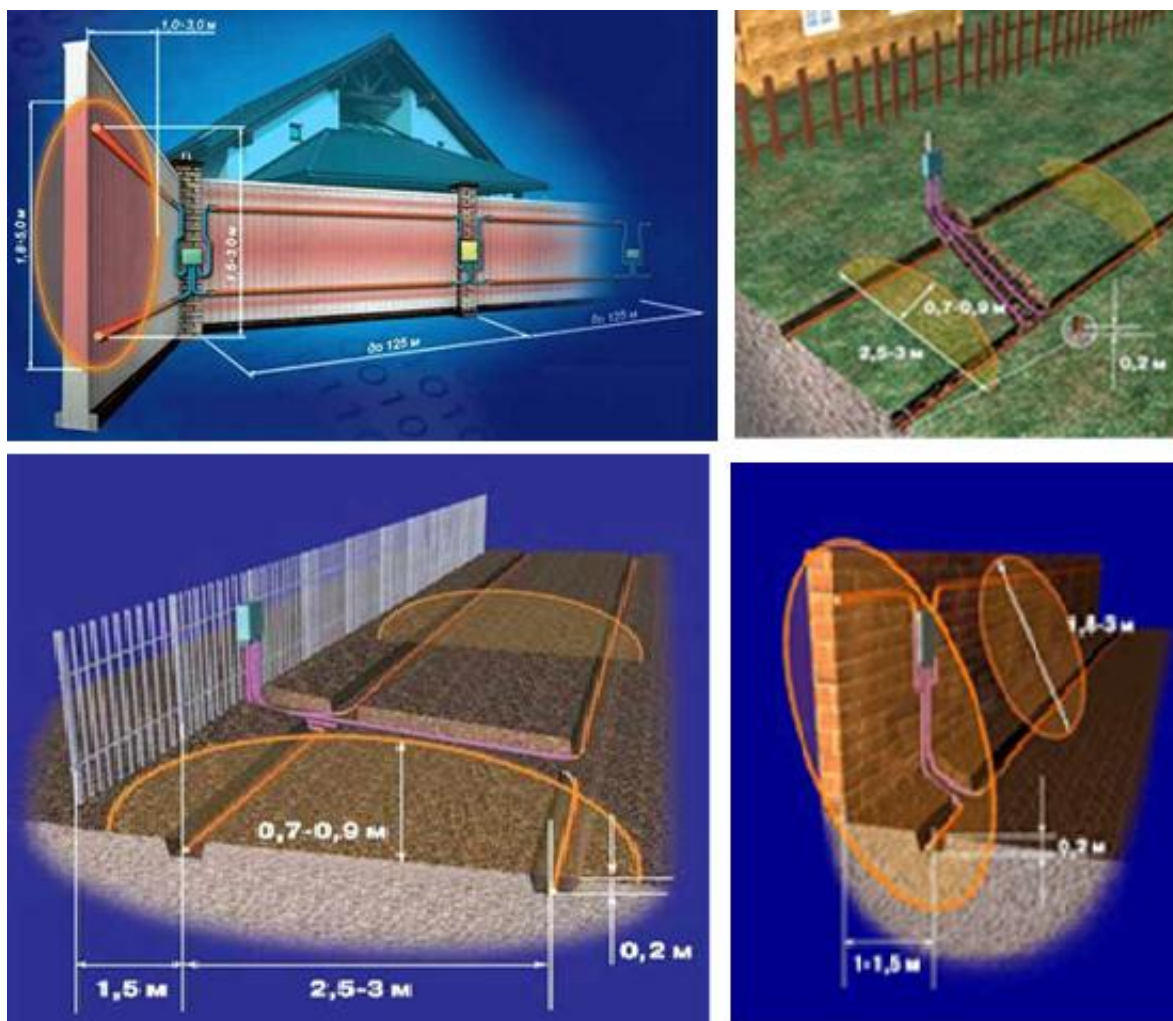


Рисунок 44 – Внешний вид зоны обнаружения ЛВВ-извещателя «Trezor-R»

Продольное распределение зоны обнаружения «Trezor-R» повторяет изгибы ограждения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Допускаются изгибы периметра до  $90^\circ$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Наличие в непосредственной близости к ограждению крупных металлических предметов может исказить конфигурацию зоны обнаружения.

В местах существенных изгибов ограждения может наблюдаться повышенная чувствительность средства. Диапазон рабочих температур от минус  $40^\circ\text{C}$  до плюс  $50^\circ\text{C}$ , срок службы 10 лет.

Одной из иностранных радиоволновых систем с подземными сенсорами является система «Perimitrax» канадской компании «Senstar». В качестве сенсоров здесь использованы специально разработанные коаксиальные кабели с проводящим экраном из фольги (Рисунок 45). Экран не является сплошным – он выполнен с продольным зазором, благодаря которому сенсор выполняет функции линии вытекающей волны.



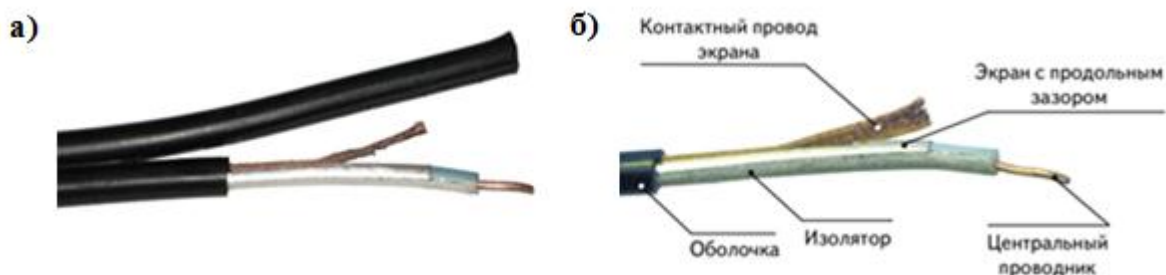


Рисунок 45 – а) Сенсорный кабель SC1; б) Сенсорный кабель SC2

Сенсорные кабели системы «Perimitrax» выпускаются в двух вариантах. Протяженный сенсор типа SC1 (Рисунок 45 а) представляет собой пару из передающего и приемного кабелей, конструктивно объединенных в общей защитной оболочке с внешним сечением 8,5 x 15 мм. Сенсор типа SC2 (Рисунок 45 б) состоит из пары отдельных кабелей диаметром 8 мм, которые располагаются на расстоянии 2 м друг от друга. В первом случае, с сенсорами SC1, подземная прокладка кабелей упрощается, так как необходимо устраивать только одну траншею. Для такого сенсора ширина чувствительной зоны составляет примерно 2 м при высоте около 1 м. Для прокладки отдельных кабелей (SC2) необходимы две параллельные траншеи на расстоянии 2 м друг от друга. При этом поперечные размеры чувствительной зоны составляют соответственно около 3 м (ширина) и 1 м (высота). Сенсоры обоих типов укладывают в грунт или под асфальт на глубину от 6 до 23 см. Кабели типа SC2 при укладке ориентируют так, чтобы зазоры экранирующей оплетки были обращены вверх. Это позволяет сконцентрировать электромагнитное поле над поверхностью земли, уменьшив зависимость поля от влажности почвы и других природных факторов. Компенсация неоднородности чувствительности по длине зоны достигается за счет того, что ширина зазора в проводящем экране кабеля не является постоянной: она увеличивается по мере удаления от электронного приемопередающего модуля системы. За счет этого удается компенсировать неоднородность потерь в кабелях и сделать чувствительность однородной в пределах всей длины зоны охраны. Сенсорные кабели поставляются комплектами с фиксированной длиной: 50, 100, 150 и 200 м. Каждый сенсор снабжен соединительным (пассивным) коаксиальным кабелем длиной 20 м для подключения к электронному модулю.

Электронный модуль системы «Perimitrax» поддерживает две зоны охраны длиной до 200 м каждая. До 4 электронных блоков можно объединить в общую сеть, обеспечивающую охрану периметра общей длиной до 1600 м (8 зон по 200 м). Диапазон рабочих температур системы от минус 40°C до плюс 70°C.

По заявлению фирмы-изготовителя система с вероятностью 99% обнаруживает нарушителя с массой более 34 кг, перемещающегося со скоростями от 0,025 до 15 м/с. При этом система не срабатывает на птиц или мелких животных массой менее 10 кг

Сенсорные кабели системы «Rafid» (фирма «Geoquip», Великобритания) монтируются под землей на расстоянии примерно 2 м друг от друга. При этом ширина чувствительной зоны составляет около 3 м (в зависимости от установки чувствительности). Максимальная длина охраняемой зоны составляет 150 м. На одном краю зоны устанавливаются приемный модуль и анализатор, который выполняет обработку сигналов приемного кабеля. На противоположном краю зоны расположен передающий модуль, подключенный к передающему кабелю.

Расположение приемника и передатчика на противоположных краях зоны не является случайным. Дело в том, что интенсивность излучаемого передающим кабелем поля максимальна вблизи передатчика. В то же время эффективность приемного кабеля выше всего вблизи приемного модуля. Если расположить оба этих модуля на одном и том же краю зоны, то система будет обладать неоднородной по длине зоны чувствительностью: она будет максимальна вблизи электронных модулей и минимальна на удаленном краю зоны. Разнесение приемника и передатчика позволяет скомпенсировать неоднородность параметров вдоль зоны охраны.

При установке кабелей под землей их рекомендуется помещать в гофрированный пластиковый шланг диаметром 50–75 мм. Шланг должен иметь небольшие регулярные отверстия, которые необходимы для отвода попадающей в шланг воды. Шланги с кабелями располагаются в траншеях сечением примерно 25 x 25 см, заполненных сухим песком или гравием. Такая подготовка позволяет в некоторой степени стабилизировать электромагнитные параметры почвы вблизи кабелей и снизить влияние изменяющихся или неоднородных характеристик грунта на чувствительность системы.

Система «Rafid» работает на одной из 16 фиксированных частот в диапазоне 40–41 МГц. На рисунке 46 показан анализатор системы, конструктивно объединенный с приемным модулем. Приемник системы выделяет флуктуации амплитуды и фазы принимаемого радиочастотного сигнала и передает их на анализатор. Настройка процессора осуществляется непосредственно на периметре при имитации реальных вторжений. Для настройки системы не требуется внешних программаторов или компьютеров. С помощью встроенного жидкокристаллического дисплея анализатора можно выбрать один из нескольких алгоритмов генерации сигнала тревоги и задать чувствительность в каналах регистрации фазы и амплитуды. Настройки, защищенные паролем, выполняются с помощью регуляторов, находящихся на плате. Анализатор снабжен встроенной памятью на 256 событий (тревога, вскрытие, смена параметров и др.) с метками времени и даты. Диапазон рабочих температур системы от минус 40°C до плюс 70°C.



*Рисунок 47 - Приемник и анализатор системы «Rafid»*

Фирма «South West Microwave» поставляет на рынок изделие «Micro Track 2» (Рисунок 47) семейства «Intrepid», предназначенное для охраны внешних периметров. Новая система использует технологии задания уровня чувствительности и свободного форматирования зон охраны. Система точно следует неровностям почвы, приспособляясь к изменениям высоты или горизонтальным поворотам линии периметра. Система создает объемную зону чувствительности и может работать в сложных климатических условиях.



*Рисунок 47 – «Micro Track 2»*

Система использует технологию Много-Сегментного Анализа Цели (МСАЦ), позволяющую разделить сенсорный кабель на короткие ячейки длиной 2 метра, которые независимо адаптируются к условиям объекта и индивидуально анализируются. Система «Micro Track 2» состоит из электронного Процессора и одного или двух комплектов подземных сенсорных кабелей. Детектирующее поле формируется вокруг каждого комплекта сенсорных кабелей, каждый из которых может иметь максимальную длину 200 метров.

В рекламе указывается, что система позволяет определять точку вторжения с точностью до 3 метров. К плюсам системы можно отнести возможность укладки в различные комбинации грунта, без ухудшения характеристик, поле обнаружения следует рельефу местности.

*Достоинства:*

- при размещении кабелей на ограждении – возможность контроля проникновения через «жесткие» ограждения без дополнительного оборудования их металлическими козырьками и контроль разрушения «жестких» конструкций (железобетон, кирпич, камень, дерево);

- при установке кабелей в грунт – возможность создания невидимых надежных рубежей охраны;

- устойчивость к воздействию растительности (до высоты 1 м) и нечувствительность к мелким животным и птицам. В извещателе используется диапазон рабочих частот в пределах от 40 до 80 МГц, который позволяет ему обнаружить человека и пропустить мелких и средних животных;

- формирование объемной зоны обнаружения, повторяющей рельеф местности и конфигурацию заграждений;

- помехоустойчивость к электромагнитным помехам;

- устойчивость к акустическим и сейсмическим помехам.

*Недостатки:*

- внушительные массогабаритные характеристики, из рисунка 2.42 видно, что кабели, подходящие для построения ЛВВ-извещателей, отличаются от вибрационных кабелей в сторону увеличения веса и размера;

- необходимость защиты оболочки, любое повреждение диэлектрической оболочки может привести к выходу из строя дорогостоящего кабеля, поэтому наиболее предпочтительным способом является укладка и заделка кабеля в каналы, проделанные в стене, что резко увеличивает стоимость монтажных работ;

- невозможность локализации места проникновения нарушителя, как правило, точность места проникновения определения, обусловлена длиной плеча чувствительного элемента недостаточно высока и обычно находится в пределах от 100 до 150 м (однако в системе ЛВВ «INTREPID» фирмы «MicroTrack» обеспечивается локализация места проникновения нарушителя с точностью не хуже 2 м. за счёт использования метода многочастотного зондирования);

- неравномерность чувствительности по длине кабеля, проблемы неравномерности чувствительности менее значимы при размещении кабелей на ограждении и наиболее остро ощутимы при установке в грунт, наблюдается различная чувствительность в сухом и сыром грунте (однако современные конструкции кабеля и применение новых методов зондирования ЛВВ (многочастотным сигналом, видеоимпульсом) позволяют обеспечить равномерность чувствительности вдоль рубежа от 2 до 3 дБ).

- большая мощность потребления (десятки Вт), что ограничивает их использование с автономными источниками питания;

- высокая стоимость.



## Сейсмические средства обнаружения

«Научно-производственный комплекс «Дедал» (ОАО «НПК «Дедал») производит сейсмоманометрическое маскируемое радиоканальное средство обнаружения «Дуплет-Р» предназначено для создания протяженных маскируемых рубежей охраны границ отдельных регионов, а также периметров объектов. Зона чувствительности СО «Дуплет-Р» - полоса шириной 3 м вдоль линии укладки чувствительных элементов в грунт на глубине 30-40 см в три параллельных траншеи на расстоянии 1 м друг от друга. Блоки электронные средства и комплект радиоканальной аппаратуры устанавливаются в спец-контейнеры в грунте и обеспечивает передачу сигнализационной информации на расстояние до 30 км без использования ретрансляторов. Комплектом СО «Дуплет-Р» можно перекрыть участок протяженностью до 250 м (Рисунок 48).

В качестве ЧЭ используется специально разработанный кабель (спец-кабель) КТПЭДЭП 10×2×0.5, основной особенностью которого является наличие двух экранов, предназначенных для формирования сигнала сейсмоманометрического канала. Внутренние провода объединяются в петлю, реагирующую на магнитную составляющую сигнала.

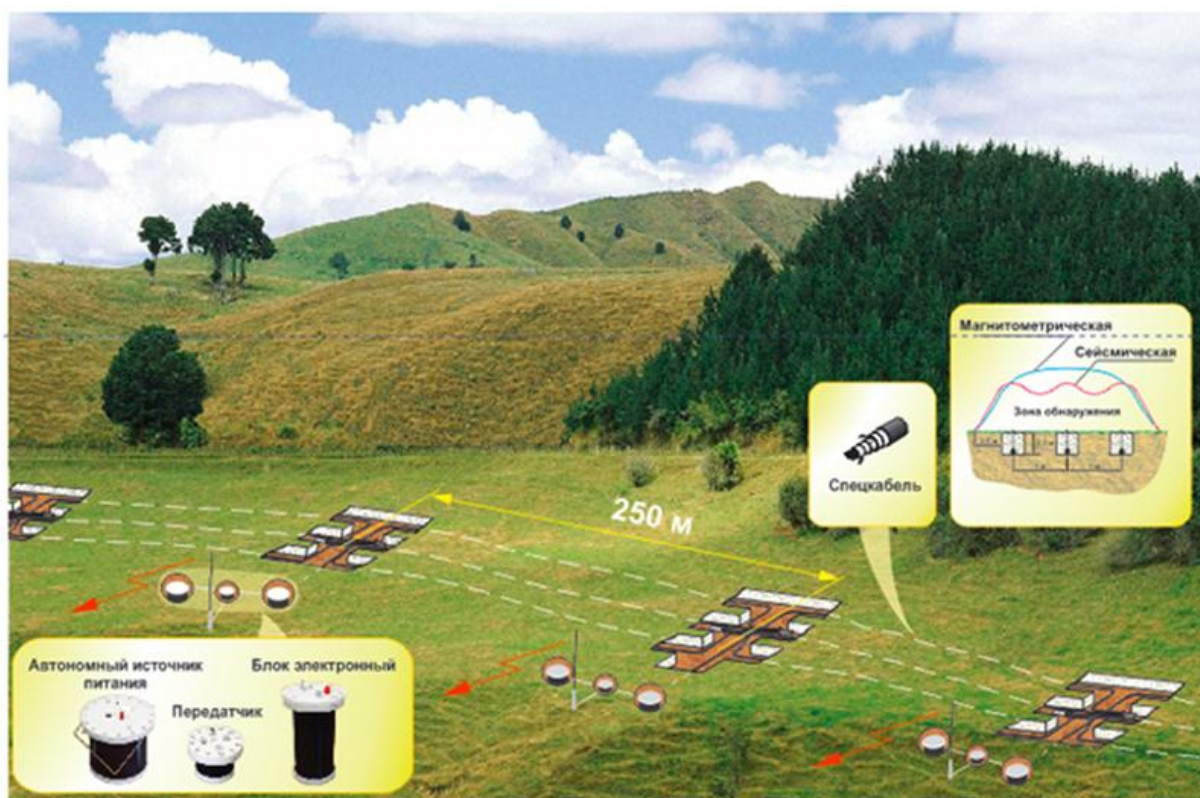


Рисунок 48 - Сейсмоманометрическое радиоканальное средство обнаружения «Дуплет-Р»



В подземной системе австралийской компании «Future Fiber Technologies» (FFT), получившей название «Secure Fence BGS» (от «Below Ground System» – подземная система), два отдельных кабеля прокладываются вдоль периметра. Обычно эта система применяется как второй рубеж охраны, параллельный основному ограждению. Они укладываются в траншею на глубине от 50 до 75 мм и прикрепляются к пластиковой сетке, которая повышает чувствительность системы и вероятность регистрации идущего по земле человека. Корреляционная обработка сигналов от двух ЧЭ позволяет отфильтровать сигналы помех (шум дождя, транспорта и т. п.) и выделить на их фоне сигналы реального вторжения. Система позволяет обнаруживать идущего или бегущего нарушителя, а также регистрировать попытки подкопа под линией периметра.

### Сейсмические средства обнаружения с геофонами

Одним из типичных представителей данного вида сейсмических извещателей является «Годограф-СМ-С-1» (Рисунок 49), предназначенный для организации скрытого рубежа охраны и обнаружения нарушителя, пересекающего рубеж шагом, бегом, ползком или перекатом.

Извещатель позволяет организовать охраняемый рубеж, как при наличии заграждения, так и без него. Один извещатель обеспечивает охрану двух последовательно расположенных участков с выдачей извещений о тревоге и неисправности отдельно по каждому участку.

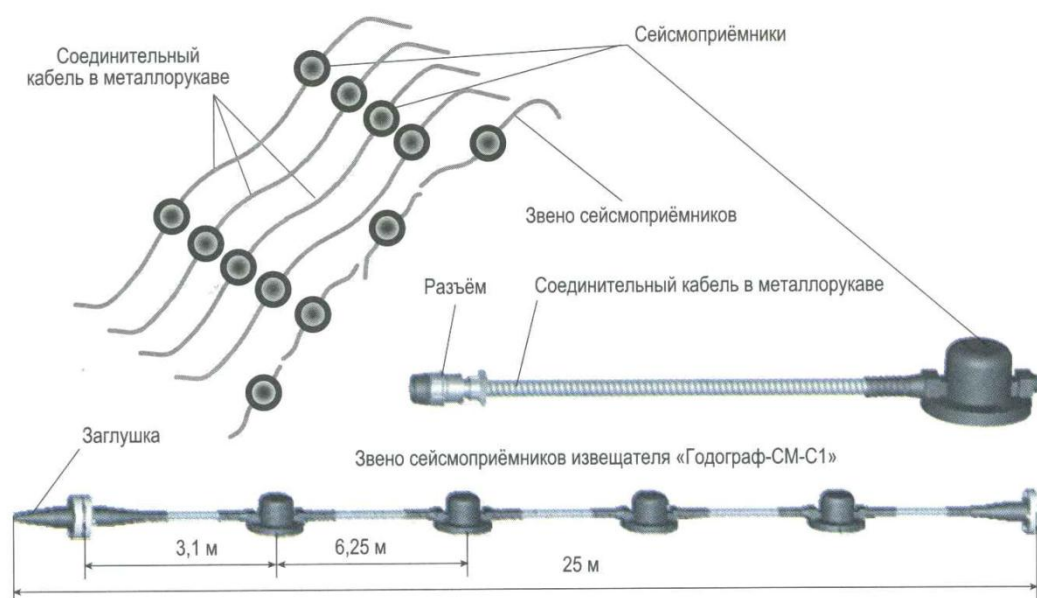


Рисунок 49 – Сейсмочувствительный элемент «Годограф-СМ-С-1»

ЧЭ извещателя выполнен из отдельного звена (до 6 шт. на один участок). Звенья подключаются друг к другу с помощью герметизированных разъёмных соединений, что обеспечивает высокую ремонтпригодность ЧЭ путем замены вышедшего из строя звена.

Каждое звено ЧЭ состоит из четырех геофонов, соединенных между собой кабелем. Удобство настройки извещателя на местности и контроль его работоспособности обеспечивается наличием встроенной панели управления. В извещателе имеется возможность дистанционной настройки с помощью удаленного ПК, подключаемой к БО по интерфейсу RS-485.

По информации производителя извещатель надежно функционирует в различных типах грунта, кроме рыхлого песчаного и болотистого.

При монтаже геофонов под землей надежно обнаруживается ползущий нарушитель или нарушитель, спрыгнувший с ограждения. Однако, при такой установке возникает проблема, связанная с высокой чувствительностью геофонов. Установленный под землей геофон позволяет уверенно обнаруживать сигнал от идущего человека на расстоянии от 1,5 до 2,0 м, поэтому геофоны монтируют вдоль периметра на расстоянии 3,0 м друг от друга.

Однако, эти же геофоны будут регистрировать движение транспорта или перемещение корней деревьев при ветровых порывах на расстоянии нескольких десятков метров.

В системе «S-103» («Safeguard Technology Inc.» США) геофоны устанавливаются под асфальтом, бетоном следующим образом:

1. Если вблизи охраняемого объекта нет движения транспорта, то вдоль его периметра устанавливается одна сейсмолиния, в которой геофоны располагаются на расстоянии 3,0 м друг от друга, и система настраивается на обнаружение человека, пересекающего охраняемый периметр.

2. В случае объекта, расположенного вблизи шоссе или другого источника вибраций, вокруг него параллельно основной сейсмолинии устанавливают еще одну, внешнюю линию, отстоящую от внутренней примерно на 20 м. Геофоны внешней линии расположены с шагом около 13 м и предназначены для регистрации фоновых вибраций почвы. БОС сравнивает отклики от обеих сейсмолиний и отфильтровывает сигналы, не связанные с реальным вторжением. На рисунке 50 показана система «S-103».



*Рисунок 50 - Геофонные датчики и анализатор системы «S-103»*

Такая организация охраны предполагает увеличения количества геофонов и большую зону отторжения для движущихся автомобилей.

В системе «Psicon» («Псайкон») выпускает английская компания «Geoqir» («Джеокуип») селекция от помех основана на использовании мощного «интеллектуального» процессора для обработки сигналов и фильтрации помех, создаваемых окружающей средой (шум транспорта, движение корней деревьев, дождь и т.п.). В системе «Psicon» для этого используется разработанная фирмой «Джеокуип» технология, получившая название TESPAR.

Система преобразует аналоговый сигнал датчиков в цифровую кодовую последовательность, которая затем подвергается матричному преобразованию в анализаторе. Последний использует принцип распознавания образов и сравнения их с эталонными, записанными в памяти анализатора. Сравнение происходит в реальном масштабе времени и позволяет надежно распознавать слабые сигналы нарушителя на фоне даже весьма интенсивных помех или шумов. Систему можно «обучать» непосредственно на объекте, сохраняя в памяти процессора как «тревожные», так и «помеховые» сигналы. Для настройки системы используется портативный компьютер, подключаемый к порту БОС. На рисунке 51 показан внешний вид геофонного датчика «Psicon».



*Рисунок 51 - Геофонный датчик «Psicon»*

3. В системе «SISMA CP», которую выпускает итальянская компания «DEA» пьезоэлектрические датчики «SG-01» (Рисунок 52) помещены в герметизированные пластиковые корпуса и устанавливаются в грунт на глубину 60 см. Такую сравнительно большую глубину установки датчиков разработчики оправдывают несколькими причинами. При такой глубине отклик датчика сравнительно слабо зависит от метеорологических факторов, например, от дождя, проникающего в грунт обычно не более чем на несколько сантиметров. Заглубленные сенсоры меньше подвержены сжатиям почвы при прохождении транспорта, их труднее повредить при садовых работах.



*Рисунок 52 - Пьезоэлектрический датчик «SG-01»*

Датчики системы «SG-01» выпускается уже подключенными к соединительному кабелю через 90 см, максимальное количество датчиков в одном шлейфе – 50 (длина периметра – до 45 м).

Датчики в шлейфе разбиты на две группы – А и В, причем сенсоры обеих групп чередуются. Сравнение сигналов от сенсоров обеих групп позволяет использовать корреляционный метод обработки и снизить вероятность ложных срабатываний от сейсмических шумов. В режиме генерации сигналов тревоги по логике «И» нарушитель должен быть обнаружен, по крайней мере, двумя соседними дискретными сенсорами. Это, в частности, позволяет избавиться от ложных тревог, связанных с мелкими животными на периметре. Для объектов с высокими требованиями к уровню безопасности система может быть установлена в режим «ИЛИ», когда тревога генерируется по сигналу любого одиночного сенсора.

Линия пьезоэлектрических датчиков должна быть удалена на расстояние не менее 3 м от деревьев, столбов и других аналогичных конструкций, которые могут быть источниками сейсмических сигналов при ветре.

*Достоинства:*

- высокая степень скрытности установки ЧЭ;
- не содержат источников радиочастотного излучения, это препятствует обнаружению охранного оборудования радиотехническими методами.

*Недостатки:*

- подвержены влиянию помех метеорологического, биологического и техногенного характера (для отстройки от транспортных и промышленных помех используются специальные методы обработки сигналов подземных сенсоров);
- снижение чувствительности при промокании или промерзании грунта, при высоком снежном покрове;
- высокая стоимость, в том числе и монтажа.

## Манометрические средства обнаружения

Для организации подземных сейсмометрических рубежей итальянская компания «GPS Standard» использует протяженные гидравлические датчики давления. Система «GPS» используется для охраны как огражденных, так и неогороженных периметров.

В России эта система известна под названием устройство охранной сигнализации комбинированное КПТСО16-64 «ПАХРА».

Шланги, благодаря их гибкости, могут быть уложены в грунт произвольным способом, что делает практически невозможным определение охраняемой зоны нарушителем. Так же, благодаря этим качествам, появляется уникальная возможность установки извещателя на периметрах со сложной конфигурацией и рельефом, без специальной подготовки и обслуживания зон обнаружения.

Однако, высокая чувствительность датчиков требует, чтобы деревья и крупные кустарники находились не ближе от 3 до 4 м от шлангов.

Шланги (трубы) изготавливаются из специальной композиции синтетических материалов, обеспечивающих необходимую эластичность и долговечность при нахождении в грунте.

Извещатель имеет две различные модификации.

«МРК 20» – двухтрубная версия обеспечивает средний и высокий уровень защиты охраняемой зоны (Рисунок 53).



Рисунок 53 – Двухтрубная версия, где 1, 3 – компенсационные клапаны, 2 – подземный кабель к блоку управления, 4 – сенсор

«МРК 40» – четырехтрубная версия обеспечивает высокий уровень защиты охраняемой зоны (Рисунок 54).



Рисунок 54 – Четырехтрубная версия, 1, 3 – компенсационные клапаны, 2 – подземный кабель к блоку управления, 4 – двойной сенсор



На рисунке 55 показана укладка в траншею шлангов четырехтрубной версии «МРК 40». Извещатель обеспечивает зону обнаружения длиной до 200 м, состоящую из двух независимых зон длиной до 100 м (максимум).



Рисунок 55 – Установка шлангов

Каждая из этих зон может быть настроена индивидуально под конкретные условия данного участка периметра. Увеличивая количество извещателей (версии «МРК 20» и «МРК 40»), устанавливая их один за другим, можно создавать системы защиты периметра любой длины, в конфигурации «цепь» или «звезда».

В первой версии ширина чувствительной зоны от 3 до 4 м, а во второй от 5 до 7 м.

Монтируемый под землей сенсор помещен в металлический корпус.

Ток потребления - 15 мА.

Для электропитания сенсоров требуется источник постоянного тока напряжением от 12 до 18 В.

Диапазон рабочих температур – от минус 30 °С до плюс 60 °С.

Шланги извещателя укладываются в траншеи, выкопанные вдоль внешней стороны ограждения периметра аэропорта.

*Достоинства:*

- извещатель обеспечивает надежное обнаружение нарушителей при пересечении чувствительной зоны шагом, бегом, прыжками, перекатыванием, с использованием трапов, досок или путем подкопа;

- высокая степень маскировки ЧЭ.

*Недостатки:*

- манометрические извещатели требуют большого объема подготовительных и монтажных работ при установке линейной части;

- сложность эксплуатации, особенно при замене ЧЭ;

- некоторое снижение обнаружительной способности при промерзании грунта, при высоком снежном покрове;
- высокая стоимость.

### **Активные опτικο-электронные средства обнаружения**

Опτικο-электронные извещатели («СПЭК-7», «СПЭК-8», «СПЭК-1112», «СПЭК-1113», «СПЭК-1115», «СПЭК-1117») имеют линейную зону обнаружения, позволяют организовать узкие ИК-барьеры в любой плоскости при узкой зоне отчуждения. Многолучевой барьер рекомендуется применять для блокировки ворот, дверей, окон, подходов к отдельно стоящим зданиям, а также ограждений небольшой прочности. Однолучевым барьером рекомендуется блокировать верх ограждения любого типа. Эти извещатели имеют широкий диапазон рабочих температур и высокий коэффициент запаса по оптическому сигналу, что практически исключает ложные срабатывания при воздействии неблагоприятных погодных условий. Извещатель «СПЭК-11» выпускается во взрывозащищенном исполнении и позволяет осуществлять охрану объектов, имеющих взрывоопасные зоны.



*Рисунок 56 - ИО209-22 «СПЭК-11»*

Максимальная рабочая дальность действия извещателя ИО209-22 «СПЭК-11» (Рисунок 56) производства ЗАО «СПЭК» составляет 150 м (на открытом воздухе). Извещатель имеет 1 ИК луч, 2 рабочих частоты, 2 значения чувствительности.

Данный извещатель предназначен для применения во взрывоопасных зонах класса 1 и 2 помещений и наружных установок по ГОСТ Р 52350.14 (классы В-Іа, В-Іб, В-Іг по ПУЭ) и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах. Взрывозащищенное исполнение вида взрывонепроницаемая оболочка. Маркировка взрывозащиты 1 Ex d IIВ Т5 Х. Извещатель можно применять и в помещениях. Применение на иных объектах нецелесообразно вследствие высокой стоимости.

Многолучевой извещатель ИО209-16 «СПЭК-7», выпускается в двух исполнениях (модификациях) ИО209 16/1 «СПЭК-7-2» (формирует 2 луча с интервалом 350 мм) и ИО209 16/2 «СПЭК-7-6» (формирует 6 лучей с интервалом 70 мм). Излучатели и фотоприемники смонтированы в единых корпусах (т.н. колоннах КИ и КФ). Извещатель рекомендуется использовать для охраны проемов ворот, калиток, блокирования доступа к окнам и дверям здания извне. При этом ИО209 16/2 «СПЭК-7-6» способен обнаруживать протянутую через ЗО руку. Оба исполнения извещателя имеют рабочую дальность действия от 0,4 до 15 м (на открытом воздухе), 4 значения чувствительности. Имеется возможность использования до 5 извещателей в ИК-барьере. КИ при этом объединяются линией синхронизации. КФ могут быть как синхронизированы, так и работать каждый со своими собственными настройками. Внешний вид извещателя ИО209-16 «СПЭК-7» показан на рисунке 57.



*Рисунок 57 - ИО209-16 «СПЭК-7»*

Максимальная длина линии синхронизации между соседними КИ или КФ не более 10 м. Синхронизация позволяет экономить средства за счет прокладки меньшего количества ШС. Имеется возможность настройки количества ИК лучей, одновременное пересечение которых необходимо для формирования извещения о тревоге, что повышает устойчивость извещателя к пересечению ЗО мелкими животными, птицами и т.п. Извещатель можно применять и в помещениях.

Извещатель ИО209-17 «СПЭК-8» (Рисунок 58) имеет сдвоенный в горизонтальной плоскости ИК луч, 4 рабочих частоты, 4 значения чувствительности, для работы при низких температурах есть встроенный подогрев. Дальность действия извещателя от 35 до 300 м.



*Рисунок 58 - ИО209-17 «СПЭК-8»*

Извещатель ИО209-29 «СПЭК-1112» с двумя горизонтально расположенными несинхронизированными ИК-лучами. Благодаря наличию двух выходных реле, извещатель позволяет определять направление пересечения ЗО нарушителем (при пересечении лучей в одном направлении размыкается одно реле, при пересечении в другом направлении – второе). Рабочая дальность действия от 10 до 150 м. Извещатель имеет встроенный обогрев, 4 рабочих частоты, 2 значения чувствительности. Рекомендуются для охраны различных объектов в т.ч. в районах с холодным климатом.

Извещатель ИО209-29 «СПЭК-1113» имеет одноблочную конструкцию со светоотражателем, 5 рабочих частот, 4 значения чувствительности. Рабочая дальность действия от 5 до 10 м (на открытом воздухе). Встроенный обогрев отсутствует.

Рекомендуется применять для блокировки проемов ворот, калиток, выходов воздуховодов, вентиляционных шахт и других объектов, имеющих небольшие размеры.



*Рисунок 59 - ИО209-32 «СПЭК-1115»*

Извещатель ИО209-32 «СПЭК-1115» (Рисунок 59) выпускается в четырех исполнениях, отличающихся максимальной рабочей дальностью действия и наличием встроенного подогрева:

- а) ИО209-32/1 «СПЭК-1115» имеет дальность действия от 1 до 75 м;
- б) ИО209-32/2 «СПЭК-1115М» имеет дальность действия от 1 до 75 м и встроенный подогрев;



в) ИО209-32/3 «СПЭК-1115-100» имеет дальность действия от 1 до 100 м;  
г) ИО209-32/4 «СПЭК-1115М-100» имеет дальность действия от 1 до 100 м и встроенный подогрев.

Извещатель имеет сдвоенный в вертикальной плоскости ИК луч, 4 рабочих частоты, 4 значения чувствительности.

Рекомендуется для охраны различных объектов в т.ч. в районах с холодным климатом (для исполнений с литерой «М»).

Практически все зарубежные ИК-лучевые охранные приборы объединяют в общем корпусе двухлучевую или четырехлучевую синхронную систему. На российском рынке широко представлены ИК-лучевые датчики фирм «С&К», «Atsumi», «Visonic», «ОРТЕХ», «Alarmcom» и др.

Извещатели серии «АХ» фирмы «ОРТЕХ» обеспечивают дальность обнаружения от 22 до 150 метров на улице и от 40 до 300 метров в помещении. Для питания используется источник постоянного тока с напряжением 10,5...28 В, потребляемый ток - не более 46 мА, диапазон рабочих температур от минус 35°С до плюс 55°С при влажности до 95%. На рисунке 60 показан внешний вид извещателя «АХ 350/650TF».



*Рисунок 60 - Извещатель «АХ 350/650TF» «ОРТЕХ»*

Для объектов с высокой степенью защиты иногда применяют ИК-лучевые системы с числом лучей от 4-х до 8-ми. Среди таких многолучевых систем можно упомянуть датчик «IPS 600» фирмы «GPS» (Италия), датчики серии «IS 400» фирмы «Alarmcom» (Швейцария) или датчики серии «IPID» фирмы «ECSI» (США). Конструктивно многолучевые ИК датчики обычно выполняют в виде вертикальных штанг высотой примерно до 3,5 метров.

Многолучевые ИК-извещатели «Perimbar» (Рисунок 61) британской фирмы «Radiovisor» конструктивно выполнены в виде стойки с жестким металлическим каркасом высотой от 1 до 4 м. Внутри располагаются оптические излучатели от 4 до 12 (передатчики или приемники), электронные блоки управления и электронагреватели. Длина чувствительной зоны датчика – до 150 м. Здесь используется система индивидуальной синхронизации оптических лучей, которая позволяет избежать перекрестных помех между индивидуальными лучами, а также между соседними зонами охраны.



*Рисунок 61 - Многолучевой ИК извещатель «Perimbar»*

Активный сканирующий лазерный модуль «REDSKAN RLS-3060» (Рисунок 62), работающий под управлением специализированной микропроцессорной системы, а также вспомогательных подсистем, объединяет преимущества активных и пассивных ИК-извещателей (высокую помехозащищенность, стабильность работы, широкоугольная зона обнаружения) благодаря чему позволяет полностью исключить ложные срабатывания, вызываемые птицами, животными, падающими листьями и осадками, изменениями температур, позволяет отделить реальный луч от солнечного света или света фар.

Работа уличного извещателя «REDSKAN RLS-3060» основана на принципе лазерного сканирования пространства. В основе конструкции извещателя лежит двухлучевая система, состоящая из передатчика и приемника и образующая невидимый инфракрасный барьер, при нарушении которого генерируется сигнал тревоги. Каждый луч представляет собой поток импульсов, поэтому принимающее устройство может отделить реальный луч от солнечного света или от света фар автомобиля.



*Рисунок 62 – Общий вид извещателя «REDSKAN RLS-3060»*

Лазерный сенсор «RLS-3060» специально разработан для максимально точного определения размеров объектов, попавших в зону детекции извещателя и скорости их перемещения.

Система оснащена четырьмя независимыми датчиками детекции и возможностью индивидуальной регулировки зон определения движения. Каждой из четырех независимой зоны детекции сопоставлен выход для управления PTZ – камерами.

Извещатель имеет систему антимаскирования, защиту от поворота, выход тампера, энергонезависимую память (настройки), функцию автоматической области настройки, систему температурной компенсации.

Уникальный алгоритм обработки информации позволяет обнаруживать нарушителя и свести к минимуму возникновения ложных тревог. Извещатель может быть установлен как вертикально, так и горизонтально. При горизонтальном размещении на высоте 0,7 м извещатель создает зону детекции 30 м с углом  $180^{\circ}$ , при вертикальном размещении на высоте 15 м он может контролировать участок стены длиной до 60 м.

### **Пассивные оптико-электронные средства обнаружения**

Пассивные ИК барьеры «IS 402» и «IS 412» фирмы «Alarmcom» (Швейцария) предназначены для уличной эксплуатации в сложных атмосферных условиях. Датчик «IS 402» выполнен в прочном алюминиевом корпусе с козырьком, защищающим от солнечной засветки. Датчик «IS 402» формирует зону чувствительности в виде «занавеса» длиной 100 м и высотой до 4 м. Датчик «IS 412» имеет повышенную чувствительность и обеспечивает зону длиной 150 м.

Однопозиционные пассивные ИК-извещатели для охраны периметров выпускает английская компания «Security Enclosures Ltd» (SEL). В открытом пространстве извещатель «Redwall-100Q» (Рисунок 63), использующий технологию «квадруплексного» (четырехканального) детектирования, обеспечивает зону чувствительности длиной 100 м и поперечным сечением 3 м. Усовершенствованный двухсекционный извещатель «Megared-180Q» позволяет защищать зону длиной до 180 м. Одна из секций извещателя предназначена для детектирования в «ближней» зоне, а другая - в «дальней». Сигналы от секций извещателя можно использовать, например, для управления поворотной видеокамерой.

На рисунке 64 показан пассивный ИК-датчик типа «PIR-50NE» японской фирмы «Takeh». Этот датчик регистрирует тепловое излучение нарушителя, попавшего в чувствительную зону. Конфигурация чувствительной зоны определяется параметрами фокусирующей линзы, установленной перед регистрирующими излучение пироэлементами. Показанный на рисунке 5 датчик формирует чувствительную зону в виде «луча» длиной 50 метров и шириной не более 3 м.



*Рисунок 63 - Извещатель «Redwall-100Q»*



*Рисунок 64 - Пассивный ИК-извещатель «PIR-50NE»*

*Достоинства активных ИК-извещателей:*

- обнаружительная способность не зависит от характеристик теплового излучения человека (нарушителя);
- не чувствительны к изменению характеристик теплового излучения окружающих объектов (фона) и возникающим тепловым помехам;
- максимальная эффективность достигается при установке наверху либо вдоль ровного заграждения, блокируя его от перелаза и пролаза.

*Недостатки активных ИК-извещателей:*

- формируют только линейную ЗО, отчасти эта проблема может быть решена путем организации поверхностной ЗО за счет применения извещателей, формирующих несколько ИК лучей или построения ИК барьера из нескольких извещателей (при этом размеры ЗО для первого варианта будут небольшими, а второй вариант потребует увеличения финансовых затрат);



- достаточно дороги, особенно предназначенные для эксплуатации на открытых площадках, требуют постоянного обслуживания, уязвимы с точки зрения подготовленного нарушителя;

- мусор и листья при ветре, мелкие и средние животные, растительность, крупные птицы вызывают ложные срабатывания.

*Достоинства пассивных ИК-извещателей:*

- однопозиционные пассивные ИК-датчики позволяют решить проблему защиты отдельных участков периметра.

*Недостатки пассивных ИК-извещателей:*

- обладают недостаточной устойчивостью к влиянию внешних атмосферных факторов;

- чувствительность к оптическим засветкам;

- дальность действия в условиях тумана или сильного снегопада уменьшается на 25-30%;

- импортные ПИК-извещатели соответствуют требованиям отечественного национального стандарта соответствуют не в полной мере (в основном в части устойчивости к воздействию низких температур, диапазона обнаруживаемых скоростей и коммутационных параметров выходных реле).

### **Комбинированные и совмещенные средства обнаружения**

Комбинированно-совмещенный извещатель «Рубеж» ЗАО «Фирма ЮМИРС» (Рисунок 65) способен обеспечить охрану любых металлических ограждений из сетки, решетки, профилированных листов, а также железобетонных, кирпичных, деревянных и комбинированных ограждений. При этом он обнаруживает различные способы их преодоления - перелаз, подкоп, отгиб нижней части, разрушение полотна ограждения.

Блокирование ограждения осуществляется посредством формирования трех охраняемых зон: на основном и двух дополнительных (препятствующих подкосу или перелазу) частях ограждения.



Рисунок 65 - Извещатель «Рубеж»

Извещатель имеет четыре канала обнаружения проникновения, на основе разных физических принципов: вибрационного, радиоволнового, емкостного, сейсмического. Вибрационный, сейсмический и емкостный каналы имеют возможность охранять ограждение длиной до 250 м.

Необходимо отметить, что радиоволновый канал может иметь до 10 комплектов (неразборных блоков передатчик, приемник), с дальностью действия каждого от 10 до 100 м. Наличие нескольких комплектов позволяет охранять ограждение с линейной и ломанной конфигурацией.

Электропитание комплектов линейных радиоволновых извещателей, осуществляется от блока обработки по двухпроводной линии. Информация (о срабатывании, неисправности, саботаже и др.) от комплектов передается по линии их электропитания с указанием номера охраняемого участка, которая записывается в память извещателя. Эта функция позволяет получать информацию о конкретном месте преодоления участка.

Также извещатель имеет два входа для подключения интерфейса конструктивно законченных охранных извещателей, что позволяет увеличить число охраняемых зон на ограждении или создать дополнительные зоны охраны, обеспечивающие обнаружение перемещения нарушителя около ограждения.

Кроме этого в нем предусмотрены цифровые выходы для управления дополнительным охранным оборудованием (светодиодным прожектором, видеокамерой, тепловизором, звуковым оповещателем и т.п.).

Программное обеспечение извещателя позволяет проводить:

- логическое комбинирование каналов обнаружения и дополнительных извещателей по выбранной схеме (И, ИЛИ);
- управление параметрами каналов обнаружения и выбор схемы их логического комбинирования с помощью персонального компьютера (ПК) через стандартный сигнальный интерфейс RS-485;
- ведение и хранение в энергонезависимой памяти протокола событий.

Извещатель устойчив к движению людей и автомобилей вдоль границы охраняемых территорий и может использоваться в городских условиях.

В комбинированном проводном извещателе «Дуэт» (Рисунок 66) применяются два, принципиально отличающихся канала обнаружения: вибромагнитометрический, работающий в инфранизкочастотном диапазоне, и радиоволновой, что позволяет свести к минимуму область коррелированных помех и, соответственно, повысить помехоустойчивость средства обнаружения.



Рисунок 66 - ЧЭ комбинированного проводного извещателя «Дуэт»

Комбинированный ЧЭ представляет собой антенное полотно в виде трех нитей специального провода. Расположенные на расстоянии 20 см друг от друга, они формируют непрерывную равномерную зону обнаружения. При этом одна часть проводников антенного полотна используется в работе вибромагнитометрического канала обнаружения, другая часть задействована для организации радиоволнового канала обнаружения. При вторжении человека в зону обнаружения сигналы, возникающие в ЧЭ обоих каналов, поступают в блок обработки и при выполнении определенных критериев обнаружения вызывают срабатывание выходного реле тревоги.

В совмещенном СО «Базальт» ОАО «НПК «Дедал» используется два физических принципа обнаружения – вибрационный и емкостный. В состав данного СО включены два отдельных извещателя: емкостный «Сигма-07» и вибрационный «Дельфин-МП». Емкостный извещатель охраняет козырек, а вибрационный – полотно ограждения. Протяженность охраняемого рубежа от 3 до 250 м, диапазон рабочих температур от минус 50°С до плюс 50°С. На рисунке 67 показан совмещенный извещатель «Базальт».



*Рисунок 67 – Совмещенный извещатель «Базальт»*

Указанные извещатели функционируют независимо друг от друга формируя разные зоны обнаружения и выдают извещение о тревоге по отдельным выходам.

ЗАО «НПП «СКИЗЭЛ» ведет разработку совмещенного периметрового охранного извещателя для двухрубежной охраны «Дублер-Н» и совмещенного охранного извещателя для охраны периметров со сплошным ограждением «Дублер-П».

В извещателе «Дублер-Н» применяется трибоэлектрический канал обнаружения с кабельным ЧЭ проложенным по ограждению, и пьезоэлектрический с натяжным сигнализационным барьером. Трибоэлектрический канал обнаруживает механические воздействия нарушителя на ограждение объекта, возникающие при попытке его преодоления, чувствительный элемент жестко крепят к полотну ограждения и выступающим частям опор в соответствии с типовыми решениями. Пьезоэлектрический канал образует второй сигнализационный рубеж охраны периметра и обнаруживает воздействия нарушителя на сигнализационный барьер различными способами, включая про-

ползание. Пьезоэлектрические сенсоры размещаются в сенсорных опорах, нити сигнализационного барьера механически связаны с сенсорами.

«Дублер-Н» разрабатывается для охраны периметров объектов, где применение радиолучевых, инфракрасных, оптических средств охраны второго рубежа неэффективно. Возможно применение для охраны объектов со сложной конфигурацией периметров (криволинейные, ломаные, изменяющиеся по высоте).

Извещатель «Дублер-П» состоит из трибоэлектрического канала обнаружения с кабельным ЧЭ, проложенным под нажимным козырьком, и трибовибрационного канала с ЧЭ, проложенным под поверхностью грунта.

Трибоэлектрический канал обнаруживает механические воздействия нарушителя на нажимной козырек, возникающие при преодолении ограждения методом перелаза, трибовибрационный канал обнаруживает сейсмического воздействия нарушителя.

Верхняя часть ограждения и выступающая часть опор оборудуется металлическим нажимным козырьком (кровлей), изготавливаемой в соответствии с типовыми решениями, под которым прокладывается трибоэлектрический ЧЭ. Принцип действия трибовибрационного канала основан на регистрации электрических сигналов, возникающих в чувствительном элементе, проложенном вдоль охраняемого рубежа в грунте, на глубине  $0,15 \div 0,3$  м, ЧЭ канала служит комбинация чувствительных кабелей, последовательное соединение трибокабеля и виброкабеля. Смещения грунта, возникающие при прыжке или падении, создают локальные деформации трибокабеля. При ударном воздействии на грунт в зоне обнаружения возникают механические волны (вибрация), которые воспринимаются спиралевидной жилой виброкабеля. Возможно использование извещателя на периметрах объектов со сложной электромагнитной обстановкой, высоким уровнем электромагнитных излучений, на объектах требующих применения пассивных средств охраны.

Инновационная компания ООО «ПОЛЮС-СТ» поставляет на рынок сигнализационный комплекс охраны периметра «Радиобарьер». В состав комплекса входят средства обнаружения, основанные на разных физических принципах действия (сейсмические, радиолучевые, инфракрасные). К особенностям комплекса можно отнести срок автономной работы от малогабаритных автономных источников питания: сейсмических средств обнаружения - до 5 лет, радиоволновых и инфракрасных - до 3 лет. Информация передается по двухстороннему защищенному радиоканалу на расстояние до 100 км. Радиосвязь между устройствами системы основана на специальном двунаправленном защищенном радиоканале. При установке на местности между устройствами автоматически устанавливаются маршруты обмена информацией. Каждое средство обнаружения работает в качестве ретранслятора, тем самым позволяя передавать сигнализационную информацию на значительное расстояние. Программное обеспечение позволяет отображать расположение радиосигнализаторов с привязкой к плану или карте местности.





Рисунок 68 - Радиосигнализатор универсальный РС-У

Радиосигнализатор универсальный РС-У (Рисунок 68) выполняет функции датчика сейсмического и обрывного типа, ретранслятора тревожных и сервисных сообщений, а также устройства для связи с пультом оператора. Срок автономной работы до 5 лет. Работает на любых типах местности, в любых грунтах. Сохраняет работоспособность под снегом, не требует сезонных настроек. При работе в качестве сейсмического датчика радиус обнаружения пешего нарушителя до 100 м, транспортного средства до 200 м. Зона обнаружения в качестве обрывного датчика создается растяжкой микропровода, возможно подключение двух катушек длиной по 1500 м. При установке на местности между устройствами автоматически устанавливаются маршруты обмена информацией. На рисунке 69 показан процесс установки РС-У.



Рисунок 69 - Последовательность установки РС-У

Радиосигнализатор инфракрасный РС-ИК (Рисунок 70) предназначен для формирования рубежей охраны с узкой зоной обнаружения, при отсутствии возможности выделить зону отчуждения. К особенностям извещателя можно отнести узкую зону обнаружения. Срок автономной работы источника питания до 3 лет.



*Рисунок 70 - Радиосигнализатор инфракрасный РС-ИК*

Для снижения вероятности ложных срабатываний от источников помех изменение фиксируется в двух секторах, а встроенный алгоритм обработки выдает сигнал тревоги только при поступлении определенных сигналов, схожих по форме, временным и амплитудным характеристикам с сигналом от пересечения лучей человеком. Длина пешего нарушителя до 50м.

В состав комплекса входит автономная система видеонаблюдения, которая включается по сигналу от любого средства обнаружения или по команде оператора. Радиосигнализатор телевизионный работает от автономного источника питания (аккумулятора) до 6 месяцев, передает видеoinформацию по радиоканалу. Включение производится по сигналу от радиосигнализаторов или по команде оператора.



*Рисунок 71 - Радиосигнализатор телевизионный РС-ТВ*

Радиосигнализатор телевизионный (Рисунок 71) производится в всепогодном исполнении, имеет малые массогабаритные характеристики, изображение черно-белое, 25 к/с. Для работы в условиях низкой освещенности (10-2-10-3лк., безлунная ночь) в РС-ТВ предусмотрен встроенный прожектор, создающий дополнительную подсветку местности невидимыми глазом ИК-лучами, дальность инфракрасной подсветки до 100 м. За счет встроенного

радиомодема камера представляет собой отдельное устройство, которым можно управлять: задавать параметры срабатывания (от каких радиосигнализаторов и на какое время), включать и выключать. Радиоканал работает на частоте 2,4 ГГц, дальность передачи по радиоканалу (от штыревой антенны) до 1 000 м.



*Рисунок 72 - Радиосигнализатор радиолучевой РС-Л/100*

Радиосигнализатор радиолучевой РС-Л/100 (Рисунок 72), предназначен для обнаружения пешего нарушителя или транспортного средства по изменению электромагнитного поля. Длина зоны обнаружения РС-Л/100 от 3 м до 100 м, ширина - не более 3,5 м, высота - до 1,6 м, в зависимости от дальности установки приемника и передатчика. Срок автономной работы от одного источника питания без подзарядки и замены до 3 лет. Рабочий диапазон температур от минус 40°C до плюс 50°C. Несущая частота радиоканала 433,2...435,0 МГц. РС-Л/100 анализирует амплитуду и форму сигнала, которые зависят от роста и массы человека, места пересечения участка, рельефа участка, скорости движения и формирует сообщение о тревоге. Изделие применяется для охраны объектов требующих скрытное размещение средств охраны.

Примером технической реализации комбинированного двухпозиционного извещателя может служить «ФОРМАТ-100» (Рисунок 73) производства ЗАО «Охранная техника» («Фортеза») фактически он состоит из двухпозиционных извещателей: радиоволнового «БАРЬЕР-100» и активного инфракрасного «ИКС-01». Сигнал тревоги выдается при срабатывании обоих каналов обнаружения. Совмещение двух физических принципов обнаружения позволяет уменьшить ширину зоны обнаружения до диаметра ИК-луча, формировать предварительный сигнал тревоги по СВЧ-каналу обнаружения, имеющего более широкую зону.

Характеристики извещателя позволяют успешно применять его для защиты узких участков, расположенных поблизости от автодорог. Длина зоны обнаружения от 10 до 100 м.

Извещатель обеспечивает непрерывную круглосуточную работу и сохраняет свои характеристики при температуре окружающей среды от минус 40°C до плюс 85°C.



*Рисунок 73 – Извещатель «ФОРМАТ-100»*

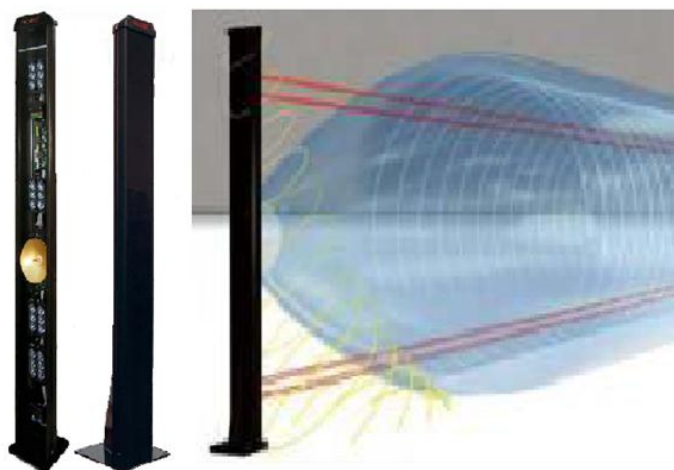


*Рисунок 74 – Извещатель «ЦИКЛОП-10/30»*

В комбинированном извещателе «ЦИКЛОП-10/30», ЗАО «Охранная техника» (Рисунок 74), объединены радиоволновый однопозиционный извещатель «ЗЕБРА-30» и пассивный инфракрасный «ИД-12/ИД-40». Угол расходимости луча у «ЦИКЛОП-10» составляет 60 градусов, и он ориентирован на охрану достаточно широкой площадки. У извещателя ЦИКЛОП-30 угол расходимости луча составляет 3 градуса, это позволяет организовать зону обнаружения в форме коридора. Длина зоны обнаружения от 2,5 до 40 м.

Радиоволновый канал извещателей имеет высокие технические характеристики благодаря разделению зоны обнаружения на подзоны с индивидуальной настройкой чувствительности в каждой подзоне, достоинства которой дополняются вторым каналом обнаружения, призванным еще более повысить устойчивость к всевозможным помехам. Извещатель обеспечивает сохранение своих характеристик при температуре окружающей среды от минус 40°C до плюс 65°C.

Итальянская фирма «SICURIT Alarmitalia Spa» (Рисунок 75) производит комбинированные извещатели ИК-активные многолучевые и СВЧ-активные с частотой генерации 9,9 ГГц. Извещатели серии IME выполняются в виде двух колонн — передающей и приемной. Внутри которых устанавливаются на произвольной высоте модули ИК-приемников и передатчиков (от 1 до 6-ти), а также вмонтированы излучающая и передающая антенны СВЧ-модулей. Фирма запатентовала синхронизированные, шифруемые и двуправленные излучатели активных инфракрасных лучей.



*Рисунок 75 – Извещатели фирмы «SICURIT Alarmitalia Spa»*

Особенность излучателя является двунаправленная кодовая передача через оптику инфракрасных лучей со случайными безопасными кодами. Каждый передатчик посылает непрерывно модулированный луч противоположному приемнику, который настроен так, чтобы распознавать только свой собственный сигнал. После этого подтвержденный луч посылается обратно с новым безопасным кодом. Двунаправленная система позволяет инфракрасным лучам не реагировать на направленный солнечный свет. Количество инфракрасных излучателей в колонке определено высотой системы от 2м до 4м. Микроволновый барьер активируется первым, область обнаружения вторжения определяется лепестком, который регулируется и может достигать в диаметре до 8 метров. На колоннах могут быть установлены излучатели, которые позволяют ликвидировать мертвые зоны у основания.

Выпускаются две серии извещателей IME с протяженностью зоны обнаружения от 50 м до 150 м и IMN зона обнаружения от 50 м до 200 м. Извещатели обладают неплохими показателями по электропитанию: от 450 до 540 мА для 12 В питания. Температурный диапазон применения от минус 25°C до плюс 60°C, при использовании нагревательного устройства возможно применение при минус 40°C. Извещатели могут быть оборудованы камерами видеонаблюдения.



*Рисунок 76 - Однопозиционный комбинированный датчик «Kapolis 3»*



Современные технологии позволяют конструктивно совместить однопозиционный ИК-извещатель и видеокамеру для наблюдения за участком периметра. На рисунке 76 показан комбинированный извещатель «Kapis 3» французской фирмы «Sorhea Inc.». В верхней части корпуса установлен пассивный ИК-модуль; радиолучевой однопозиционный сенсор, работающий на частоте 24 ГГц, расположен в нижней части корпуса. Конфигурации чувствительных зон обоих модулей практически совпадают друг с другом. Датчик обеспечивает регулировку длины чувствительной зоны в пределах от 15 до 50 м. При этом ширина зоны по горизонтали остается практически неизменной 3 - 4 м. Датчик снабжен встроенной памятью на 100 тревожных событий и интерфейсом для системы сбора данных.



Рисунок 77 – Извещатель «SIP-3029CAM»

Извещатель SIP-3029CAM (Япония), производства «REDWALL» премиум-бренда «ОРТЕХ LTD», показан на рисунке 77, содержит два чувствительных пироэлемента, формирующих две чувствительные зоны (длиной 15 и 30 м соответственно). В верхней части корпуса установлена цветная видеокамера типа «день/ночь» с вариофокальным объективом 3-9 мм, позволяющим перекрывать зону чувствительности ИК-датчика. Недостатком извещателя является температурный диапазон от минус 25°C до плюс 60°C.

*Достоинства:*

- комбинированные извещатели обладают повышенной помехозащищенностью к воздействию внешних дестабилизирующих факторов,

*Недостатки:*

- комбинированные извещатели для обнаружения и распознавания нарушителя используют одновременно несколько чувствительных элементов, как результат увеличение стоимости извещателей и соответственно и технического обслуживания;

- из-за стоимости комбинированные извещатели как правило применяют для блокировки локальных зон важных государственных и стратегических объектов.

## **Средства обнаружения и охранные комплексы на основе радиолокационных станций**

В настоящее время на рынке систем безопасности появились радиолокационные системы (РЛС) предназначенные для круглосуточной, всепогодной охраны периметров, территорий. Работа РЛС осуществляется посредством радиолокационного наблюдения территории, обнаружения движущихся целей, измерения их координат и скорости, распознавание класса цели и её автосопровождение. Радиолокационные системы можно успешно применять на объектах со значительной протяженностью. Так РЛС осуществляют контроль периметра объекта и внутренней территории, и могут выступать в качестве целеуказателей для поворотных видео и тепловизионных камер. В этом случае РЛС решают задачу обнаружения, оценки скорости и класса движущейся цели на расстоянии, существенно превышающем то, с которым работают видеокамеры, а камеры и тепловизоры осуществляют детальное видеонаблюдение обнаруженной цели.

Важной особенностью применения радиолокаторов во вневедомственной охране является то, что информация о предполагаемом нарушителе и о попытке проникновения на охраняемую территорию или объект может поступать заблаговременно на автоматизированное рабочее место оператора.

Радио Сканер Траекторий «РАДЕСКАН» ЗАО «Фирма ЮМИРС» (Рисунок 78), радиоинформационное устройство, классифицируемое как тип активной когерентной РЛС имеющей разрешение по дальности и радиальной скорости и не имеющей углового разрешения. При этом угловые координаты обнаруженных объектов вычисляются с использованием моноимпульсных методов.

«РАДЕСКАН» предназначен для обнаружения траекторий движущихся объектов (человек, транспортное средство и т.д.) на открытой земной поверхности, в пределах своего рабочего сектора.



*Рисунок 78 - Радиолокатор «РАДЕСКАН»*

«РАДЕСКАН» – это твердотельное, электронное устройство, без движущихся механических частей в своем составе, с полностью цифровой реализацией алгоритмов синтеза и обработки сигналов на основе специализированного микропроцессора. Обеспечивает выходную траекторную информацию по каждому из обнаруженных объектов: дальность, азимут, вектор скорости, площадь отражательной поверхности и тип объекта. Протяженность рабочего сектора (инструментальная дальность), не менее 3000 м.

Основные преимущества и особенности:

- Отсутствие необходимости лицензирования частотного диапазона;
- Низкая мощность электромагнитного излучения;
- Независимость работы от погодных условий, задымленности и времени суток;
- Легкость установки и низкие эксплуатационные затраты;
- Высокая надежность с гарантированной стабильностью параметров в течение всего периода эксплуатации;
- Низкое энергопотребление и безопасный уровень питающего напряжения;
- Высокий темп обновления траекторной информации с быстрым обнаружением новых траекторий;
- Низкая вероятность ложных тревог благодаря адаптивным алгоритмам фильтрации помех от растительности и волн;
- Распознавание типа объекта;
- Возможность развертывания сетевой структуры с взаимным перекрытием рабочих секторов нескольких устройств;
- Открытый протокол для интеграции во внешние информационные сети, в том числе для интеграции с оптическими и тепловизионными средствами наблюдения.

Радиолокационная система охраны периметра и территории объектов «Orwell-R» ЗАО «ЭЛВИС-НеоТек» (Рисунок 79) предназначена для круглосуточной всепогодной охраны объектов и подступов к ним посредством радиолокационного наблюдения. РЛС «Orwell-R» в произвольном секторе обзора (до 360 градусов) выполняет обнаружение движущихся целей на расстоянии до 1000 м по человеку и до 1500 м по транспортным средствам.



Рисунок 79 - РЛС Orwell-R

Уникальность РЛС «Orwell-R» заключается в том, что она способна не только обнаруживать движущиеся цели, но и с помощью программной обработки информации классифицировать их (человек, группа людей, транспортное средство, судно, поезд, область интенсивного движения), отслеживать маршруты передвижения, определять точное местоположение, скорость и направление движения. В интегрированной системе безопасности может функционировать произвольное количество РЛС, средств видеонаблюдения и тепловидения, работающих в единой информационной среде. Интеграция со средствами видеонаблюдения и тепловидения является базовой функцией системы и значительно расширяет ее возможности, позволяет в автоматическом режиме производить видеофиксацию целей и тревожных событий.

В паре с тепловизором радиолокационная система «Orwell-R» имеет следующие возможности по обнаружению целей:

- распознавание выходящего из воды человека на расстоянии до 200 м;
- распознавание человека в светлое время суток на расстоянии до 390 м;
- обнаружение плавсредства в светлое время суток на расстоянии до 280 м;
- обнаружение движущегося автомобиля в темное время суток на расстоянии до 400 м.

Малогабаритный радиолокатор 112L1A «Барсук-А» (рисунок 80) с частотой 36 ГГц, производства ОАО «Укрспецтехника», устанавливается на поворотном устройстве (стационарный вариант) и обеспечивающий автоматическое обнаружение людей, наземных и надводных транспортных средств. Обеспечивает охрану заданной зоны ответственности в любое время суток и года в условиях отсутствия оптической видимости.



*Рисунок 80 - Радиолокатор 112L1A «Барсук-А»*

К плюсам системы можно отнести осуществление ввода карты местности, а также формирование контрольных рубежей и запретных зон. Радиолокатор автоматически выдает сигнал тревоги при нарушении контрольных рубежей. Информация передается по интерфейсу RS-422 (485) на расстояние до 1 км. В РЛС 112L1-A «Барсук-А» обнаружение и идентификация цели про-

исходят в автоматическом режиме, при этом на мониторе отображаются отметки целей, данные о которых автоматически заносятся в формуляр с указанием их номера, дальности, азимута и признака (человек - транспорт) с привязкой к карте местности.

Предусмотрена возможность выбора зон бланкирования и зон повышенного внимания. Дальность обнаружения целей, движущихся с радиальной скоростью 2-50 км/час:

- одиночный человек до 1000 м;
- автотранспорт, плавсредство до 1600 м;
- пловец до 200 м.



*Рисунок 81 - Радиолокатор «ЛИС»*

Радиолокатор **111L1 «ЛИС»** (Рисунок 81) производства ОАО «Укр-спецтехника» предназначен для обнаружения движущихся людей и техники (в вариантах исполнения - медленных низколетящих целей, а также передвигающихся по водной поверхности объектов) с целью обеспечения охраны территории или разведки. Обеспечивает автоматическое обнаружение объектов в любое время суток и года, в дожде, пыли и тумане при отсутствии оптической видимости с наглядным автоматическим отображением целей на жидкокристаллическом индикаторе (дисплее) и выдачей формуляра целей (дальность, пеленг) на том же индикаторе. В обработке применены непараметрические алгоритмы обнаружения, позволяющие избавиться от отметок ложных целей вне зависимости от существующей помеховой обстановки. Присутствует режим распознавания целей, позволяющий автоматически определить скорость любой из обнаруженных целей и прослушать оператором характерную звуковую окраску спектра цели (человек, группа, автотранспорт, вертолет и т.д.). Вращение антенной системы, в том числе ее горизонтирование, осуществляется пьезоэлектрическими, безредукторными, реверсивными самотормозящимися электродвигателями.





*Рисунок 82 - РЛС MRS-1000*

Цифровая РЛС «MRS-1000» (Рисунок 82) производства НПФ «Микран» - это широкополосный радар, выполненный на твердотельном приемопередающем устройстве. Заявленная производителем дальность обнаружения человека до 1000 м, автомобиля до 2500 м. Разрешение по дальности составляет 1,5 м, низкий пиковый уровень мощности излучения и длительный срок необслуживаемой эксплуатации до 20 000 часов. Кроме того, РЛС, имея небольшую мощность излучения, сравнимую с мощностью излучения сотового телефона, создает меньше помех для других радиотехнических систем и приносит меньше вреда для здоровья человека. Администратор системы посредством встроенной в программное обеспечение специальной функции может формировать охранные зоны и зоны отчуждения с различными вариантами и уровнями оценки опасностей. В состав системы технической защиты объектов могут включаться неподвижные и поворотные видеокамеры и тепловизоры. Информация о целевой обстановке отображается на автоматизированном рабочем месте оператора. В перспективе установка совместно с телевизионной и тепловизионной системами на подъемно-мачтовом устройстве «МИК-АМУ» (производства НПФ «Микран» совместно с предприятием «Юрмашзавод») позволит реализовать интегрированную систему, обладающую высокой вероятностью обнаружения малоразмерных целей на сложных рельефах. Мачтовое устройство с высотой подъема 4-32 м, позволит работать из-за укрытий и в условиях сильнопересеченной и лесистой местности.

ОАО «Горизонт» производит мобильный комплекс контроля за наземной (надводной) обстановкой «Патриот-Окапи» (Рисунок 83), позволяющий вести обнаружение и распознавание неподвижных и движущихся целей на дальностях до 15 км. В комплекс входят радиолокационный и оптико-электронный модули, связанные единым алгоритмом управления, обработки, документирования, отображения и передачи информации. Всесуточность и всепогодность комплекса обеспечивается сочетанием в радиоэлектронных датчиков, работающих в различных диапазонах длин волн: сантиметровом, ИК и видимом диапазонах спектра.



Рисунок 83 - Мобильный патрульный комплекс «Патриот-Окапи»

Дальность обнаружения комплекса «Патриот-Окапи»:

- человек 5 км;
- легковой автомобиль 8 км;
- грузовой автомобиль 12 км.

Инструментальная дальность обнаружения - 15 км.

Радиолокационная станция обнаружения наземных движущихся целей «Окапи-С» обеспечивает:

- контроль наземной обстановки;
- автоматический поиск, обнаружения, определения координат и параметров движения (курс, скорость) наземных движущихся объектов;
- автоматическое сопровождение;
- документирование радиолокационной информации;
- выдачу информации в автоматизированные системы сбора и обработки информации;
- отображение радиолокационной информации на фоне цифровых карт местности;
- возможность создания 5 зон повышенной ответственности с выдачей звукового сигнала тревоги при пересечении целью их границ.

*Достоинства:*

*- РЛС наблюдения за периметрами и территориями обеспечивают быстрое и точное обнаружение движущихся целей (живой силы и техники) в зоне обзора, приблизительное определение количества целей и скорости их перемещения.*

*Недостатки:*

*- довольно трудно по некоторым характерным признакам распознать тип целей, например отличить ползущего человека от идущего, группу нарушителей от одиночного и т.п.;*

*- зона обзора станций ограничивается дальностью прямой видимости, поэтому основными факторами, определяющими выбор местоположения антенны РЛС, являются топографические свойства местности;*

*- поскольку РЛС является радиотехническим средством активного типа, то есть излучает электромагнитную энергию, ее легко обнаружить на расстояниях, обычно превышающих дальность ее действия. Этот недостаток может быть компенсирован специальной конструкцией антенны, обеспечивающей низкий уровень ее боковых лепестков;*

### **Быстроразворачиваемые радиоволновые комплексы охраны**

Быстроразворачиваемые охранные системы предназначены для организации оперативной временной охраны участков периметра и подступов к ним, стоянок автотранспорта, складов или других мобильных объектов при отсутствии источников постоянного электропитания и не оборудованных линиями связи. Современные системы охраны периметров характеризуются широким разнообразием используемых физических принципов и конструктивных вариантов исполнения. Большинство быстроразвертываемых средств обнаружения являются точечными (круговыми), их зона обнаружения распространяется вокруг места установки, контролируя площадь. Достоинствами быстроразворачиваемых охранных систем является возможность быстро изменять на местности расположение датчиков, а значит и конфигурацию контролируемого рубежа района в зависимости от изменений обстановки, а также возможность установки на неподготовленной в инженерном отношении местности

Быстроразворачиваемый комплекс БРК производства ЗАО «Фирма ЮМИРС» после ряда модернизации получил название БРК-П. Комплекс имеет два варианта оснащения средствами обнаружения - радиоволновый и инфракрасный (Рисунок 84). Программное обеспечение получило привязку к топографической карте. Увеличилась средняя продолжительность непрерывной работы от элементов питания до 2 лет для радиоволнового комплекта и до 5 лет инфракрасного комплекта, увеличена дальность действия радиоканала передачи сообщений о тревоге. Приемник тревоги на основе ноутбука.



Рисунок 84 - Комплекс БРК-П



Рисунок 85 - Комплекс БСК

Быстроразвертываемый сигнализационный комплекс БСК (Рисунок 85) производства компании НИКИРЭТ по заявлению производителя радиосистема комплекса построена на принципах беспроводных сенсорных сетей и представляет собой распределенную самоорганизующуюся и устойчивую к отказам отдельных элементов систему, в которой используемые средства обнаружения также могут выполнять функции ретрансляции сообщения от близко расположенных средств обнаружения. Маршрут передачи информации в системе формируется автоматически по критерию обеспечения наилучшего качества передачи информации. Комплекс обеспечивает привязку расположения средств обнаружения на местности к топографическим координатам с помощью встроенного GPS приемника. Достоинством комплекса является возможность оснащения широкой линейкой средств обнаружения работающих на разных принципах действия (сейсмическом, радиолучевом, радиоволновом, инфракрасном, обрывном, магнитометрическом), в составе комплекса могут применяться малогабаритные видеокамеры.



Рисунок 86 - Комплекс «МК-64»

Мобильный охранный комплекс «МК-64» (Рисунок 86), производства ООО «НПП «Инпроком» предназначен для быстрого развертывания одного либо нескольких рубежей охраны, с возможностью подключения исполнительных устройств (звуковых оповещателей, прожекторов, видеокамер, электромеханических замков) с автономным либо централизованным питанием. Основу комплекса составляют адресные концентраторы, обеспечивающие сбор и передачу информации об объектах, а также управление объектами, находящимися в зоне концентратора.

Особенностью комплекса является возможность передачи информации, как по проводным линиям связи и кабелю интерфейса RS485, так и по радиолучу датчиков входящих в состав комплекса, при этом исключается необходимость физических линий связи между концентраторами и пультами сбора данных и управления. В комплексе «МК-64» применяются две модели датчиков обнаружения «Василек» Х-диапазон (10,5–10,7) ГГц и «Арбалет» К-диапазон (24,0–24,25) ГГц. Количество охраняемых участков с передачей телеметрической информации от 1 до 64 (в исполнении «МК-16» от 1 до 16), длина зоны обнаружения каждого участка от 5 до 600 м. Связь пульта с элементами комплекса в режиме работы радиолучевых датчиков как ретрансляторов и по линии интерфейса RS-485 не менее 1,2 км, по проводной линии связи не менее 5 км. Программное обеспечение комплекса «Модем-64» обеспечивает нанесение и отображение плана охраны объекта с привязкой через приемник спутниковой навигации и отображение состояния датчиков. Непрерывная работа комплекса в автономном режиме около 120 часов.

Быстроразворачиваемая оптоволоконная система «ШУХЕР» (ООО «Корпорация Спецгидропроект») состоит из центрального блока в герметичном ударопрочном кейсе с панелью управления и настройки, соединительного нечувствительного кабеля на катушке, чувствительного кабель-сенсор на катушке. Элементы системы быстро соединяются между собой посредством полевых разъёмов. Система имеет возможность подключения дополнительного оборудования, например, прожекторов, сирен, видео-оборудования и т.п., посредством электрического кабеля и радиоканала.



Рисунок 87 - Оптоволоконная система «ШУХЕР»



Система имеет две модификации: «ШУХЕР 1» и «ШУХЕР 4», имеющие возможность контролировать одну и четыре зоны, соответственно. Длина каждой зоны до 2000м.

Для организация охраны периметра, достаточно уложить вдоль границы охраняемого участка кабель-сенсор на глубину дерна или 3-5 см, установить в любом удобном месте центральный блок и подключить его к кабельно-сенсору, соединив 2 разъёма, настроить и подключить, если это необходимо, дополнительное оборудование.

В центральном мобильном блоке системы расположены лазер (работает в непрерывном режиме), фотоприемники и схема обработки. В оптической муфте установлен волоконный ветвитель, к которому, посредством кабеля, подключен лазер.

Четырехзонная версия системы представляет собой четыре одно-зонных сенсора, работающих параллельно, при этом они обслуживаются одним лазером.

Охранная система «Autoguard» (Рисунок 88) производства «Sensor Electronics Ltd» (Великобритания), является инфракрасным пассивные средством обнаружения с малым энергопотреблением (5 мкА в дежурном режиме, 15 мА в режиме передачи сигнала тревоги). Система состоит из восьми беспроводных пассивных инфракрасных датчиков, питаемых от встроенных батарей и базовой станции. Передача сигналов тревоги от датчиков осуществляется по радиоканалу, с помощью встроенного в датчик маломощного радиопередатчика. Базовый комплект может защитить периметр общей протяженностью до 240 м. Каждый датчик обеспечивает непрерывную работу без замены батарей в течение примерно 10 лет. К недостаткам системы можно отнести высокую стоимость, отсутствие контроля радиоканала, а также все, что связано с применением инфракрасных систем (невысокую помехоустойчивость в условиях окружающей растительности, снижение обнаружительной способности в туман, сильный снег).



Рисунок 88 - Система «Autoguard»



Рисунок 89 – «M.I.L PAC 380»

В однопозиционных переносных радиолучевых средствах обнаружения, разработанные фирмой «Southwest Microwave» модель «M.I.L PAC 380» и «M.I.L PAC 385» (Model 380, дальность до 61 м, 10 ГГц; Model 385, дальность до 122 м, 24 ГГц) (Рисунок 89), применяется технология RCO позволяющая ограничивать радиус действия прибора. Эта особенность делает его невосприимчивым к тревогам, вызванным объектами за пределами этого радиуса. В модели «M.I.L PAC 380» (M.I.L PAC 385) применяется технология ZRS (Zero-Range Suppression - подавление нулевой области), которая уменьшает амплитуду сигнала от близко расположенных целей, что уменьшает воздействие помех.

Мобильный быстроразворачиваемый СВЧ-барьер итальянской компании CIAS построен на базе двухпозиционных датчиков серии «ERMO 482x PRO» (Рисунок 90), в которых применена система распознавания образов на принципах «нечеткой логики». В состав системы MMD System входят СВЧ-передатчик и приемник на трехопорных штативах, аккумуляторные батареи, передатчик сигналов тревоги и многоканальный радиоприемник. Длина чувствительной зоны системы – до 200 м. Автономного питания хватает на 20 дней непрерывной работы оборудования.



Рисунок 90 – «ERMO 482x PRO»

Американская компания «Perimeter Products Inc» выпускает СВЧ-датчики, применяемые для быстроразворачиваемых систем охраны объектов в полевых условиях. В качестве однопозиционных или двухпозиционных датчиков здесь используются различные модификации приборов серии «TMPS-21000» (Рисунок 91). Датчики изготавливаются в унифицированных корпусах и питаются от встроенных аккумуляторных батарей, работающих без перезарядки в течение примерно 30 часов. Двухпозиционные датчики типа «TMPS-21100» используют для организации линейных рубежей вокруг временных стоянок техники. Длина одной зоны охраны такого датчика – до 150 м; датчики имеют регулируемую ширину зоны обнаружения и режим

ограничения дальности (Range-Cut-Off) для устранения влияния предметов, расположенных вне зоны охраны.

Однопозиционный датчик типа TMPS-21200, представляющий собой радар-сенсор, располагают в центре охраняемой зоны. Антенна датчика формирует чувствительную зону в виде цилиндра радиусом до 48 м.

В варианте «TMPS-21300» однопозиционный датчик имеет полусферическую диаграмму чувствительности. Радиус чувствительной полусферы регулируется в пределах от 22 до 78 м. Датчик генерирует сигнал тревоги по заданному алгоритму, реагируя только на вход в охраняемую зону, только на выход из нее или на оба действия нарушителя.

*Достоинства:*

- *мобильность, т.е. возможность быстрой установки (изменения конфигурации контролируемой территории) в зависимости от изменений обстановки;*
- *возможность установки на неподготовленной в инженерном отношении местности;*
- *малозаметность и маскируемость;*
- *отсутствие или минимум технического обслуживания в течение времени работы.*

*Недостатки:*

- *предназначены для охраны отдельных локальных участков в течение коротких промежутков времени.*